

LEHRBUCH

Hermann Gehring
Roland Gabriel

Wirtschaftsinformatik



Springer Gabler

Wirtschaftsinformatik

Hermann Gehring • Roland Gabriel

Wirtschaftsinformatik

Hermann Gehring
FernUniversität in Hagen
Hagen, Deutschland

Roland Gabriel
Ruhr-Universität Bochum
Bochum, Deutschland

ISBN 978-3-658-37701-4

<https://doi.org/10.1007/978-3-658-37702-1>

ISBN 978-3-658-37702-1 (eBook)

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Springer Gabler

© Der/die Herausgeber bzw. der/die Autor(en), exklusiv lizenziert an Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, ein Teil von Springer Nature 2022

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsgesetz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung des Verlags. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Die Wiedergabe von allgemein beschreibenden Bezeichnungen, Marken, Unternehmensnamen etc. in diesem Werk bedeutet nicht, dass diese frei durch jedermann benutzt werden dürfen. Die Berechtigung zur Benutzung unterliegt, auch ohne gesonderten Hinweis hierzu, den Regeln des Markenrechts. Die Rechte des jeweiligen Zeicheninhabers sind zu beachten.

Der Verlag, die Autoren und die Herausgeber gehen davon aus, dass die Angaben und Informationen in diesem Werk zum Zeitpunkt der Veröffentlichung vollständig und korrekt sind. Weder der Verlag, noch die Autoren oder die Herausgeber übernehmen, ausdrücklich oder implizit, Gewähr für den Inhalt des Werkes, etwaige Fehler oder Äußerungen. Der Verlag bleibt im Hinblick auf geografische Zuordnungen und Gebietsbezeichnungen in veröffentlichten Karten und Institutionsadressen neutral.

Planung/Lektorat: Susanne Kramer

Springer Gabler ist ein Imprint der eingetragenen Gesellschaft Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH und ist ein Teil von Springer Nature.

Die Anschrift der Gesellschaft ist: Abraham-Lincoln-Str. 46, 65189 Wiesbaden, Germany

Vorwort

Die Expansion des IT-Einsatzes in Wirtschaft und Verwaltung, aber auch im Privatbereich, hält unvermindert an. Zudem verwischen die Grenzen zwischen dem geschäftlichen und privaten Einsatz von IT-Systemen sukzessive. Kenntnisse über Rechner, Rechnernetze, Anwendungssysteme, Systementwicklung und IT-Sicherheit, wie sie im Studienfach Wirtschaftsinformatik vermittelt werden, gewinnen daher im Berufsleben und im Alltag beständig an Bedeutung. Zu ihrer Vermittlung möchte das vorliegende Buch beitragen. Es richtet sich an mehrere Zielgruppen:

- Studierende der Wirtschaftsinformatik, Wirtschaftswissenschaften, Informatik, Ingenieur- und Naturwissenschaften an Universitäten und Fachhochschulen, die Wirtschaftsinformatik als Haupt- oder Nebenfach belegt haben.
- Studierende von Aufbau-, Zusatz-, Weiterbildungsstudiengängen sowie von sonstigen Weiterbildungsgeschenken, die von Universitäten, Fachhochschulen und Weiterbildungsinstituten in den Bereichen Betriebswirtschaftslehre, Management, Wirtschaftsinformatik und Informatik mit z. B. Bachelor-, Master- oder Fachwirt-Abschluss angeboten werden.
- IT-Fachkräfte in Wirtschaft und Verwaltung wie IT-Manager, Systementwickler und IT-Berater, die gezielt auf grundlegendes IT-Wissen, z. B. zum Zweck der Auffrischung, zugreifen möchten.
- Fachkräfte und auch Manager in Unternehmen und Verwaltungen, die sich als Endbenutzer im täglichen Geschäft oder als Beteiligte an z. B. Reorganisationsprojekten erforderliche IT-Kenntnisse aneignen müssen.
- Privatpersonen, namentlich IT-Anfänger, die sich für Zwecke der individuellen Informationsverarbeitung mit ausgewählten Grundkenntnissen der Wirtschaftsinformatik vertraut machen möchten.

Inhaltlich orientiert sich das Buch an Empfehlungen, die der Verband der Hochschullehrer für Betriebswirtschaft und die Gesellschaft für Informatik für das Studium des Faches Wirtschaftsinformatik als Haupt- oder Nebenfach an Hochschulen herausgegeben haben. Der einbezogene Stoff entstammt weitgehend Lehrmaterialien, die von den Autoren im

Rahmen ihrer Lehrveranstaltungen zur Wirtschaftsinformatik an der Freien Universität Berlin, der Ruhr-Universität Bochum und der FernUniversität in Hagen eingesetzt wurden. Bei der Auswahl des Stoffes wurde auf Ausgewogenheit zwischen praxisbewährtem Wissen und neueren Entwicklungen des IT-Einsatzes Wert gelegt. So fanden schon langjährig in der Praxis erfolgreich eingesetzte Konzepte, etwa im Bereich der operativen betrieblichen Anwendungssysteme, ebenso gebührende Berücksichtigung, wie bedeutsame aktuellere Entwicklungen, etwa Soziale Netzwerke, Business Intelligence oder Business Analytics im Big-Data-Bereich. Angesichts der ungeheuren Breite des Faches Wirtschaftsinformatik war ein Kompromiss zwischen der Breite der behandelten Themen und der Tiefe der Behandlung unumgänglich.

Um die Orientierung in der Stofffülle zu erleichtern, wurde eine Strukturierung des Buchinhalts über zwei Ebenen gewählt: Teile und Kapitel.

Die Untergliederung in Teile auf der oberen Ebene orientiert sich an den folgenden vier Fragen:

- (1) Welche technischen Instrumente stehen für die Informationsverarbeitung in Unternehmen, Verwaltungen und im privaten Bereich zur Verfügung?
- (2) Welche Anwendungssysteme werden in Wirtschaft, Verwaltung und im privaten Bereich für Zwecke der Informationsverarbeitung heute und künftig eingesetzt?
- (3) Wie werden Anwendungssysteme in Abstimmung mit Geschäftsprozessen gestaltet und bis zur Einsatzreife entwickelt?
- (4) Wie wird der Einsatz von Anwendungssystemen in Verbindung mit den technischen Instrumenten in Unternehmen und Verwaltungen geplant, organisiert und koordiniert?

Bei der Befassung mit der zweiten Frage ist zu berücksichtigen, dass neben den innerorganisatorischen Anwendungssystemen mittlerweile vielfältige interorganisatorische Anwendungssysteme eingesetzt werden. Daher erscheint eine explizite Differenzierung nach diesen beiden Systemarten hier angebracht. Die Beantwortung der obigen vier Fragen führt damit zu fünf Wissensbereichen, die wesentliche Teile des Faches Wirtschaftsinformatik überdecken. Abb. 1 benennt und veranschaulicht diese fünf behandelten Teile.

Die Untergliederung der Teile A bis E führt auf der unteren Ebene der Strukturierung des Stoffes zu 16 Kapiteln (Kap. 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16 und 17). Hinzu kommt ein weiteres Kapitel, das Kap. 1. Es befasst sich aus einer übergeordneten Perspektive mit der Wirtschaftsinformatik und lässt sich keinem der fünf Teile A bis E exklusiv zuordnen. Es wird daher an den Anfang des Buchtextes gestellt. Das Buch schließt mit Kap. 18, einem Ausblick. Die resultierende Gliederung des Buches in Teile und Kapitel veranschaulicht Abb. 2.

Am Ende des Buches befinden sich ein Literaturverzeichnis und anschließend ein Stichwortverzeichnis. Das Literaturverzeichnis enthält die im Buch-Text zitierte Literatur.

Das Studium des Buches setzt keine speziellen Vorkenntnisse voraus. Aufgrund der gewählten Strukturierung des Buchinhalts in weitgehend homogene und in sich geschlossene Themenfelder kann jeder der resultierenden Teile A bis E sowie auch jedes der

Abb. 1 Untergliederung des Buches in die Teile A bis E

A Instrumente der Informationsverarbeitung
B Innerorganisatorische Anwendungssysteme
C Interorganisatorische Anwendungssysteme
D Gestaltung von Anwendungssystemen
E Management der Informationsverarbeitung

1 Wirtschaftsinformatik – Gegenstand, Aufgaben, Berufsbilder und Entwicklungen
A Instrumente der Informationsverarbeitung
2 Rechnersysteme
3 Rechnernetze
4 Internet
B Innerorganisatorische Anwendungssysteme
5 Grundlagen der betrieblichen Informationsverarbeitung
6 Operative betriebliche Anwendungssysteme
7 Management-Support-Systeme und Business Intelligence
8 Integrationsunterstützende Querschnittssysteme
C Interorganisatorische Anwendungssysteme
9 Grundlagen der netzbasierten Informationsverarbeitung
10 Electronic Business
11 Mobile Business
12 Social Media Business
D Gestaltung von Anwendungssystemen
13 Entwicklungsmanagement
14 Geschäftsprozessmanagement
15 Datenmanagement
E Management der Informationsverarbeitung
16 Informationsmanagement
17 IT-Sicherheitsmanagement
18 Ausblick – Weiterentwicklungen und Herausforderungen der Wirtschaftsinformatik

Abb. 2 Untergliederung des Buches in Teile und Kapitel

Kap. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17 und 18 eigenständig studiert werden. Zur Erleichterung von Gebrauch und Orientierung enthält jeder der Teile am Anfang eine Grafik, die seine Einordnung in die Gesamtstruktur des Buches und seine Untergliederung in Kapitel visualisiert. In Analogie dazu wird am Anfang eines jeden Kapitels eine Grafik präsentiert, die seine Einordnung in die Abfolge der Kapitel des betreffenden Buchteils veranschaulicht.

Ohne die Unterstützung durch ehemalige Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter wäre die Erstellung dieses Buches nicht möglich gewesen. Besonderer Dank gilt Herrn Prof. Dr. Giselher Pankratz für die Erstellung von Lehrtexten zu den Bereichen Instrumente der Informationsverarbeitung, operative Anwendungssysteme und Informationsmanagement, die in überarbeiteter und erweiterter Form in das Buch eingeflossen sind. Ganz herzlich bedanken möchten wir uns bei Herrn Bernd Strauß für seinen unermüdlichen Einsatz bei der Erstellung von Grafiken, dem Einpflegen von Korrekturen und der Verwaltung der Teile und Kapitel des Buches. Danken möchten wir auch den Wissenschaftlichen Hilfskräften Frau M.Sc. Linda-Katharina Binikowski, Frau M.Sc. Sevtap Göcker, Frau B.Sc. Natalia Korac und Frau B.Sc. Elina-Filiz Sögtrop für die technische Texterstellung. Schließlich danken wir Frau Susanne Kramer und dem Springer Verlag für die gute Zusammenarbeit.

Hagen, Deutschland
Bochum, Deutschland

Hermann Gehring
Roland Gabriel

Inhaltsverzeichnis

1 Wirtschaftsinformatik – Gegenstand, Aufgaben, Berufsbilder und Entwicklungen	1
1.1 Gegenstand und Ziele der Wirtschaftsinformatik	1
1.2 Tätigkeitsfelder und Berufsbilder der Wirtschaftsinformatik	6
1.3 Entwicklungsgeschichte der Informationsverarbeitung.....	11
Literatur	17
Teil A Instrumente der Informationsverarbeitung	
2 Rechnersysteme	21
2.1 Begriff des Rechnersystems.....	21
2.2 Informationsdarstellung in Rechnern.....	22
2.2.1 Informationen und Daten.....	23
2.2.2 Syntaktische Ebene der Information	25
2.2.3 Semantische Ebene der Information	27
2.2.4 Pragmatische Ebene der Information.....	33
2.3 Aufbau und Funktionsweise von Rechnern	34
2.3.1 Rechnerarchitekturen.....	34
2.3.2 Zentraleinheit	38
2.3.3 Ein- und Ausgabeeinheiten	52
2.3.4 Externe Speichermedien	59
2.4 Rechnerklassen	62
2.4.1 Ansätze zur Rechnerklassifikation.....	63
2.4.2 Serverrechner	65
2.4.3 Arbeitsplatzrechner	67
2.4.4 Mobile Rechner	69
2.4.5 Zusammenfassende Charakterisierung der Rechnerklassen	71
2.5 Rechnerbetrieb	73
2.5.1 Software-Kategorien	73
2.5.2 Betriebsarten	76
2.5.3 Betriebssysteme	79

2.5.4	Systemnahe Software.....	92
Literatur.	96
3	Rechnernetze	97
3.1	Begriff und Arten von Rechnernetzen	98
3.2	Datenübertragung in Rechnernetzen	102
3.2.1	Aufbau eines Datenübertragungssystems	102
3.2.2	Datenendeinrichtung und Datenübertragungseinrichtung	104
3.2.3	Übertragungsmedien	105
3.2.4	Übertragungsverfahren.	107
3.2.5	Kommunikationsschnittstellen.....	109
3.2.6	Kommunikationsprotokolle	110
3.2.7	Verbindungstechnologie.....	114
3.3	Übertragungsstandards und -netze.....	116
3.3.1	Übertragungsstandards für lokale kabelgebundene Netze.....	117
3.3.2	Übertragungsstandards für öffentliche kabelgebundene Netze	118
3.3.3	Funknetze.....	122
3.4	Verteilte Verarbeitung in Rechnernetzen	126
3.4.1	Architekturen für die verteilte Verarbeitung	127
3.4.2	Netzwerk-Betriebssysteme	132
3.4.3	Middleware	134
3.4.4	Serviceorientierte Architektur (SOA)	137
Literatur.	140
4	Internet	141
4.1	Begriff, Entwicklung und Bedeutung des Internets.....	142
4.2	Aufbau des Internets	144
4.2.1	Netzstruktur	144
4.2.2	Netzbetreiber und Diensteanbieter.....	146
4.2.3	Netzanschluss.....	148
4.3	Funktionsweise des Internets.....	152
4.3.1	Das Internetprotokoll TCP/IP	152
4.3.2	Adressierung	154
4.3.3	Wegewahl.....	157
4.3.4	Dienste im Internet.	158
4.4	World Wide Web	164
4.4.1	Begriff, Wesen und Bedeutung des World Wide Web	164
4.4.2	Funktionsweise des World Wide Web	166
4.4.3	Website und Web-Design.....	169
4.4.4	Dynamisierung von Inhalten und Webanwendungen	172
4.4.5	Web 2.0	176
4.4.6	Web 3.0 – Semantic Web	178
4.5	Intranet und Extranet	181

4.6 Webservices	184
4.7 Cloud Computing.....	186
4.7.1 Begriff und Wesen des Cloud Computing	186
4.7.2 Servicemodelle des Cloud Computing.....	188
4.7.3 Organisationsformen des Cloud Computing	191
Literatur.	193

Teil B Innerorganisatorische Anwendungssysteme

5 Grundlagen der betrieblichen Informationsverarbeitung	199
5.1 Landschaft der betrieblichen Informationsverarbeitung	200
5.2 Konzepte der betrieblichen Informationsverarbeitung.....	204
5.2.1 Zustands- und ereignisorientierte Daten	205
5.2.2 Batch- und Dialogverarbeitung	206
5.3 Integration der betrieblichen Informationsverarbeitung	208
5.3.1 Begriff und Ziele der Integration	208
5.3.2 Daten- und Funktionsintegration	209
5.3.3 Horizontale und vertikale Integration	211
5.3.4 Prozessintegration	212
5.4 Kommunikationsstrategien in der betrieblichen Informationsverarbeitung.	213
5.4.1 Grundkonzept der betrieblichen Kommunikation	214
5.4.2 Interne Kommunikation und Intranets.....	215
5.4.3 Externe Kommunikation und Extranets.	218
5.5 Standard-Anwendungssoftware in der betrieblichen Informationsverarbeitung.	220
5.5.1 Begriff und Wesen betrieblicher Standard-Anwendungssoftware ...	220
5.5.2 Architektur und Integrationsbeitrag betrieblicher Standard- Anwendungssoftware.	222
5.5.3 Individualsoftware vs. Standard-Anwendungssoftware	224
5.6 Computergestützte Arbeitsplatzsysteme	226
5.6.1 Arbeitsplatzinformationssysteme (Office-Systeme)	226
5.6.2 Kommunikationsdienste am Arbeitsplatz	227
Literatur.	233
6 Operative betriebliche Anwendungssysteme	235
6.1 Branchenechte operative Anwendungssysteme.....	236
6.1.1 Personalwirtschaft	236
6.1.2 Rechnungswesen	240
6.1.3 Vertrieb und Marketing	246
6.2 Branchenspezifische operative Anwendungssysteme	252
6.2.1 Fertigungsindustrie	252
6.2.2 Handel	281

6.2.3	Banken	291
6.3	ERP-Systeme	294
	Literatur	298
7	Management-Support-Systeme und Business Intelligence	301
7.1	Managementprozess und unterstützende IuK-Technologien	302
7.2	Data-Support-Systeme	306
7.2.1	Informationserschließung	307
7.2.2	Berichts- und Kontrollsysteme	317
7.2.3	Führungsinformationssysteme	325
7.3	Decision-Support-Systeme	333
7.3.1	Begriff und Einordnung der Decision-Support-Systeme	334
7.3.2	Interaktive Planungswerkzeuge	336
7.3.3	OR-basierte Decision-Support-Systeme	342
7.3.4	KI-basierte Decision-Support-Systeme	346
7.3.5	Expertensysteme	348
7.4	Business Intelligence und Business Analytics	357
7.4.1	Einordnung und Abgrenzung der Business Intelligence	358
7.4.2	Data-Warehouse-Systeme	360
7.4.3	Datenanalyse und Analysewerkzeuge	371
7.4.4	Big Data und Analytics	377
	Literatur	381
8	Integrationsunterstützende Querschnittssysteme	385
8.1	Dokumenten-Management-Systeme	386
8.1.1	Begriff und Wesen elektronischer Dokumente	386
8.1.2	Begriff und Ziele von Dokumenten-Management-Systemen	389
8.1.3	Geschäftsvorfälle im Dokumenten-Management	390
8.1.4	Abgrenzung zu anderen Systemen	392
8.2	Groupware- und Workflow-Management-Systeme	394
8.2.1	Groupware-Systeme	395
8.2.2	Workflow-Management-Systeme	397
8.3	Wissensmanagement-Systeme	401
8.3.1	Wissen und Wissensmanagement	402
8.3.2	Werkzeuge und Systeme im Wissensmanagement	406
8.3.3	Wissensportale	406
	Literatur	410
Teil C	Interorganisatorische Anwendungssysteme	
9	Grundlagen der netzbasierten Informationsverarbeitung	415
9.1	Landschaft der netzbasierten Informationsverarbeitung	416
9.2	Treiber und Effekte der netzbasierten Informationsverarbeitung	418

9.2.1	Treiber der Vernetzung	418
9.2.2	Ökonomische Basisphänomene der Vernetzung	420
9.2.3	Auswirkungen auf Märkte und Produkte	423
9.2.4	Auswirkungen auf Unternehmen und Wertschöpfungsketten	425
9.3	Integrationsformen der netzbasierten Informationsverarbeitung	427
9.3.1	Interorganisatorischer Austausch von Geschäftsinformationen	427
9.3.2	Interorganisatorische Anwendungssystem-Integration	430
9.3.3	Interorganisatorische Geschäftsprozessintegration	432
	Literatur	434
10	Electronic Business	435
10.1	Begriff und Wesen des Electronic Business	436
10.1.1	Begriffliche und strukturelle Abgrenzung des Electronic Business	436
10.1.2	Akteure und Austauschbeziehungen im Electronic Business	437
10.1.3	Aktivitätsbereiche des Electronic Business	439
10.1.4	Geschäftsmodelle des Electronic Business	450
10.2	Organisations- und Koordinationsformen im Electronic Business	462
10.2.1	Unternehmenskooperationen	462
10.2.2	Elektronische Märkte	467
10.2.3	Elektronische Hierarchien	473
10.2.4	Elektronische Netzwerke	475
10.3	Kommunikationssysteme im Electronic Business	479
10.3.1	Kommunikationsstrategien	479
10.3.2	EDI-basierte Geschäftskommunikation	483
10.3.3	XML-basierte Geschäftskommunikation	488
10.4	Informationssysteme im Electronic Business	494
10.4.1	Marktplatz-Systeme	494
10.4.2	E-Procurement-Systeme	502
10.4.3	Online-Shops im B2C-Bereich	509
	Literatur	514
11	Mobile Business	517
11.1	Begriff und Wesen des Mobile Business	518
11.2	Technologien des Mobile Business	520
11.2.1	Architektur mobiler Anwendungssysteme	521
11.2.2	Mobile Endgeräte	522
11.2.3	Lokalisierungstechnologien	525
11.3	Geschäftsmodelle des Mobile Business	531
11.4	Anwendungen des Mobile Business	533
11.4.1	Kategorisierung der Anwendungen des Mobile Business	533
11.4.2	Anwendungen des Mobile Business im Privatkundenbereich	535

11.4.3	Anwendungen des Mobile Business im Geschäftskundenbereich	539
11.4.4	Innerorganisatorische Anwendungen des Mobile Business.....	541
	Literatur.....	543
12	Social Media Business.....	545
12.1	Begriff und Wesen der Social Media	545
12.2	Kategorien von Social Media.....	549
12.3	Technologische Aspekte von Social Media	551
12.4	Anwendungen von Social Media	553
12.4.1	Übersicht der Anwendungen von Social Media.....	553
12.4.2	Anwendungen von Social Media im Marketing	555
12.4.3	Anwendung von Social Media im Crowdsourcing	556
	Literatur.....	561

Teil D Gestaltung von Anwendungssystemen

13	Entwicklungsmanagement.....	565
13.1	Grundlagen der Systementwicklung	566
13.1.1	Anwendungssysteme und Systementwicklung	566
13.1.2	Prinzipien und Strategien der Systementwicklung	570
13.1.3	Programmierung und Programmiersprachen.....	572
13.2	Strukturierter Entwicklungsansatz.....	586
13.2.1	Abgrenzung des strukturierten Entwicklungsansatzes.....	587
13.2.2	Vorgehensmodelle der strukturierten Softwareentwicklung	587
13.2.3	Methoden der strukturierten Systementwicklung	592
13.3	Objektorientierter Entwicklungsansatz	608
13.3.1	Grundkonzepte der Objektorientierung	609
13.3.2	Objektorientierte Analyse	620
13.3.3	Objektorientierter Entwurf.....	627
13.4	Agile Softwareentwicklung	637
13.4.1	Begriff und Wesen der agilen Softwareentwicklung	638
13.4.2	Ansätze der agilen Softwareentwicklung.....	639
13.4.3	Tools für die agile Softwareentwicklung	653
	Literatur.....	656
14	Geschäftsprozessmanagement	659
14.1	Grundlagen des Geschäftsprozessmanagements	660
14.1.1	Prozessorientierung in Unternehmen.....	660
14.1.2	Ansätze des Prozessmanagements	663
14.1.3	Aufgaben des Prozessmanagements	668
14.2	Strategisches Geschäftsprozessmanagement	672
14.2.1	Aufstellung eines Kennzahlensystems.....	672

14.2.2	Gestaltung der Prozesslandschaft	677
14.2.3	Organisationsstruktur und Prozessmanagement	685
14.2.4	Abstimmung von Prozess- und Systemgestaltung.	689
14.3	Operatives Geschäftsprozessmanagement	692
14.3.1	Abgrenzung eines Vorgehensmodells	692
14.3.2	Planungsphase	694
14.3.3	Analyse des Ist-Zustands	695
14.3.4	Entwicklung des Soll-Konzepts	699
14.3.5	Implementierung des Soll-Konzepts	703
14.3.6	Betrieb und Weiterentwicklung	706
14.4	Modellierung von Geschäftsprozessen.	707
14.4.1	Konzeptionelle Grundlagen	707
14.4.2	Methoden der Prozessmodellierung.	711
14.4.3	Werkzeuge des Prozessmanagements	732
14.5	Prozesscontrolling	737
14.5.1	Grundlagen des Prozesscontrollings	738
14.5.2	Strategisches Prozesscontrolling	741
14.5.3	Operatives Prozesscontrolling	747
Literatur.	758
15	Datenmanagement	761
15.1	Grundlagen der Datenorganisation und des Datenmanagements.	762
15.1.1	Grundbegriffe der Datenorganisation	762
15.1.2	Speicherungsformen und Zugriffsmethoden	765
15.1.3	Suchen und Sortieren.	775
15.1.4	Dateiverwaltung	778
15.2	Relationale Datenbanksysteme	781
15.2.1	Konzept eines Datenbanksystems	781
15.2.2	Datenbankentwurf	785
15.2.3	Datenmodellierung.	786
15.2.4	Datenbankverwaltungssysteme	806
15.3	Organisationsformen von Datenbanksystemen in Rechnernetzen	820
15.3.1	Zentrale Datenbanksysteme.	821
15.3.2	Verteilte Datenbanksysteme.	822
15.3.3	Föderierte Datenbanksysteme	823
15.3.4	Multidatenbanksysteme	825
15.4	Fortgeschrittene Datenverwaltungssysteme	826
15.4.1	OldSQL- und NewSQL-Systeme.	827
15.4.2	Nicht-relationale Datenbanksysteme	830
15.4.3	In-Memory-Datenbanksysteme	834
15.4.4	Verteilte Dateisysteme	836
15.4.5	Distributed Ledgers und Blockchains	837
Literatur.	844

Teil E Management der Informationsverarbeitung

16 Informationsmanagement	849
16.1 Grundlagen des Informationsmanagements	849
16.1.1 Begriff und Wesen des Informationsmanagements	850
16.1.2 Ziele und Aufgaben des Informationsmanagements	852
16.2 Strategisches Informationsmanagement	861
16.2.1 Unternehmensstrategie und Informationsverarbeitung	861
16.2.2 Strategische Planung der Informationsverarbeitung	864
16.2.3 Instrumente des strategischen Informationsmanagements	870
16.2.4 Organisation der Informationsverarbeitung	876
16.2.5 IT-Governance	883
16.3 Operatives Informationsmanagement	894
16.3.1 Einführung von Anwendungssystemen	895
16.3.2 Management des IV-Betriebs	896
16.3.3 Instrumente des operativen Informationsmanagements	907
16.4 IT-Controlling	909
16.4.1 Grundlagen des IT-Controllings	910
16.4.2 Strategisches IT-Controlling	915
16.4.3 Operatives IT-Controlling	919
16.4.4 Instrumente des IT-Controllings	925
Literatur	941
17 IT-Sicherheitsmanagement	945
17.1 Grundlagen der IT-Sicherheit	946
17.1.1 Begriff und Ziele der IT-Sicherheit	946
17.1.2 Entstehung von Sicherheitsrisiken	950
17.1.3 Sicherheitsmaßnahmen	961
17.2 Vorgehenskonzepte des IT-Sicherheitsmanagements	966
17.2.1 IT-Sicherheit als Managementaufgabe	966
17.2.2 Phasenkonzepte des IT-Sicherheitsmanagements	968
17.3 Kryptografische Sicherheitstechniken	982
17.3.1 Kryptographische Hashfunktionen	983
17.3.2 Kryptosysteme zur Informationsverschlüsselung	984
17.3.3 Signatursysteme	988
17.4 Datenschutz	993
17.4.1 Begriff und Wesen des Datenschutzes	993
17.4.2 Datenschutz-Grundverordnung der EU	996
17.4.3 Das Bundesdatenschutzgesetz	1004
17.4.4 Telekommunikationsgesetz und Telemediengesetz	1008
17.4.5 Datenschutz und Informationsfreiheit	1012
Literatur	1013

18 Ausblick – Weiterentwicklungen und Herausforderungen der Wirtschaftsinformatik	1015
18.1 Weiterentwicklungen der Wirtschaftsinformatik	1015
18.2 Die großen Herausforderungen der Informatik und der Wirtschaftsinformatik	1020
Literatur	1022
Literatur	1025
Stichwortverzeichnis	1045



Wirtschaftsinformatik – Gegenstand, Aufgaben, Berufsbilder und Entwicklungen

1

Das erste Kapitel gibt eine Einführung in das Fachgebiet „Wirtschaftsinformatik“, die sich mit der fachlichen Abgrenzung, den eröffneten beruflichen Perspektiven und der geschichtlichen Entwicklung befasst. Zunächst werden in Abschn. 1.1 die Wirtschaftsinformatik in das übergreifende Fach „Informatik“ eingeordnet sowie Gegenstand und Ziele der Wirtschaftsinformatik beschrieben. Es folgt in Abschn. 1.2 eine Darstellung der Tätigkeitsfelder und zugehöriger Berufsbilder im Bereich der Wirtschaftsinformatik, wobei nach Unternehmen sowie Funktionen innerhalb der IT-Branche, außerhalb der IT-Branche (also IT-Anwendern) und in der Aus- und Weiterbildungsbranche unterschieden wird. Schließlich präsentiert Abschn. 1.3 eine Übersicht der geschichtlichen Entwicklung der Informationsverarbeitung, die einige aktuellere Trends einschließt.

1.1 Gegenstand und Ziele der Wirtschaftsinformatik

Da die Wirtschaftsinformatik als ein Teilgebiet der übergeordneten Informatik gilt, werden im Folgenden zunächst die Informatik und danach die Wirtschaftsinformatik behandelt.

► Die **Informatik** (engl. **computer science**) ist ein wissenschaftliches Fachgebiet, das sich mit dem Aufbau, der Funktionsweise, der Programmierung und der Nutzung von Rechnern (engl. computer) aus theoretischer, technischer und anwendungsbezogener Perspektive befasst.

Nach dem an deutschen Hochschulen gepflegten Verständnis wird die Informatik traditionell in Theoretische Informatik, Technische Informatik, Praktische Informatik und Angewandte Informatik gegliedert. In Abgrenzung zur Angewandten Informatik werden die

Theoretische, Technische und Praktische Informatik auch unter dem Begriff „Kerninformatik“ zusammengefasst. Die Angewandte Informatik ihrerseits stellt ebenfalls eine Zusammenfassung dar, insbesondere der Wirtschaftsinformatik, der Verwaltungsinformatik, der Rechtsinformatik, der Ingenieurinformatik und der Medizininformatik. Abb. 1.1 veranschaulicht die fachliche Untergliederung der Informatik. Die resultierenden Bereiche der Informatik werden anschließend kurz erläutert.

Die Teilgebiete der Kerninformatik lassen sich etwa wie folgt umreißen:

- Die **Theoretische Informatik** befasst sich mit grundlegenden Fragen und Problemen der automatisierten Informationsverarbeitung in Themenkreisen wie Automatentheorie, Komplexitätstheorie, formale Sprachen und Sprachübersetzer, Logik, Informatiktheorie und Datenbanktheorie.
- Die **Technische Informatik** beschäftigt sich mit dem Entwurf, der Realisierung und dem Betrieb von Hardware und Systemsoftware von Rechnern und Rechnernetzen, wobei Themenkreise wie Rechnerarchitektur, Automatisierungstechnik, Netzwerktechnik, Echtzeitsysteme, Prozessoren, Speichersysteme, Ein- und Ausgabetechniken, Übertragungstechniken, Sprach- und Bildverarbeitungstechniken sowie Robotertechniken bearbeitet werden.
- Die **Praktische Informatik** setzt sich mit der Entwicklung von Konzepten und Methoden zur Lösung konkreter Probleme der automatisierten Informationsverarbeitung auseinander, die zwischen der Theoretischen und Angewandten Informatik angesiedelt sind und sich etwa folgenden Themenkreisen zuordnen lassen: Algorithmen und Datenstrukturen, Programmiersprachen, Betriebssysteme, Datenbanksysteme, Rechnernetze (lokale und weite Netze), IT-Sicherheit und Software Engineering (Systementwicklung).

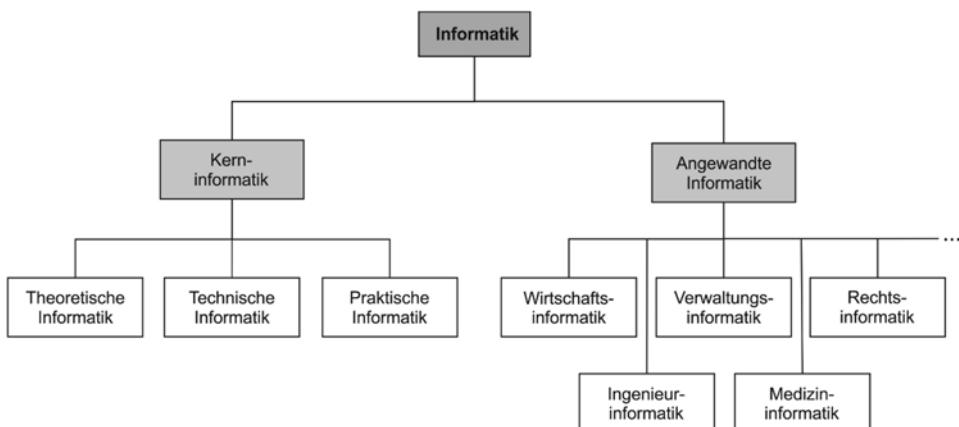


Abb. 1.1 Untergliederung der Informatik in Teilgebiete

Für die Teilgebiete der Angewandten Informatik gilt:

- Die **Wirtschaftsinformatik** als der größte Bereich der Angewandten Informatik beschäftigt sich mit den Informations- und Kommunikationssystemen in Wirtschaftsunternehmen und Organisationen. Sie wird unten noch genauer abgegrenzt und erläutert, da sie Gegenstand des vorliegenden Buches ist.
- Die **Verwaltungsinformatik** betrifft die Entwicklung und den Betrieb von Informations- und Kommunikationssystemen in Verwaltungen der Kommunal-, Länder- und Staatsebene. Einsatzgebiete sind z. B.: Finanzverwaltung, Liegenschaftsverwaltung, Haushaltswesen, Meldewesen, Polizeiwesen und Zollabfertigung.
- Die **Rechtsinformatik** befasst sich mit juristischen Dokumentationssystemen und Datenbanken sowie mit vielfältigen rechtlichen Aspekten der automatisierten Informationsverarbeitung wie z. B. Datenschutz, Internetrecht, Rechtsverbindlichkeit digitaler Signaturen, Urheberrechte für Software, Vertragsrecht bei der Beschaffung von IT-Systemen und im IT-Outsourcing sowie Computerkriminalität.
- Die **Ingenieurinformatik** beschäftigt sich mit den Anwendungen der Informatik in den Ingenieurwissenschaften, so beispielsweise im Bauingenieurwesen (Bauinformatik, z. B. Systeme für Statik und für Bauplanung), in der Elektrotechnik und im Maschinenbauwesen (Maschinenbauinformatik, z. B. Systeme der Planung wie CAD-Systeme und der Qualitätssicherung wie CAQ-Systeme).

Wie in Abb. 1.1 angedeutet wird, umfasst die Angewandte Informatik noch weitere Anwendungsgebiete. Beispiele sind Anwendungen in der Medizin (Medizininformatik) und in den Naturwissenschaften wie z. B. in der Biologie, der Chemie, der Physik und der Biophysik. Eine große Bedeutung gewinnen in den letzten Jahren die vielfältigen Anwendungen im Privatbereich, die sich häufig auf das Internet stützen und sowohl mit Hilfe von stationären Rechnern als auch mit mobilen Geräten wie Tablets und Smartphones (z. B. Social-Media-Anwendungen) ausgeführt werden.

Gegenstand der hier betrachteten Wirtschaftsinformatik sind rechnergestützte Informationssysteme, die in Wirtschaftsunternehmen realisiert und betrieben werden. Eine grobe begriffliche Abgrenzung der Wirtschaftsinformatik könnte somit lauten:

- Die **Wirtschaftsinformatik** (engl. **business informatics**, business information systems) ist eine wissenschaftliche Disziplin, die sich mit der Gestaltung, der Implementierung, dem Betrieb und den (Aus-)Wirkungen rechnergestützter Informationssysteme befasst.

Die Wirtschaftsinformatik stellt ein interdisziplinäres Fach dar, das zwischen den Wirtschaftswissenschaften – insbesondere der Betriebswirtschaftslehre – und der Informatik angesiedelt ist (vgl. Abb. 1.2).

Im Mittelpunkt der Wirtschaftsinformatik steht das rechnergestützte Informationssystem. Im Falle einer weiten Begriffsauslegung umfasst es die Komponenten Informations-technologie, Anwendungen/Anwendungssysteme und Mensch(en).

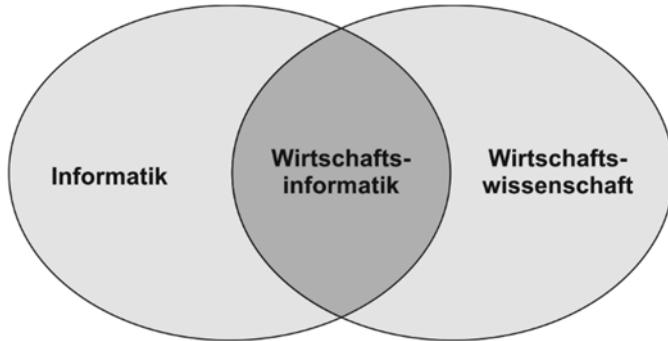


Abb. 1.2 Wirtschaftsinformatik als interdisziplinäres Fach

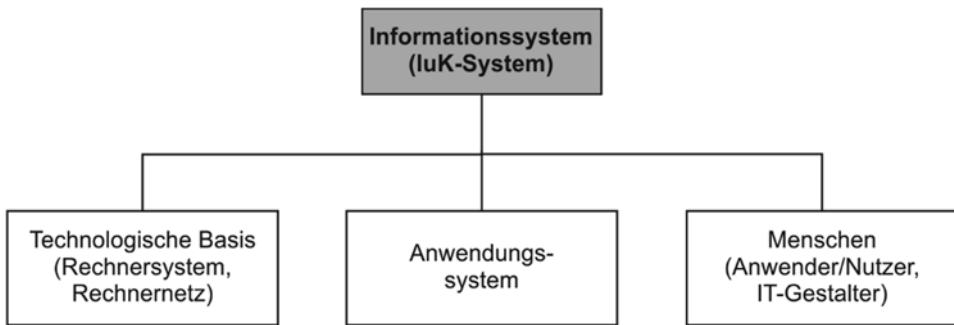


Abb. 1.3 Komponenten eines Informationssystems

► Ein (rechnergestütztes) **Informationssystem** (engl. (computerbased) information system, IS) besteht aus einem technologischen Basissystem, d. h. einem Rechnersystem oder Rechnernetz, einem auf diesem Basissystem aufsetzendem Anwendungssystem sowie Menschen, die in der Rolle des Anwenders, Nutzers oder Gestalters des Basis- und Anwendungssystems auftreten. Es dient der Abwicklung einer Informationsverarbeitungsaufgabe, deren Zweck, Komplexität und Umfang erheblich variieren kann.

Die ganzheitliche, auch den Menschen einschließende Sichtweise eines (computergestützten) Informationssystems, das auch als Informations- und Kommunikationssystem (IuK-System) bezeichnet wird, veranschaulicht Abb. 1.3. Eine engere Sichtweise begrenzt das Informationssystem auf Basis- und Anwendungssystem oder gar nur das Anwendungssystem. Der synonome Gebrauch beider Begriffe ist durchaus verbreitet.

Früher wurden Informationssysteme auf (isolierten) Rechnersystemen betrieben. Inzwischen bildet in der Regel ein Rechnernetz das technologische Basissystem. Das Anwendungssystem ist nicht selten modular aufgebaut und kann der Abwicklung der vielfältigen Informationsverarbeitungsaufgaben in Wirtschaftsunternehmen dienen, von Aufgaben im operativen Bereich bis hin zur Managementunterstützung. Die Rolle der

involvierten Menschen kann sehr unterschiedlich ausfallen. Während mit Anwender das Unternehmen, die Abteilung oder Person(engruppe) bezeichnet wird, für deren geschäftliche Zwecke ein Anwendungssystem eingesetzt wird, sind Nutzer Personen, die das System im Sinne des Anwendungszwecks tatsächlich nutzen bzw. bedienen. IT-Gestalter befassen sich dagegen mit der Entwicklung, d. h. der Konzeption, Programmierung, Implementierung und dem Test, von Anwendungssystemen. Die Unterscheidung von Nutzern und IT-Gestaltern/-Entwicklern verwischt zusehends. Beide Gruppen wachsen in der Funktion des Wirtschaftsinformatikers zusammen.

Inhaltlich befasst sich die Wirtschaftsinformatik mit den genannten drei Komponenten von Informationssystemen, wobei der Schwerpunkt auf betrieblichen Informationssystemen liegt, also Systemen in Wirtschaftsunternehmen. Die Inhalte lassen sich wie folgt grob umreißen:

- Bei der ersten Komponente geht es um die **technologische Basis** der betrieblichen Informationsverarbeitung. Ihre Betrachtung erstreckt sich auf Rechnersysteme mit Hardware und Systemsoftware, Rechnernetze sowie das Internet (vgl. hierzu Teil A des vorliegenden Buches).
- Die Inhalte zur zweiten Komponente befassen sich aus unterschiedlichen Perspektiven mit **Anwendungssystemen**: Erstens mit den unterschiedlichen Arten von inner- und zwischenbetrieblichen Anwendungssystemen. Zweitens mit der Entwicklung von Anwendungssystemen aus der Sicht der unterstützten Geschäftsprozesse, des Software Engineering und der Datenorganisation. Drittens mit dem Management des Einsatzes von Anwendungssystemen (vgl. zu diesen drei Perspektiven die vier Teile B, C, D und E des vorliegenden Buches).
- Die dritte Komponente betrifft die Rolle des **Menschen** in der Informationsverarbeitung. Inhalte hierzu befassen sich etwa mit IT-Berufen (vgl. hierzu Kap. 1) sowie mit Fragen des Datenschutzes und der Datensicherheit (vgl. hierzu Kap. 17).

Zudem beschäftigt sich die Wirtschaftsinformatik auch mit der Umwelt von IuK-Systemen, soweit sie mit den IuK-Systemen von Unternehmen vernetzt ist. Zur Umwelt gehören z. B. Kunden, Lieferanten, Kommunen, staatliche Institutionen, Softwarehersteller und Netzbetreiber.

Wie jede Wissenschaft verfolgt auch die Wirtschaftsinformatik das generelle Ziel, das Wissen über den Betrachtungsgegenstand – hier also IuK-Systeme mit genannten Komponenten und Umgebungsverflechtungen – zu erweitern und zu vertiefen. Innerhalb dieses Rahmens stellen sich der Wirtschaftsinformatik ein Analyse- und ein Gestaltungsziel. Die Analyse betrifft die Ermittlung von Defiziten sowie von innovativen Optionen des IT-Einsatzes in Wirtschaftsunternehmen. Davon ausgehend zielt die Gestaltung auf eine Organisation des IT-Einsatzes in einer Weise ab, die zu einer Steigerung der Qualität der Informationsverarbeitung führt. Im Einzelnen bedeutet dies:

- Der IT-Einsatz soll einen Beitrag zur weitergehenden Erreichung der Unternehmensziele leisten (Effektivitätsziel).
- Der IT-Einsatz soll dem Wirtschaftlichkeitsprinzip genügen, d. h. die Relation zwischen dem Ergebnis des IT-Einsatzes und dem betrieblichen Aufwand an IT-Ressourcen soll möglichst günstig ausfallen (Effizienzziel).
- Der IT-Einsatz soll neben dem Effektivitäts- und Effizienzziel noch weitere relevante Ziele, etwa Qualität, ergonomische Gestaltung und Akzeptanz von Anwendungssystemen, berücksichtigen. Schließlich sind auch Umwelt- und Ethikziele zu beachten.

Die Wirtschaftsinformatik hat einen enormen Bedeutungszuwachs in der Wirtschaft erfahren. Entsprechend ist der Bedarf an IT-Fachkräften und Wirtschaftsinformatikern gestiegen. Die Ausbildung an Hochschulen trägt dieser Entwicklung in zweifacher Weise Rechnung. Erstens mit dem Angebot der Wirtschaftsinformatik als Nebenfach in wirtschafts-, ingenieur- und naturwissenschaftlichen Studiengängen. Zweitens mit der Einrichtung von Wirtschaftsinformatik-Studiengängen, die mit dem Grad des Diplom-Wirtschaftsinformatikers oder mit dem Bachelor- oder Mastergrad in Wirtschaftsinformatik abschließen. Die qualifizierte Ausbildung in Wirtschaftsinformatik bereitet Absolventen auf die Ausübung von IT-Berufen mit unterschiedlichen Schwerpunkten vor. Entsprechende Berufsbilder der Wirtschaftsinformatik behandelt der folgende Abschn. 1.2.

Zu den Grundlagen der Wirtschaftsinformatik werden zahlreiche Lehrbücher angeboten, die das Fach aus unterschiedlichen Blickwinkeln und mit verschiedenen Schwerpunkten betrachten, vgl. z. B. Hansen et al. (2019), Laudon et al. (2016), Leimeister (2021), Thome und Winkelmann (2015), Lemke und Brenner (2015), Weber et al. (2019) und Abts und Mülder (2010).

1.2 Tätigkeitsfelder und Berufsbilder der Wirtschaftsinformatik

Computergestützte Informationssysteme finden sich heute in fast allen Lebensbereichen, sowohl im Privat- als auch im Arbeitsleben. Gab es am Anfang des Computereinsatzes in der Praxis in den 1950er-Jahren nur vereinzelte Anwendungen in abgegrenzten lokalen Bereichen von Großunternehmen, z. B. in der Buchhaltung und in der Lohn- und Gehaltsabrechnung, so hat sich die Situation durch die Integration der Systeme und die verteilten Anwendungen völlig verändert. Durch die Vernetzung der Systeme in Unternehmen und vor allem durch die weltweite Ausdehnung des Internets lassen sich Anwendungen rund um den Erdball und zu jeder Zeit durchführen. Die rasanten Entwicklungen in der Computertechnologie (vgl. Abschn. 1.3) führen zu weit aufgefächerten und vielfältigen Nutzungsmöglichkeiten, die sich spezifischen Tätigkeitsfeldern und Berufsbildern der Wirtschaftsinformatik zuordnen lassen.

Tätigkeitsfelder der Wirtschaftsinformatik

Voraussetzung für den erfolgreichen Einsatz von Computern in den unterschiedlichen Anwendungsgebieten sind qualifizierte Fachkräfte im Bereich Informatik und Wirtschaftsinformatik, die neben IT-Kenntnissen auch über Anwendungswissen hinsichtlich (betriebs) wirtschaftlicher Zusammenhänge verfügen. Die entsprechenden **Tätigkeitsfelder** der Wirtschaftsinformatik lassen sich etwa in drei Gruppen einteilen:

- Tätigkeitsfelder in Unternehmen/Organisationen

Unternehmen/Organisationen sind Unternehmen, aber auch Verwaltungen im öffentlichen Bereich wie z. B. Kommunalverwaltungen und Ministerien und sonstige Organisationen wie Vereine, die Informationssysteme zur Durchführung ihrer Aufgaben einsetzen. Speziell Unternehmen weisen in ihren unterschiedlichen Branchen (z. B. Industrie, Handel, Banken und Versicherungen) und Funktionsbereichen (z. B. Produktion, Logistik, Marketing und Controlling) vielfältige Tätigkeitsfelder auf. Sie umfassen z. B. die Einführung und Anpassung von Standardsoftware, die Verwaltung von Datenbanken, die Gestaltung des Internetauftritts und die Organisation des Datenschutzes.

- Tätigkeitsfelder in Unternehmen der IT-Branche

Zur IT-Branche gehören alle Unternehmen, die Hardware und/oder Software herstellen bzw. entwickeln und/oder vermarkten. Zur IT-Branche gehören auch IT-Beratungshäuser. Ihre Beratungsleistungen beziehen sich auf die Entwicklung und den Einsatz von IT-Systemen in Unternehmen, sind aber häufig mit dem Verkauf von IT-Produkten und/oder IT-Schulungen verbunden.

- Tätigkeitsfelder in der Aus- und Weiterbildungsbranche

In der Aus- und Weiterbildungsbranche findet man ein breites Spektrum von Tätigkeitsfeldern an unterschiedlichen Bildungseinrichtungen wie Hochschulen, Fachschulen, Akademien und allgemein bildenden Schulen. Sie bieten sowohl allgemeines IT-Wissen an, aber auch sehr spezialisiertes Wissen für spezielle IT-Systeme und/oder für spezielle Anwendungsbereiche, wie z. B. IT-Wissen für die Logistik, die Produktion oder das Marketing. Die Kurse führen zu unterschiedlichen Abschlüssen wie Bachelor- und Masterabschlüssen an Hochschulen oder Zertifikaten an öffentlichen und privaten Akademien. Der Aus- und Weiterbildungsmarkt im IT-Bereich ist sehr vielschichtig und die Wahl einer geeigneten Schulung für Interessierte daher häufig sehr aufwändig. Sehr vielschichtig sind auch die maßgeschneiderten internen Weiterbildungskurse, die Unternehmen für ihre Mitarbeiter im IT-Bereich anbieten.

Berufsbilder der Wirtschaftsinformatik

Für die aufgelisteten Tätigkeitsfelder lassen sich folgende **Berufsbilder** angeben (vgl. Hansen et al. (2019), S. 76 ff.):

- Berufsbilder in Unternehmen/Organisationen

Eine Zusammenstellung von Berufsbildern in Unternehmen/Organisationen zeigt Abb. 1.4. Die leitenden Funktionen 1. bis 5. werden auch unter dem Berufsbild des Informationsmanagers (engl. information manager) zusammengefasst und gehören der strategischen Ebene eines Unternehmens an. Die Berufsbilder 6. bis 12. lassen sich der operativen Ebene zuordnen, wobei die Berufsbilder 11. und 12. eher den technischen Berufen zuzurechnen sind.

- Berufsbilder in Unternehmen der IT-Branche

Die Berufsbilder in Unternehmen der IT-Branche decken sich teils mit Berufsbildern in Anwendungsunternehmen. Dies trifft für leitende Funktionen zu, etwa

- IT-Leiter,
- IS-Organisator,
- IS-Projektmanager und
- IS-Analytiker,

aber auch für ausführende Funktionen wie

- Anwendungsentwickler und
- Webdesigner.

In beiden Fällen erfahren die genannten Berufsbilder eine gewisse Prägung durch die Anbieterrolle der IT-Unternehmen.

Darüber hinaus treten in der IT-Branche weitere Berufsbilder auf, die mit der Entwicklung und Vermarktung von IT-Produkten sowie der IT-Beratung zusammenhängen. Eine Übersicht entsprechender Berufsbilder zeigt Abb. 1.5.

- Berufsbilder in der Aus- und Weiterbildungsbranche

Die Berufsbilder in der Aus- und Weiterverarbeitungsbranche betreffen einerseits alle Personen, die an Hochschulen, Fachschulen, allgemein bildenden Schulen und Akademien das Fach Wirtschaftsinformatik als Lehrende vertreten. Andererseits sind auch alle Personen betroffen, die in Unternehmen als IT-Trainer oder IT-Ausbilder tätig sind. Die genannten Berufsbilder werden in Abb. 1.6 erläutert.

Berufsbild	Erläuterungen
1. IT-Leiter (chief information officer, CIO)	Leitende Funktion in allen IT-Bereichen; verantwortlich für strategische Planungen und Entwicklungen, IT-gestützte Abläufe, IT-Investitionen und IT-Controlling in Unternehmen.
2. IS-Organisator (IS organizer)	Leitende Funktion für die Planung, Organisation und Kontrolle der Informationssysteme (IS) und der gesamten IS-Architektur in Unternehmen.
3. IS-Projektmanager (IS project manager)	Leitende Funktion für die Planung, Organisation, Steuerung und Kontrolle der IT- bzw. IS-Projekte in Unternehmen; häufig Leiter eines Projektteams, bei dem auch externe Berater mitarbeiten können.
4. IS-Analytiker (system analyst)	Leitende Funktion für die Analyse von Informationssystemen (Ist-Analyse), die Analyse der Schwachstellen und des Bedarfs sowie Konzeption von Informationssystemen (häufig im Rahmen von IT-Projekten).
5. Social-Media-Manager (social media manager)	Leitende Funktion für die Planung, Organisation und Kontrolle von Social-Media-Entwicklungen und ihres Einsatzes in Unternehmen (häufig im Rahmen von Projekten).
6. Anwendungsentwickler (application developer)	Mitarbeiter in Entwicklungsteams (häufig in Projektteams), die meist IS-Anwendungen entwickeln, die durch IS-Analytiker vorgegeben werden. Durchführung von Programmieraktivitäten und Tests sowie Unterstützung bei der Einführung und Wartung der Systeme.
7. Webdesigner (web designer)	Mitarbeiter in Entwicklungsteams von Web-Anwendungen und Social-Media-Anwendungen, wobei das Design der Websites im Vordergrund steht.
8. Datenbank-Administrator (data base administrator)	Mitarbeiter, die für den effizienten Einsatz von Datenbanksystemen verantwortlich sind, vor allem verantwortlich für die Pflege und Wartung der Datenbanken in Unternehmen. Dabei arbeiten sie mit Anwendungsentwicklern (6.), vor allem mit Entwicklern von Datenbanken zusammen.
9. Datenschutzbeauftragter (data protection manager)	Personen, die laut Datenschutzgesetz für den Schutz personenbezogener Daten verantwortlich sind. Neben IT- und Anwendungswissen wird bei diesen Personen auch Datenschutzrechtliches Wissen vorausgesetzt. Sie arbeiten mit leitenden IT-Mitarbeitern und mit IT-Sicherheitsbeauftragten (data security manager) zusammen.
10. Benutzerbetreuer (user support consultant)	Mitarbeiter, die Endbenutzer (end user) bei ihren Tätigkeiten unter Nutzung von Hotline- oder Help-Desk-Systemen per Telefon oder Mail individuell unterstützen und beraten.
11. Systemprogrammierer (system programmer)	Mitarbeiter mit eher technischem Wissen, die sich z.B. mit Systemsoftware, Entwicklungssystemen, Verwaltungs- und Kommunikationssystemen beschäftigen; häufig in Zusammenarbeit mit Anwendungsentwicklern (6.).
12. Netzwerk- und System-Administrator (network and system administrator)	Mitarbeiter mit speziellem technischem Wissen für die Planung, Entwicklung und Verwaltung der Rechnernetze und der vernetzten Server- und Clientsysteme; häufig auch Wahrnehmung von IT-Sicherheitsaufgaben in Zusammenarbeit mit den IT-Sicherheitsbeauftragten der Unternehmen.

Abb. 1.4 Berufsbilder der Wirtschaftsinformatik

Berufsbild	Erläuterungen
13. Datenbanksystementwickler (database system developer)	IT-Fachkräfte, die Datenbanksoftware, insbesondere Datenbankverwaltungssysteme, sowie Datenbanksprachen mit zugehörigen Übersetzern entwickeln.
14. Social-Media-Entwickler (social media developer)	IT-Fachkräfte, die Social-Media-Anwendungen unterschiedlicher Kategorien (z.B. Blogging-Dienste, Social Netzwerke und Content-Sharing-Dienste) entwickeln.
15. IT-Vertriebsbeauftragte (IT salesmen)	Mitarbeiter mit IT-Kompetenzen, die als Vertreter/Verkäufer von IT-Produkten auch Kunden beraten, an IT-Lösungen mitwirken, Installationen vorbereiten und überwachen sowie ggf. Schulungen übernehmen.
16. IT-Berater (IT consultant)	IT-Fachkräfte, die Unternehmen vor allem bei der Gestaltung von IT-Systemen unterstützen, d.h. bei der Planung, Auswahl, Entwicklung, Einführung sowie bei der Wartung und Pflege.

Abb. 1.5 Spezifische Berufsbilder in der IT-Branche

Berufsbild	Erläuterungen
17. IT-Dozent (IT teacher)	IT-Fachkräfte, die das Fach (Wirtschafts-)Informatik in der Funktion von (Universitäts-)Professoren, Dozenten und (Fach-)Lehrern an Hochschulen, Schulen und Akademien vertreten.
18. IT-Trainer (IT trainer)	IT-Fachkräfte, die in Unternehmen für die IT-Weiterbildung zuständig sind und insbesondere auch IT-Wissen über konkrete unternehmensrelevante IT-Systeme vermitteln; auch als IT-Ausbilder bezeichnet.

Abb. 1.6 Berufsbilder der Wirtschaftsinformatik in der Aus- und Weiterbildungsbranche

Neben der Gruppierung nach Branchen kann man die Berufsbilder der Wirtschaftsinformatik auch einteilen in Kernberufe, Mischberufe und Randberufe:

- Bei **Kernberufen** stellt das Arbeiten mit betrieblichen Informationssystemen die Hauptaufgabe dar. Dies trifft für IT-Fachkräfte zu, die in allen drei Gruppen von Berufsbildern auftreten. Kernberufe sind überwiegend in der IT-Branche und in der IT-Aus- und Weiterbildung anzutreffen.
- Bei den **Mischberufen** liegt ein ausgewogenes Verhältnis zwischen IT-Aufgaben und Anwendungsaufgaben vor. Dies ist z. B. bei dem Berufsbild des Anwendungsentwicklers der Fall, der neben Kompetenzen in der Systementwicklung auch über profundes Wissen über die Anwendungsdomäne verfügen muss.
- Bei den **Randberufen** stehen die Anwendungsaufgaben im Vordergrund. Ihre Wahrnehmung erfordert jedoch gewisse IT-Kompetenzen. Diese Situation ist bei den oben angeführten 18 Berufsbildern kaum gegeben, jedoch z. B. bei einer Vielzahl von IT-Endbenutzern.

Abhängig von der Unternehmensgröße kann es innerhalb der in Abb. 1.4 und 1.5 aufge-listeten Berufsbildern zu Spezialisierungen kommen, die z. B. durch den Software-Lebenszyklus bedingt sind. So etwa bei den Berufsbildern des Anwendungsentwicklers und des Systemprogrammierers, wo eine Differenzierung nach Spezialisten für die Phasen Anforderungsdefinition, Entwurf, Programmierung/Implementierung, Test und Wartung nicht selten praktiziert wird. Insgesamt gibt es auch daher in der Praxis eine Ausdifferenzierung der IT-Berufe, die über die vorgestellte Auswahl von IT-Berufsbildern wesentlich hinausgeht (vgl. hierzu auch Hansen et al. 2019, S. 81 ff.).

1.3 Entwicklungsgeschichte der Informationsverarbeitung

Zwischen der Entwicklung der Informationstechnik und der Entwicklung der Produktionstechnik bestehen unmittelbare Analogien. In beiden Bereichen lassen sich etwa drei Entwicklungsphasen abgrenzen:

- Werkzeugeinsatz,
- Mechanisierung,
- Automatisierung.

Im Produktionsbereich folgte auf den Einsatz von Werkzeugen (Hammer, Zange, Säge usw.) zur Herstellung von Gütern die Mechanisierung von Arbeitsprozessen mit (Einzweck-)Maschinen (Drehbank, Fräsmaschine usw.) und schließlich deren Automatisierung mit NC-Maschinen (engl. numerical control), d. h. Maschinen mit numerischer Steuerung. Während bei dem Werkzeugeinsatz sämtliche Arbeitsschritte zur Herstellung eines Gutes von Menschen ausgeführt werden, übernehmen bei der Mechanisierung Maschinen einen Teil der Arbeitsschritte und bei der Automatisierung NC-Maschinen bzw. Automaten (computer) alle auszuführenden Arbeitsschritte.

Analoge Verhältnisse liegen im Bereich der Informationsverarbeitung vor. Auf die Nutzung von Rechengeräten durch menschliche Informationsverarbeiter folgten die Mechanisierung der Informationsverarbeitung mit Lochkartengeräten und deren vollständige Automatisierung mit Rechenautomaten bzw. Computern. Den zeitlichen Ablauf dieser Entwicklungsstufen veranschaulicht Abb. 1.7. Nachfolgend werden diese Entwicklungsstufen auch mit Hinweisen auf einige wesentliche Erfindungen erläutert.

Sieht man von einfachen Rechengeräten wie Abacus ab, so setzte der **Werkzeugeinsatz** im 17. Jahrhundert mit der Entwicklung von mechanischen Rechenmaschinen ein. Diese als Addier- oder Vierspeziesmaschinen ausgelegten Geräte waren in weiterentwickelter Form noch in den Jahren nach dem 2. Weltkrieg verbreitet. Ihre modernen Nachfolger stellen elektronische Taschenrechner dar. Als früheste Erfindungen und Erfinder seien genannt:

- 1623: Erste Rechenmaschine (Schickardt)
1642: Rechenmaschine für Addition und Subtraktion (Pascal)
1671: Vierspeziesmaschine (Leibniz)

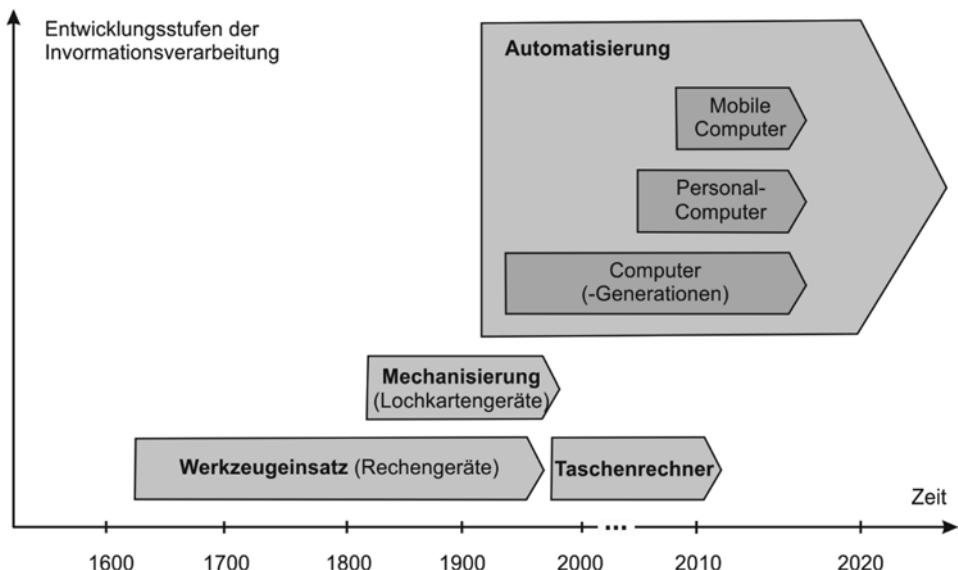


Abb. 1.7 Entwicklungsstufen der Informationsverarbeitung

Die **Mechanisierung** der Informationsverarbeitung ist untrennbar mit einer Person und dem von ihr benutzten Medium verknüpft: dem Erfinder Hollerith und der von ihm als Informationsträger benutzten Lochkarte. Bereits 1805 benutzte Jacquard gelochte Karten aus Karton zur Steuerung von Webstühlen. Viel später konstruierte Hollerith Geräte zum Lochen, Manipulieren und Auswerten von Lochkarten. Diese Hollerith-Technik basierte auf elektromechanischen Lochkartenmaschinen wie

- Kartenstanzer zum Stanzen von Informationen in Lochkarten,
- Sortiermaschine zum Sortieren eines Kartenstapels nach einem Sortierbegriff, z. B. Artikelnummer,
- Kartenmischer zum Mischen zweier Kartenstapel derart, dass der erzeugte Kartenstapel gewünschte Kartenfolgen aufweist, z. B. je eine Adresskarte gefolgt von zugehörigen Bestellkarten, und
- Tabelliermaschine zur Verarbeitung von Kartenstapeln und Ergebnisausgabe auf Papier.

Noch in den 1960er-Jahren wurde die **Hollerith-Technik** eingesetzt. Danach wurde sie sukzessive durch Computersysteme und elektromagnetische Speicher – zunächst Magnetbänder statt Kartenstapeln – abgelöst. Als wesentliche Meilensteine der Mechanisierung der Informationsverarbeitung sind festzuhalten:

- 1805: Steuerung von Webstühlen mit gelochten Kartonkarten (Jacquard)
 1885: Lochkartenmaschinen (Hollerith)

Konzeptionelle Überlegungen zu einem **Rechenautomaten** stellte Babbage bereits Anfang des 19. Jahrhunderts an. Erst Mitte des 20. Jahrhunderts wurden programmgesteuerte Rechenautomaten von Zuse mit elektromechanischen Relais-Schaltkreisen sowie von Eckert, Mauchly und Goldstine mit elektronischen Röhren-Schaltkreisen realisiert. Etwa gleichzeitig wurde das Konzept moderner Rechenanlagen mit binär codiertem und intern gespeichertem Programm von dem Mathematiker John von Neumann entwickelt. Auf die 1. Generation der Röhren-Rechner folgten in den 1950er-Jahren die mit Transistoren realisierte 2. Rechnergeneration, in den 1960er-Jahren die 3. Rechnergeneration auf der Basis von integrierten Schaltkreisen und in den 1970er-Jahren die 4. Rechnergeneration mit hochintegrierten Schaltkreisen. Die kommerzielle Nutzung von Computern setzte Mitte der 1950er-Jahre ein. Sie ging mit der Entwicklung von Programmiersprachen und Direktzugriffspeichern einher und führte zunächst zu zentralisierten Formen der automatisierten Informationsverarbeitung. Einige wesentliche Stationen dieses Weges sind:

- 1833: Entwurf eines Rechenautomaten (Babbage)
- 1938: Programmgesteuerter Rechenautomat Z1 mit mechanischem Schaltwerk (Zuse)
- 1941: Programmgesteuerter Rechenautomat Z3 mit Relais-Schaltkreisen (Zuse)
- 1944: Grundkonzept moderner Rechenanlagen (von Neumann)
- 1946: Elektronische Rechenanlage ENIAC mit Röhren-Schaltkreisen (Eckert, Mauchly, Goldstine)
- 1956: Erste kommerzielle Computer-Festplatte (Johnson)
- 1956: Programmiersprache FORTRAN
- 1959: Programmiersprache COBOL
- ab 1955: 2. Rechnergeneration (z. B. IBM 1401)
- ab 1962: 3. Rechnergeneration (z. B. IBM/360, UNIVAC 9000)
- ab 1970: 4. Rechnergeneration (z. B. Rechner von IBM, HP, Dell)

Wahre Innovationsschübe in der Informationsverarbeitung lösten die Entwicklung der Personal-Computer (PC) und etwas später der Mobil-Computer aus. Mit dem PC wurde nicht nur das Anwendungsfeld der individuellen Informationsverarbeitung für private Zwecke eröffnet, sondern auch das der kommerziell betriebenen verteilten Verarbeitung. Einen weiteren Schub erfuhren das private und das kommerzielle Anwendungsfeld durch die Entwicklung von mobilen Computern. Mit ihnen traten mobile Formen der Informationsverarbeitung neben die bislang betriebene stationäre Verarbeitung. Einige wesentliche Entwicklungsschritte hin zum Personal Computing und Mobile Computing sind:

- 1971: 4-Bit-Mikroprozessor (Fa. Intel)
- 1975: Erster vermarkteter Mikrocomputer ALTAIR 8800
- 1977: Mikrocomputer Apple II mit 8-Bit-Prozessor
- 1981: IBM PC mit 16-Bit-Prozessor
- 1989: Erste Tabletcomputer auf dem Markt, z. B. GRiDPad der Fa. GRiDSystems

- 1995: Erstes Smartphone im Handel
 2007: Smartphone iPhone der Fa. Apple mit Multitouch-Bedienoberfläche
 2010: Tabletcomputer iPad der Fa. Apple verhilft Tablets zum Marktdurchbruch

Lange Zeit wurde der Fortschritt in der Informationsverarbeitung primär durch die Rechnerentwicklung getragen, während von der Kommunikationstechnik nur ein geringerer Einfluss ausging. Eine grundlegende Voraussetzung für die verteilte Verarbeitung sowie das Personal Computing und das Mobile Computing sind jedoch leistungsfähige Kommunikationswege. Diese wurden anknüpfend an anfänglich genutzte Telegrafie- und Telefonienetze zu den heute üblichen digitalen Übertragungswegen und Mobilfunknetzen ausgestaltet. Den zeitlichen Bezug dieser groben Entwicklungsstufen veranschaulicht Abb. 1.8.

Über die Telegrafie und Telefonie hinaus ermöglichte die Entwicklung der Kommunikationstechnik den Aufbau von lokalen, regionalen und globalen Übertragungswegen und Rechnernetzen. Erheblich erweitert wurden zudem die an Rechnernetze anschließbaren Geräte und damit die Möglichkeiten der dezentralen/mobilen Eingabe, Verarbeitung, Übertragung und Ausgabe von Informationen. Schließlich erwies sich die Einrichtung des Internets als „Netz der Netze“ im Nachhinein als eine Maßnahme, die völlig neue Anwendungsfelder der Informationsverarbeitung eröffnete. Einige wesentliche Schritte der Entwicklung der Kommunikationstechnik sind:

- 1837: Schreibtelegraf (Morse)
 1844: Telegrafie mit Lochstreifen (Bain)
 1860: Telefon (Reis)
 1876: Fernsprechapparat (Bell)

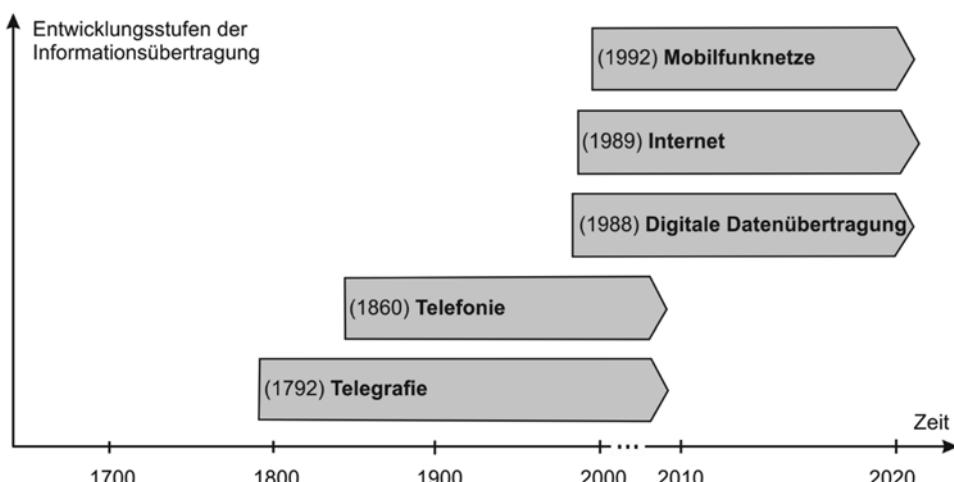


Abb. 1.8 Grobe Entwicklungsstufen der Informationsübertragung

- 1895: Drahtlose Telegrafie (Marconi)
- 1914: Fernschreibmaschine (Kleinschmidt)
- 1931: Telefaxsystem (Bell Laboratories)
- 1984: Einführung Bildschirmtext (Btx) in Deutschland
- 1988: Einführung des digitalen Netzes ISDN in Deutschland
- 1989: Schnurloses Telefon in Deutschland
- 1989: Internet mit den Diensten Web und E-Mail
- 1992: Mobilfunknetze D1 und D2 in Deutschland
- 1992: Internet-Dienst SMS (Short Message System)
- 2004: Mobilfunkstandard UMTS in Deutschland

Fortschritte in der Computertechnik und in der Übertragungstechnik sowie deren Zusammenführung in lokalen, regionalen und globalen Rechnernetzen haben dem Internet zu einer überragenden Bedeutung verholfen. Die wahre Flut von Internet-Diensten und netzbasierten Anwendungen erfährt eine beständige Erweiterung, wobei gewisse Themenkomplexe temporär eine besondere Beachtung finden. Einige wesentliche (Weiter-)Entwicklungen der netzbasierten Informationsverarbeitung werden in Abb. 1.9 genannt.

Die Bedeutung des **Mobile Computing** im privaten und geschäftlichen Bereich hat mit der Verfügbarkeit leistungsfähiger Mobil-Computer und Mobilfunknetze stark zugenommen. Technologisch bedingte Schranken bei der mobilen Nutzung von Internet-Diensten und von netzbasierten Anwendungen wurden bereits weitgehend reduziert.

Ähnliche Verhältnisse liegen im Bereich der **Social Media** vor. Hier hat der Übergang von Technologien des Web 1.0 zum Web 2.0 zu einer grundlegenden Veränderung des Nutzerverhaltens geführt. Sie findet ihren Ausdruck in der weit verbreiteten Nutzung von Social-Media-Diensten wie etwa WhatsApp und YouTube. Noch stehen hier private Zwecke im Vordergrund. Doch die kommerzielle Nutzung von Social Media wird weiterhin stark zunehmen und wesentlich über bereits erschlossene Anwendungsbereiche wie etwa Personalakquisition und Werbung hinausgehen (vgl. Gabriel und Röhrs 2017).

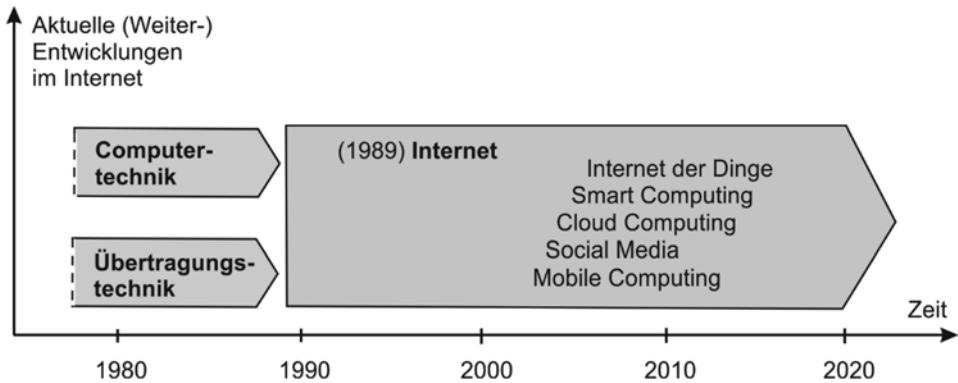


Abb. 1.9 Einige wesentliche (Weiter-)Entwicklungen im Internet

Auch im Bereich des **Cloud Computing** ist eine starke Zunahme der Nutzung dieser innovativen Form des IT-Outsourcings zu beobachten. Nicht zuletzt wegen der Breite des Angebots von Cloud-Diensten. Es erstreckt sich auf Anwendungssysteme, Entwicklungswerkzeuge und Hardware/Rechnerressourcen. Im Grunde wird so eine „Rundum-Versorgung“ offeriert, die IT-Ressourcen jeglicher Art einschließt.

Das **Internet der Dinge** (engl. **internet of things**, IoT) beschreibt die Situation, dass immer mehr Gebrauchsgegenstände mit Rechnern/Prozessoren ausgestattet und mit dem Internet verbunden werden. Diese „intelligenten“ Gegenstände (engl. smart things) können somit auf alle zugänglichen Informationen zugreifen und diese verarbeiten. Sie können mit anderen intelligenten Dingen bzw. Objekten direkt kommunizieren und sich austauschen (smart nets). So verfügen schließlich alle Dinge über eine virtuelle Identität, z. B. Personen, Unternehmen, Organisationen, Verwaltungen, Häuser, Fahrzeuge, Produktionsstätten, Maschinen, Prozesse; man spricht daher vom Internet alles Seienden (engl. *internet of every-thing*, IoE). Zunehmend werden Dinge des täglichen Lebens mit Rechnern, Sensoren und Internetanschlüssen ausgestattet, z. B. Autos, Küchenmaschinen, TV-Geräte, Kleidungsstücke. In Produktionsunternehmen werden immer mehr Maschinen, Lager- und Transportsysteme mit dem Internet der Dinge ausgestattet, sodass „intelligente“ Produktionsprozesse entstehen. Die Bundesregierung verfolgt mit dem Programm „Industrie 4.0“ diesen Ansatz. Ähnliche Anwendungen werden auch für Handels- und Dienstleistungsunternehmen entwickelt.

Bei allen IT-Entwicklungen ist der Trend zur Steigerung der „Intelligenz“ der Systeme zu beobachten, so auch beim „Internet der Dinge“ mit der Verbindung „intelligenter“ Gegenstände (smart things). Dieser als **Smart Computing** bezeichnete Trend spielt in Zukunft eine bedeutende Rolle. Speziell auch bei den „intelligenten“ Problemlösungen in der Praxis, die unter dem Begriff „Business Intelligence“ (BI) zusammengefasst werden. Hier gilt es vor allem, große Datenmengen (engl. big data) auszuwerten bzw. zu analysieren, eine Akzentverschiebung, die mit dem Begriff „**Business Analytics**“ belegt wird. In allen Anwendungsbereichen, so z. B. in der Wirtschaft, in der Technik und in der Medizin wird das Wissen stark zunehmen, sodass hier geeignete Wissensrepräsentationsformen und -speicher und effiziente Wissenauswertungsverfahren gefordert sind. Die Wissensverarbeitung (engl. knowledge processing) erhält nach den bekannten Ansätzen der Künstlichen Intelligenz (KI) der 1980er/1990er-Jahre damit eine neue Dimension.

Die zunehmende **Digitalisierung** ist in allen Lebensbereichen unserer Gesellschaft festzustellen. Man spricht daher schon von einer „digitalen Gesellschaft“ und sogar von einer „digitalen Revolution“ (vgl. Leimeister 2021, S. 2 ff.). Über die ursprüngliche Bedeutung, d. h. die Umwandlung analoger in digitale Informationen, weit hinausgehend, ist hierbei die systematische Erschließung und Nutzung der Potenziale digitaler Technologien für geschäftliche und private Zwecke gemeint. Im Bereich der Wirtschaft führt diese auch so genannte digitale Transformation zu neuen kooperativen Formen der Leistungserstellung. Beispielsweise zu den im Rahmen des Programms Industrie 4.0 angestrebten cyberphysischen Systemen in Produktion und Logistik (vgl. Teil B, Kap. 6). Ein Beispiel für den Privatbereich ist das Konzept des Smart Home, das die Überwachung von Immo-

bilien/Wohnhäuser und die Geräte- und Anlagensteuerung (Heizung, Rollladen/Jalousien, Kühlschänke und Staubsaug-Roboter) betrifft.

Zahlreiche Begriffe der Wirtschaftsinformatik, insbesondere auch die im vorliegenden Kapitel verwendeten Termini und Anglizismen, werden in aktueller und verständlicher Form beispielsweise in einem Online-Lexikon der Wirtschaftsinformatik erläutert (vgl. hierzu Gronau et al. 2019).

Literatur

- Abts, D., Mülder, W. (Hrsg.): Masterkurs Wirtschaftsinformatik. Vieweg, Teubner, Wiesbaden (2010)
- Gabriel, R., Röhrs, H.-P.: Social Media – Potenziale, Trends, Chancen und Risiken. Springer Gabler, Berlin (2017)
- Gronau, N., Becker, J., Kliewer, N., Leimeister, J.M., Overhage, S. (Hrsg.): Enzyklopädie der Wirtschaftsinformatik, Online-Lexikon, 11 Aufl. GITO-Verlag, Berlin (2019)
- Hansen, H.R., Mendling, J., Neumann, G.: Wirtschaftsinformatik, 12 Aufl. de Gruyter, Berlin (2019)
- Laudon, K.C., Laudon, J.P., Schoder, D.: Wirtschaftsinformatik, eine Einführung, 3 Aufl. Pearson Studium, München (2016)
- Leimeister, J.M.: Einführung in die Wirtschaftsinformatik, 12 Aufl. Springer Gabler, Berlin/Heidelberg (2021)
- Lemke, C., Brenner, W.: Einführung in die Wirtschaftsinformatik, Band 1: Verstehen des digitalen Zeitalters. Springer Gabler, Berlin/Heidelberg (2015)
- Thome, R., Winkelmann, A.: Grundzüge der Wirtschaftsinformatik, Organisation und Informationsverarbeitung. Springer Gabler, Berlin/Heidelberg (2015)
- Weber, P., Gabriel, R., Lux, T., Schroer, N.: Basiswissen Wirtschaftsinformatik, 3 Aufl. Springer, Berlin (2019)

Teil A

Instrumente der Informationsverarbeitung

Der vorliegende Teil A des Buches beantwortet die Frage: „Welche technischen Instrumente stehen für die Informationsverarbeitung in Unternehmen, Verwaltungen und im privaten Bereich zur Verfügung?“. Die Kenntnis von Aufbau und Funktionsweise der Instrumente erleichtert ganz wesentlich das Verständnis der restlichen Teile des Buches. Diese befassen sich mit den innerorganisatorischen (Teil B) und den interorganisatorischen (Teil C) Anwendungssystemen der Informationsverarbeitung, der Gestaltung von Anwendungssystemen (Teil D) und dem Management der Informationsverarbeitung (Teil E). Die Einordnung des Teils A in die Gesamtstruktur des Buches veranschaulicht Abb. 1.

Für die Abgrenzung der Instrumente der Informationsverarbeitung ist die Unterscheidung zwischen den in Unternehmen eingesetzten Anwendungssystemen und ihrer instrumentellen Basis von grundlegender Bedeutung. Zur instrumentellen Basis, hier auch mit Basis-Technologien umschrieben, zählen insbesondere Rechnersysteme, Rechnernetze und das Internet als weltweites Netz. Sämtliche Anwendungssysteme, von den operativen Systemen über die Systeme zur Unterstützung des Managements und die mobilen Systeme bis hin zu den Social-Media-Anwendungen, setzen auf den Basis-Technologien auf und werden von ihnen ausgeführt. Insofern hat erst die Weiterentwicklung der Basis-Technologien die Ausdifferenzierung in die heute in Unternehmen und Verwaltungen eingesetzten leistungsfähigen Anwendungssysteme ermöglicht.

Die genannten Basis-Technologien

- Rechnersysteme,
- Rechnernetze und
- Internet

aufgreifend, wird der Teil A, wie in Abb. 2 dargestellt, in die korrespondierenden Kap. 2, 3 und 4 untergliedert.

Abb. 1 Einordnung des Teils A in die Gesamtstruktur des Buches

A	Instrumente der Informationsverarbeitung
B	Innerorganisatorische Anwendungssysteme
C	Interorganisatorische Anwendungssysteme
D	Gestaltung von Anwendungssystemen
E	Management der Informationsverarbeitung

A Instrumente der Informationsverarbeitung

- 2 Rechnersysteme
- 3 Rechnernetze
- 4 Internet

Abb. 2 Unterteilung des Teils A in Kapitel

In den Kap. 2, 3 und 4 werden grundlegende Konzepte und Strukturen vermittelt, die den Aufbau, die Wirkungsweise und die Funktionalität der Basis-Technologien aus einer allgemeinen Sicht verdeutlichen. Bewusst verzichtet wird weitgehend – sofern nicht historische Entwicklungen betroffen sind – auf die Nennung konkreter Geräte und Produkte, auch weil sie ohnehin aufgrund der raschen Technologieentwicklung schnell ihre Aktualität einbüßen können. Weit weniger gilt dies für technologische Standards und Normen, die je nach Bedeutung Berücksichtigung finden.



Rechnersysteme

2

Kap. 2 ist das erste Kapitel des Teils A. Es befasst sich mit den Rechnersystemen. In Abb. 2.1 ist die Einordnung des Kap. 2 in den Teil A dargestellt.

Rechnersysteme sind eine zentrale Komponente der technologischen Basis der betrieblichen Informationsverarbeitung. Sie werden im vorliegenden Kapitel aus unterschiedlichen Perspektiven betrachtet. Nach einer begrifflichen Abgrenzung von Rechnersystemen (vgl. Abschn. 2.1), wird die Form der Darstellung von Informationen erläutert, die erst eine automatisierte Informationsverarbeitung mit Rechnern ermöglicht (vgl. Abschn. 2.2). Nach diesen vorbereitenden Überlegungen werden der Aufbau von Rechnern, d. h. ihre Zusammensetzung aus Komponenten, sowie ihre grundsätzliche Funktionsweise behandelt (vgl. Abschn. 2.3). Es folgt eine Charakterisierung der unterschiedlichen Rechnerklassen, in die sich das breite und ausdifferenzierte Angebot an konkreten Geräten auf dem Rechnermarkt unterteilen lässt (vgl. Abschn. 2.4). Den Abschluss des Kapitels bildet eine Betrachtung des Rechnerbetriebs, die sich einerseits auf die zur Steuerung von Rechneraktivitäten erforderlichen Betriebssysteme und andererseits auf die unterschiedlichen Formen der Nutzung von Rechnern aus der Anwendungsperspektive erstreckt (vgl. Abschn. 2.5).

2.1 Begriff des Rechnersystems

- Ein **Rechnersystem** (engl. computer system) ist eine aus mehreren Funktionseinheiten bestehende Anlage, die der automatisierten Eingabe, Speicherung, Verarbeitung und Ausgabe von Daten dient. Die Verarbeitung erstreckt sich hierbei auf Rechen-, Umformungs-, Speicherungs- und Übertragungsoperationen.

- | |
|--|
| A Instrumente der Informationsverarbeitung |
| 2 Rechnersysteme |
| 3 Rechnernetze |
| 4 Internet |

Abb. 2.1 Einordnung des Kap. 2 in den Teil A.

Als Kurzbezeichnungen sind auch Rechner oder **Computer** (engl. computer) gebräuchlich. Je nach hervorgehobenem Aspekt wurden früher die synonymen Begriffe „Elektronische Rechenanlage“, „Elektronenrechner“, „Datenverarbeitungsanlage“, „Datenverarbeitungssystem“, „Elektronische Datenverarbeitungsanlage“ (EDVA), „Informationsverarbeitungssystem“ oder „Digitalrechner“ verwendet (vgl. Herold et al. 2017; Gumm und Sommer 2012; Weber et al. 2019, Kap. 4).

Die Funktionseinheiten eines Rechnersystems dienen der Ausführung der genannten Operationen:

- Das Einlesen von zu verarbeitenden Daten übernehmen Eingabegeräte und die Bereitstellung von Verarbeitungsergebnissen Ausgabegeräte.
- Die Verarbeitung eingelesener oder im Rechner gespeicherter Daten erfolgt in der Zentraleinheit.
- Zur externen Speicherung von Daten außerhalb der Zentraleinheit können verschiedene Speichermedien genutzt werden.

Anfänglich folgte der Aufbau der Zentraleinheit einem Architekturkonzept, das längere Zeit Ausschließlichkeitscharakter besaß. Zur Steigerung der Rechnerleistung wurden zwischenzeitlich alternative **Rechnerarchitekturen** entwickelt. Festzuhalten ist also:

- Zur Realisierung der Zentraleinheit eines Rechners kann auf unterschiedliche Rechnerarchitekturen zurückgegriffen werden.

Unabhängig von ihrer Architektur können in Rechnern nur solche Daten verarbeitet werden, deren Darstellungsform an die technischen Eigenschaften der elektronischen Funktionseinheiten angepasst ist. Die Kenntnis verschiedener Darstellungsformen von Daten erleichtert daher die Betrachtung der Funktionsweise von Rechnersystemen.

2.2 Informationsdarstellung in Rechnern

Die Behandlung der Darstellungsform von Daten und Informationen in Rechnern erfordert zunächst eine begriffliche Abgrenzung von Daten und Informationen sowie eine Abgrenzung der Arten der mit Rechnern verarbeiteten Daten/Informationen (vgl. Abschn. 2.2.1). Die Form der Darstellung von Daten/Informationen in Rechnern ist nicht

nur ein technisches Problem. Sie betrifft vielmehr unterschiedliche Ebenen der Be- trachtung von Daten/Informationen. Mit diesen Ebenen befasst sich die Semiotik, d. h. die Theorie der Zeichen. Die **Semiotik** unterscheidet drei Ebenen, die in drei weiteren Ab- schnitten angesprochen werden:

- die syntaktische Ebene, die die physikalische Darstellung von Informationen betrifft (vgl. Abschn. 2.2.2),
- die semantische Ebene, die die Zuordnung von Sinngehalt betrifft (vgl. Abschn. 2.2.3), und
- die pragmatische Ebene, die die Zweckorientierung von Informationen betrifft (vgl. Abschn. 2.2.4).

Die detailliertere Betrachtung dieser Ebenen ermöglicht ein tiefergehendes Verständnis der Informationsdarstellung in Rechnern.

2.2.1 Informationen und Daten

Früher wurde zwischen den Begriffen „Informationen“ und „Daten“ unterschieden. Heute werden die Begriffe auch synonym gebraucht. So verwendet man z. B. „Informationsverarbeitung“ und „Datenverarbeitung“ bedeutungsgleich (vgl. Hansen et al. 2019, S. 5).

► **Informationen** (engl. information) sind Angaben über Objekte und Zusammenhänge zwischen Objekten der realen und gedanklichen Welt in schriftlicher, bildlicher oder akustischer Form.

Nicht alle Informationen können in Rechnern verarbeitet werden. Vielmehr nur solche Informationen, die einer bestimmten Darstellungsform genügen. Derartige Informationen heißen Daten.

► **Daten** (engl. data) sind Informationen in einer Darstellungsform, die eine Verarbeitung in Rechnern gestattet.

Ursprünglich beschränkte sich die maschinelle Datenverarbeitung weitgehend auf fest formatierte Daten. Im Laufe der Zeit kamen unformatierte Daten wie Textinformationen, Bild-/Grafikinformationen, Toninformationen/Audio, Video und multimediale Informationen hinzu.

(Fest) formatierte Daten und Textinformationen setzen sich aus codierten Zeichen zusammen. Man fasst sie daher auch unter dem Oberbegriff „**Coded Information**“ (CI) zusammen. Im Falle formatierter Daten besitzen alle Daten eines bestimmten Typs den gleichen fest vorgegebenen Aufbau, d. h. die in Zeichen gemessene Länge der Daten ist

fix. Texte setzen sich zwar auch aus Zeichen zusammen, besitzen jedoch keinen fest vorgegebenen Aufbau und auch keine feste Länge.

Von CI zu unterscheiden ist „**Non Coded Information**“ (NCI). In die Kategorie NCI fallende Informationen setzen sich nicht aus codierten Zeichen zusammen. Vielmehr bestehen sie z. B. aus komplexen Strukturen von Bit-Folgen, die den Aufbau und gegebenenfalls auch den Ablauf oder die Ausführung statischer oder dynamischer Informationsobjekte beschreiben. Ein statisches Informationsobjekt ist z. B. ein Bild, das in Form einer aus Bildpunkten oder Pixeln zusammen gesetzten Rastergrafik repräsentiert wird. Ein dynamisches Informationsobjekt ist z. B. eine Animation, die aus einer schnellen Abfolge dargestellter Grafiken oder Bilder besteht, oder ein Musikstück.

Die Zusammenfassung und gemeinsame Verarbeitung verschiedener Arten von Informationen wird mit dem Begriff „**Multimedia**“ belegt.

► **Multimediale Informationen** (engl. multimedia) sind Informationsobjekte, die unterschiedliche Arten von Informationen, wie etwa formatierte Daten, Texte, Grafik, Audio und Video, zwecks gemeinsamer Verarbeitung zusammenfassen.

Eine zusammenfassende Übersicht der mit Rechnern verarbeitbaren Arten von Informationen zeigt Abb. 2.2.

Bei der technischen Realisierung der Funktionseinheiten von Rechnersystemen hat sich im Grunde von Anfang an die Verwendung von Bauteilen mit zwei Betriebszuständen durchgesetzt: stromführend oder nicht stromführend, magnetisiert oder nicht magnetisiert usw. Ermöglicht wurde so eine binäre, also zweiwertige Darstellungsform von Informationen, wie auch eine auf einer binären Arithmetik und Logik beruhenden Arbeitsweise von Rechnern. Die zwei (Betriebs-)Zustände werden durch die beiden Zeichen des Binäralphabets (0, 1) repräsentiert: die Binärziffer 0 (Null) und die Binärziffer 1 (Eins).

Ein Bauteil, das nicht mehr als einen der beiden Binärzustände 0 oder 1 darstellen kann, speichert die kleinste physikalisch realisierbare Informationseinheit, nämlich 1 Bit:

► Ein **Bit** (engl. binary digit – binäre Ziffer) ist die kleinste in Rechnern verfügbare Informationseinheit, die den Wert einer der beiden Binärziffern 0 oder 1 annehmen kann. Zugleich dient das Bit als Maßeinheit für Informationsmengen.

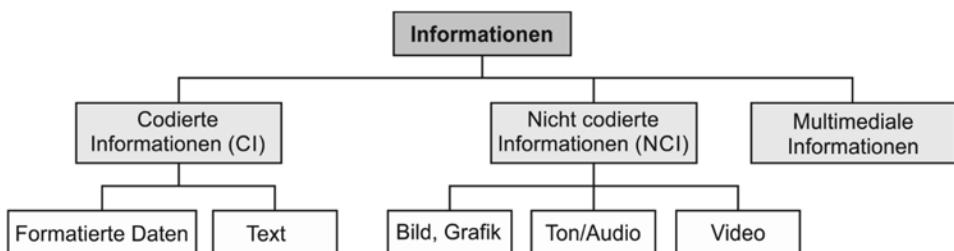


Abb. 2.2 Automatisch verarbeitbare Arten von Informationen.

Sämtliche in Rechnern verarbeiteten Informationen bestehen auf der untersten, der physikalischen Ebene aus Bit-Folgen, d. h. Folgen der Binärziffern 0 und 1. Also aus Ziffernfolgen wie z. B. 0 1 0 0 1 0 1 1 0 usw. Die Überführung von Informationsobjekten aus der Informationswelt der Anwender/Benutzer in die binäre Repräsentationsform geschieht durch **Digitalisierung**:

- Codierte Informationen, also formulierte Daten und Texte, werden mit Hilfe von Zeichencodes binär in Form von speziellen Bit-Folgen verschlüsselt.
- Nicht codierte Informationen, also Grafiken, Audio und Video, werden durch eine strukturierte Organisation von Bit-Folgen digitalisiert.

In beiden Fällen besteht das Ergebnis aus bedeutung tragenden digitalen Daten:

► **Digitale Daten** (engl. digital data) sind binäre Daten, denen durch Verschlüsselung mit Zeichencodes oder durch strukturierte Organisation ein Sinngehalt bzw. eine Bedeutung zugeordnet wird.

Mit den unterschiedlichen Ebenen der Betrachtung von Daten/Informationen befassen sich die drei folgenden Abschnitte.

2.2.2 Syntaktische Ebene der Information

Zweck der syntaktischen Ebene (**Syntax**) ist die Darstellung von Informationen derart, dass sie mit Digitalrechnern verarbeitet werden können. Dies geschieht bekanntlich durch Digitalisierung, wobei das Bit die kleinste physikalisch realisierbare Informationseinheit darstellt. Um eine effiziente Informationsverarbeitung auf der physikalisch-technischen Ebene zu ermöglichen, bildet man physikalische Informationseinheiten höherer Ordnung:

► **Physikalische Informationseinheiten** höherer Ordnung sind aufeinander aufbauende Gruppierungen von Bits, die rechnerintern als Informationseinheiten unterschiedlicher Größe technisch gespeichert und verarbeitet werden können.

Einen Überblick über gebräuchliche physikalische Informationseinheiten gibt Abb. 2.3. Zugrunde liegt hierbei eine Byte-Maschine mit 32-Bit-Architektur, d. h. ein Rechertyp bei dem das Wort aus 4 Bytes à 8 Bit besteht.

Die physikalischen Informationseinheiten sind primär für den Softwaretechniker oder Programmierer von Interesse. Für den Benutzer ist allerdings ihre Verwendung als Maßeinheit für Informationsmengen von Bedeutung. Um die Größe von umfangreichen Datenbeständen oder die Kapazität von Datenspeichern leichter zu beziffern, haben sich in Analogie zur Bedeutung der bekannten SI-Einheiten (SI steht für „Système international

Bezeichnung	Erläuterung	Beispiel	
Bit (binary digit)	Elementare Informationseinheit	0	oder 1
Tetrad, Halbbyte	Einheit mit 4 Bits	1 0 0 1	
Byte	Einheit mit 8 Bits	1 1 0 0 0 0 0 1	
Halbwort	Einheit mit 2 Bytes	Byte 1	Byte 2
Vollwort (Wort)	Einheit mit 4 Bytes	Halbwort 1	Halbwort 2
Doppelwort	Einheit mit 8 Bytes	Vollwort 1	Vollwort 2
Block	Einheit aus mehreren Wörtern, die im Rechner als Ganzes übertragen werden		

Abb. 2.3 Physikalische Informationseinheiten (Beispiel für 32-Bit-Architekturen)

Bezeichnung	Beispiele		
	Faktor	Einheit: 1 Bit (b)	Einheit: 1 Byte (B)
Kilo (K)	$10^3 = 1000$	Kb oder Kbit	KB oder KByte
Mega (M)	$10^3 K = 10^6 = 1.000.000$	Mb oder Mbit	MB oder MByte
Giga (G)	$10^3 M = 10^9 = 1.000.000.000$	Gb oder Gbit	GB oder GByte
Tera (T)	$10^3 G = 10^{12} = 1.000.000.000.000$	Tb oder Tbit	TB oder TByte
Peta (P)	$10^3 T = 10^{15} = 1.000.000.000.000.000$	Pb oder Pbit	PB oder PByte
Exa (E)	$10^3 P = 10^{18} = 1.000.000.000.000.000.000$	Eb oder Ebit	EB oder EByte
Zetta (Z)	$10^3 E = 10^{21} = 1.000.000.000.000.000.000.000$	Zb oder Zbit	ZB oder ZByte
Yotta (Y)	$10^3 Z = 10^{24} = 1.000.000.000.000.000.000.000.000$	Yb oder Ybit	YB oder YByte

Abb. 2.4 Maßeinheiten für Informationsmengen (SI-analoger Sprachgebrauch)

d'unités“, das internationale Einheitensystem) die in Abb. 2.4 dargestellten Kurzbezeichnungen (Präfixe) bestimmter Größenordnungen einer Menge von Informationseinheiten eingebürgert. In der Praxis sind vorwiegend Bit- und Byte-bezogene Maßzahlen gebräuchlich.

Abweichend von den in Abb. 2.4 dargestellten dezimalen SI-Präfixen Kilo (10^3), Mega (10^6) usw. verwendete man in der Vergangenheit Zweierpotenzen zur numerischen Darstellung der Abfolge von Größenordnungen, die den Dezimalwerten am nächsten

kamen. Also $2^{10} = 1024$ anstelle von $10^3 = 1000$, $2^{20} = 1048576$ anstelle von $10^6 = 1000000$ usw. Bei dieser binären Interpretation der SI-Präfixe umfasst demnach 1 KByte nicht 1000, sondern 1024 Byte. Von den internationalen Standardisierungsgremien wird die binäre Interpretation der SI-Präfixe ausdrücklich nicht empfohlen. Stattdessen sollten die bereits 1996 von der Internationalen elektronischen Kommission (IEC) vorgeschlagenen Binärpräfixe KiB ($2^{10} = 1024$ Byte), MiB ($2^{20} = 1048576$ Byte) usw. verwendet werden. Die IEC-Binärpräfixe haben allerdings in der Praxis bislang noch keine breite Akzeptanz gefunden.

2.2.3 Semantische Ebene der Information

Im Rahmen der Semiotik betrifft die semantische Ebene (**Semantik**) ursprünglich nur den Sinngehalt von codierten Informationen, d. h. aussagefähige Anordnungen von codierten Zeichen. Andererseits können auch nicht-codierte Informationen, wie sie in späteren Phasen der Technologieentwicklung aufkamen, Träger von Sinngehalt sein. Es liegt daher ein erweitertes Verständnis der Ebene der Semantik nahe, das codierte semantische Informationen (vgl. Abschn. 2.2.3.1) und nicht-codierte semantische Informationen (vgl. Abschn. 2.2.3.2) einschließt.

2.2.3.1 Codierte semantische Informationen

In Analogie zu physikalischen Informationseinheiten lassen sich **zeichenorientierte Informationseinheiten** unterschiedlicher Ordnung bilden. Durch die Zuordnung von Sinngehalt entstehen semantische Informationen unterschiedlicher Stufen. Deren Aussagegehalt wächst mit zunehmender Stufe.

- Die kleinste semantische Informationseinheit ist ein einzelnes **Zeichen**, das einem endlichen, geordneten Zeichenvorrat, genannt Alphabet, entnommen ist.

Man unterscheidet verschiedene Zeichenarten: Buchstaben, Ziffern und Sonderzeichen. Aus ihnen werden die in weiten Teilen der Welt gebräuchlichen Arten von Alphabeten gebildet: Numerische Alphabete, die nur aus Ziffern und Sonderzeichen bestehen, sowie alphanumerische Alphabete, die darüber hinaus auch Sonderzeichen umfassen (vgl. Abb. 2.5).

Zeichenarten		Buchstaben	Ziffern	Sonderzeichen
Beispiele		A...Z; a...z	0,1,...,9	+,-,*,/,&, usw.
Alphabet-Arten	Numerisch	nein	ja	Ja
	Alphanumerisch	ja	ja	Ja

Abb. 2.5 Zeichenarten und Alphabet

Bezeichnung(en)		Erläuterung	Beispiele
Deutsch	Englisch		
Zeichen	character	Buchstabe, Ziffer oder Sonderzeichen.	Der Buchstabe „d“ oder das Sonderzeichen „#“.
Datenelement, Datenfeld, Attribut, Segment	data field, item	Zeichenfolge mit Sinngehalt.	Die Postleitzahl „58084“ oder der Straßenname „Profilstraße“.
Datensatz	record	Mehrere logisch zusammengehörige Datenelemente.	Ein Kundenstammsatz oder ein Artikelstammsatz.
Datei	file	Mehrere logisch zusammengehörige, häufig gleichartige Datensätze.	Eine Kundendatei oder eine Artikeldatei.

Abb. 2.6 Semantische Informationseinheiten.

► **Semantische Informationseinheiten** höherer Ordnung setzen sich stufenweise aus Zeichen oder semantischen Informationseinheiten niedrigerer Ordnung zusammen.

Beispiele für die stufenweise Bildung semantischer Informationseinheiten höherer Ordnung enthält Abb. 2.6.

Die Ein- und Ausgabe semantischer Informationen, ihre interne Verarbeitung sowie ihre Speicherung auf internen und externen Speichermedien setzt bekanntlich ihre Digitalisierung voraus. Sie erfolgt durch **Codierung**, d. h. die eindeutige Abbildung der verwendeten semantischen Zeichen in Binärzeichen gemäß einem vereinbarten Zeichencode. Für die Übertragung von Daten und Programmen zwischen Rechnern ist darüber hinaus eine herstellerübergreifende Normierung solcher Codes eine Grundvoraussetzung. Einen Überblick über einige wichtige **Standardcodes** gibt die Abb. 2.7.

Die so genannten **BCD-Codes** (engl. binary coded decimals) repräsentieren jedes Zeichen durch eine Bitfolge fester Länge. Frühere BCD-Codes verwendeten hierzu eine Tetrade (4 Bits). Da der damit codierbare Zeichenvorrat jedoch lediglich $2^4 = 16$ verschiedene Zeichen umfasst, sind heute Codes mit wesentlich längeren Bitfolgen pro Zeichen – die so genannten **EBCD-Codes** (engl. extended BCD) – im Gebrauch, um komplette Alphabete mit nationalen Sonderzeichen darstellen zu können.

Mit dem Aufkommen von Personalcomputern (PCs) gewann das Problem des Informationsaustausches mittels Datenträgern wie z. B. Disketten schnell an Gewicht. Zwischenzeitlich hat sich der **ASCII-Code** als Standard für den Informationsaustausch weltweit eingebürgert. Dieser eigentlich nur 7 Bit pro Zeichen umfassende Code wurde auf 8 Bit erweitert und kann so zum Informationsaustausch zwischen nahezu allen gängigen Rechnern eingesetzt werden.

Bezeichnung	Länge der Bitfolge pro Zeichen	Anzahl darstellbarer Zeichen	Erläuterung
EBCDIC (Extended Binary Coded Decimals Interchange Code)	8 Bit	256	<ul style="list-style-type: none"> So genannter IBM-Code. Wird vorrangig in der Großrechner-Welt eingesetzt.
ASCII (American Standard Code for Information Interchange)	7 Bit, rechnerintern auf 8 Bit umgesetzt	128	<ul style="list-style-type: none"> Zeichenvorrat an die Tastatur einer Schreibmaschine für die englische Sprache angelehnt. In der PC-Welt und darüber hinaus gängiger Code für den Informationsaustausch.
Unicode (ISO 10646)	16 Bit (UCS-2) 32 Bit (UCS-4)	65.536 4.294.967.296	<ul style="list-style-type: none"> Wird von den meisten modernen Betriebssystemen unterstützt. Codiert werden nicht nur alle westlichen und slawischen Alphabete, sondern auch z. B. griechische, asiatische und arabische Schriftzeichen. UCS-4 erlaubt darüber hinaus sogar die Darstellung zahlreicher exotischer Schriftzeichen, z. B. alt-ägyptischer Hieroglyphen.
UTF-8 (Unicode Transformation Format)	variabel (1 bis 4 Byte)	wie Unicode (UCS-2)	<ul style="list-style-type: none"> Bildet die Unicode-Zeichen (UCS-2) jeweils auf Sequenzen von 1 bis 4 Byte ab (zeichenabhängig). Die ersten 128 Zeichen von UTF-8 stimmen mit dem ASCII-Standard überein. Erlaubt in vielen Fällen eine erhebliche Speicherplatzersparnis gegenüber der Verwendung von Unicode.

Abb. 2.7 Wichtige Standard-Zeichencodes.

Weitergehenden Anforderungen, wie sie sich z. B. bei der Verarbeitung von Texten quasi beliebiger Sprachen sowie von Dokumenten mit mathematischen, kaufmännischen und technischen Sonderzeichen stellen, genügen 8-Bit-Codes nicht. Für derartige Zwecke wurden 16-Bit-Codes und 32-Bit-Codes mit entsprechend erweitertem Zeichenvorrat entwickelt. So strebt z. B. die Unicode-Initiative an, alle weltweiten bekannten Textzeichen in einem Zeichensatz zu codieren. So ist etwa die 32-Bit-Variante des so genannten **Unicode** in der Lage, neben den Schriftzeichen nahezu aller lebenden Sprachen sogar zahlreiche altägyptische Schriftzeichensätze zu repräsentieren.

Ein Problem bei der Verwendung von Bitfolgen fester Länge ist der unter Umständen unnötig große Speicherplatzbedarf für entsprechend codierte semantische Informationseinheiten. So beansprucht eine einfache Textdatei, die sich eigentlich problemlos mittels eines gängigen 8-Bit-Standards codieren lässt, doppelt so viel Speicherplatz wie nötig, wenn sie mittels eines 16-Bit-Standards codiert wird. Dieses Problem kann durch die Ver-

wendung von Codes mit variabler Zeichenlänge erheblich entschärft werden. Ein Beispiel ist der Code UTF-8, bei dem 1 bis 4 Bytes zur Darstellung der Zeichen der 16-Bit-Variante des Unicodes verwendet werden. Andererseits ist die Verarbeitung derartiger Codes aufwändiger.

Speziell für die Verarbeitung von Zahlen erweisen sich die bis hierher dargestellten zeichenorientierten Codes häufig als unvorteilhaft. Beispielsweise wäre die Dezimalzahl 21 unter Verwendung des ASCII-Codes als eine Folge von zwei Bytes in der Form 00110010 00110001 darzustellen. Wesentlich speicherplatzsparender und verarbeitungsfreundlicher ist jedoch die Codierung als **Dualzahl**:

$$21_{\text{dezimal}} = 1 \cdot 2^4 + 0 \cdot 2^3 + 1 \cdot 2^2 + 0 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0 = 10101_{\text{dual}}$$

Bei dieser Codierung werden zur Darstellung der Dezimalzahl 21 nur noch 5 Bits benötigt. Die rechnerinterne Verarbeitung erfolgt nach den Rechenregeln des Dualsystems.

Während diese Codierung für ganze Zahlen geeignet erscheint, benötigen gebrochene Dezimalzahlen eine spezielle Repräsentation. Bei der so genannten **Gleitkommadarstellung** werden rationale und reelle Zahlen in Exponentialform ausgedrückt, beispielsweise die Zahl 390,42 als $0,39042 \cdot 10^3$. Im Rechner werden die so genannte Mantisse 39042 und der Exponent 3 jeweils separat als Dualzahlen codiert und gespeichert. Die Gleitkommadarstellung von Zahlen besitzt den Vorteil, dass bei einem gegebenen Speicherplatz pro Zahl ein viel größerer Zahlenbereich abgedeckt werden kann, als bei so genannten **Festkommazahlen**. Letztere werden ohne Exponent und mit fester Position des Dezimalpunkts in der Abfolge der durch Ziffern belegbaren Speicherstellen dargestellt. Marktübliche Rechner besitzen eine Gleitkomma- und eine Festkomma-Arithmetik, sind also auf die Verarbeitung von Zahlen in beiden Darstellungsformen ausgelegt.

2.2.3.2 Nicht-codierte semantische Informationen

Bei nicht-codierten semantischen Informationen ist zu unterscheiden zwischen:

- bitorientierten semantischen Informationen und
- vektororientierten semantischen Informationen.

► **Bitorientierte semantische Informationen** sind strukturierte Bitfolgen, die Bilder, Grafiken, Tonfolgen und Videos unter Wahrung ihres Aussage- oder Ausdrucksgehalts in binärer Form repräsentieren.

Ein Objekt der realen oder sinnlichen Welt, etwa eine Grafik oder ein Musikstück abbildende strukturierte Bitfolgen werden in einer Datei als semantischer Informationseinheit zusammengefasst. Je nach Art des Objekts fällt die strukturelle Anordnung der Bitfolgen und damit das so genannte **Dateiformat** unterschiedlich aus. So existieren z. B.

- Dateiformate für Bild- oder Grafikdaten,
- Dateiformate für Audiodaten und
- Dateiformate für Videodaten.

Für eine Objektart gibt es unterschiedliche, herstellerabhängige und -unabhängige Dateiformate. Sie unterscheiden sich z. B. hinsichtlich der Darstellungsgenauigkeit, der Lauffähigkeit unter verschiedenen Betriebssystemen und dem Speicherplatzbedarf.

Exemplarisch sei nachfolgend die auf Pixeln beruhende Darstellung von Bildern oder Grafiken betrachtet.

- Bei einer **Pixelgrafik** (engl. bitmapped graphics) wird ein Bild- oder Grafikobjekt durch eine Anordnung von Pixeln, d. h. Bildpunkten mit unterschiedlichen Grau- oder Farbtönen, in abgestuft schwarz-weißer oder farbiger Form dargestellt. Die Darstellungsqualität bemisst sich nach der so genannten **Bildauflösung**, die die Dichte der Bildpunkte in der Maßeinheit ppi (engl. pixel per inch) bezeichnet.
- Die in ppi angegebene **Bildauflösung** betrifft die Genauigkeit der binären Repräsentation eines Grafikobjekts im Rechner. Davon zu unterscheiden ist die Genauigkeit des Einlesen eines Bildes mit einem Scanner oder die Ausgabe mit einem Drucker. Hier spricht man von **Geräteauflösung**.
- Als **Geräteauflösung** (engl. device resolution) bezeichnet man die gerätetechnisch fest vorgegebene Dichte von Bildpunkten, die bei dem Einlesen oder Ausgeben von Grafikobjekten realisiert werden kann. Die Geräteauflösung wird bei Scannern und Druckern in dpi (engl. dots per inch) gemessen.

Wird eine in hoher Bildauflösung dargestellte Pixelgrafik mit einem Drucker deutlich geringerer Geräteauflösung ausgegeben, so tritt ein Qualitätsverlust ein. Er macht sich z. B. in der gestuften Darstellung von Linien oder Kurven bemerkbar. Andererseits kann die Genauigkeit eines Bildes, das mit einem Scanner geringer Auflösung erfasst wird, bei seiner späteren Ausgabe mit einem hochauflösenden Drucker nicht verbessert werden.

Die Repräsentation von Pixelgrafiken erfolgt in der Regel mittels eines matrixartigen Punkterasters. Man spricht daher auch von **Rastergrafiken**. Jedem Pixel wird eine Bitfolge zugeordnet, die der schwarz-weißen oder farblichen Darstellung der Bildpunkte dient. Zu unterscheiden sind drei Fälle:

- Schwarz-Weiß-Grafiken ohne Grauabstufung: Jedes Pixel ist hier entweder weiß oder schwarz. Pro Pixel wird folglich genau ein Bit benötigt, das z. B. den Zustand „weiß“ mit „0“ und den Zustand „schwarz“ mit „1“ darstellt.
- Schwarz-Weiß-Grafiken mit Grauabstufung: Pro Pixel wird hier der Grauton, von weiß über eine festgelegte Anzahl von zunehmend dunkleren Grautönen bis schwarz, mittels einer Bitfolge dargestellt. Wählt man – unter Berücksichtigung der physischen, Byte-

orientierten Speicherstruktur von Rechnern – z. B. Bitfolgen mit 8 Bit bzw. 1 Byte pro Pixel, dann können $2^8 = 256$ unterschiedliche Grautöne verwendet werden.

- Farbgrafiken: Pro Pixel überlagert man in der Regel die Farben Rot, Grün und Blau in jeweils abgestufter Farbintensität. Werden für die Farbabstufung pro Farbe 8 Bit bzw. 1 Byte verwendet, so kann ein Farbspektrum mit $2^{24} = 16777216$, also über 16 Millionen, Farbtönen dargestellt werden.

Eine Veranschaulichung der in diesen drei Fällen resultierenden Bitfolgen zeigt Abb. 2.8.

Das Demoobjekt in Abb. 2.8 besteht aus einer Rastermatrix mit drei Zeilen und 24 Bildpunkten pro Zeile. Die Abbildung der Pixel in eine Bitfolge erfolgt zeilenweise beginnend mit der ersten Zeile und innerhalb einer Zeile von links nach rechts. Die Abbildung von Farben erfolgt in der Reihenfolge Rot, Grün, Blau. Die auszugsweise beispielhaft angegebenen Bitfolgen lassen den immensen Anstieg des Speicherplatzbedarfs bei dem Übergang zur Farbdarstellung erkennen. In der Tat werden für das Demoobjekt $3 \cdot 24 = 72$ Bit (schwarz-weiß), $72 \cdot 8 = 576$ Bit (grau abgestuft) und $576 \cdot 3 = 1728$ Bit (farbig) benötigt.

Vektororientierte semantische Informationen betreffen ausschließlich die Repräsentation von Grafikobjekten. Man spricht daher auch von Vektorgrafiken.

- Als **Vektorgrafiken** (engl. vector graphics) bezeichnet man zwei- oder dreidimensionale Grafikobjekte, die sich aus mathematisch in einem zwei- oder dreidimensionalen Koordinatensystem definierten geometrischen Gebilden wie Geraden, Rechtecken, Kreisen, Würfeln und Kugeln einschließlich deren Hervorhebung durch Schraffur, Rasterung, Farbgebung usw., zusammensetzen.

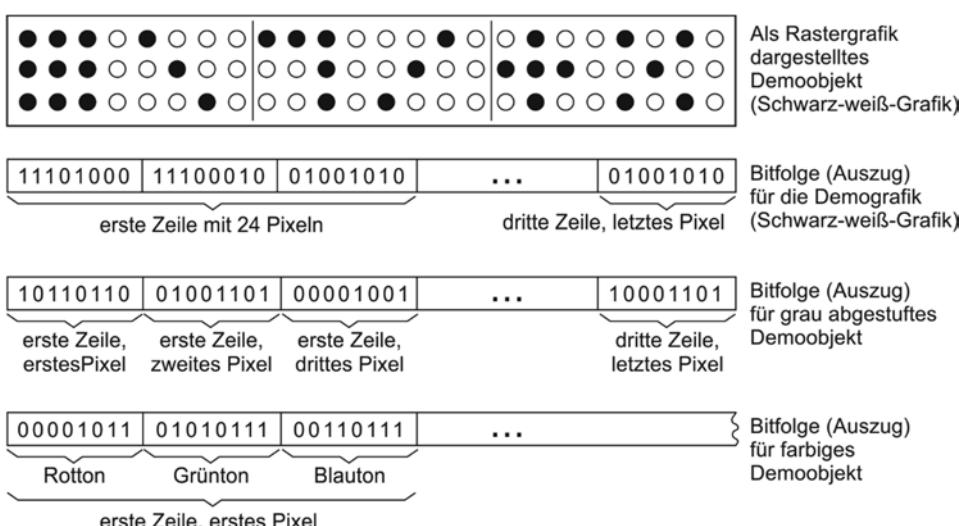


Abb. 2.8 Veranschaulichung der binären Repräsentation von Pixelgrafiken

Die exakte mathematische Beschreibung der Grafikobjekte ermöglicht eine äußerst komfortable Gestaltung und Manipulation von Einzelgrafiken, als auch Gruppen von Grafikobjekten. Einzelgrafiken können z. B. in Form und Größe verändert, verschoben, gedreht, in unterschiedlichen Linienarten und -stärken, in unterschiedlichen Farben und mit unterschiedlichen Markierungen und Schraffuren dargestellt werden. Gruppen von Grafikobjekten lassen sich in unterschiedlicher Anordnung arrangieren, verkleinern, vergrößern, kippen, drehen, gegeneinander verschieben und überdeckend platzieren. Ein wesentlicher Vorteil von Vektorgrafiken ist der durch ihre mathematische Definition bedingte geringe Speicherplatzbedarf. Zudem wird, aus dem gleichen Grunde, die Genauigkeit ihrer Darstellung lediglich durch das Auflösungsvermögen des verwendeten Ausgabegerätes begrenzt.

Die zur Erstellung, Manipulation und Ausgabe von Pixel- und Vektorgrafiken verfügbaren **Grafikprogramme** gestatten auch die Zuordnung von identifizierenden und beschreibenden Informationen zu Grafikobjekten. Diese meist alphanumerischen Informationen sind für die Ablage und das Suchen von Grafikobjekten in Datenbanken unabdingbar. Die Dateiformate für Bild- und Grafikdaten schließen daher neben nicht-codierten Informationen (NCI) auch codierte Informationen (CI) ein. Analog umschließen die Dateiformate für Audio- und Videodaten neben nicht-codierten, die jeweiligen Objekte definierenden Informationen auch die zur Verwaltung in Datenbanken erforderlichen codierten Informationen.

2.2.4 Pragmatische Ebene der Information

Die pragmatische Ebene (**Pragmatik**) betrifft den Zweck, den ein Anwender, beispielsweise ein Sachbearbeiter oder eine Führungskraft, mit einer Information verbindet. Je nach Anwender ist die Zweckorientierung einer gegebenen semantischen Information unterschiedlich. So ordnet z. B. ein für die Pflege von Kundendaten verantwortlicher Mitarbeiter der semantischen Information „Jahresumsatz 2020 des Kunden Meier“ einen anderen Zweck zu als der für die Festlegung von Kundenrabatten verantwortliche Vertriebsleiter. Auf der pragmatischen Ebene kann eine Information menschliches Handeln anstoßen, beispielsweise die erwähnte Information über den Kunden Meier zu aktualisieren oder ihn in eine Sonderaktion des Vertriebs einzubeziehen.

Der Aspekt der Nutzung von Informationen auf der pragmatischen Ebene liegt außerhalb des Bereichs der Darstellung und Verarbeitung von Informationen und soll hier nur zum Zwecke der vollständigen Darstellung der drei Ebenen der Semiotik genannt, aber nicht weiter vertieft werden.

2.3 Aufbau und Funktionsweise von Rechnern

Der vorliegende Abschnitt befasst sich einerseits mit dem Aufbau von Rechnern, d. h. mit ihrer Zusammensetzung aus unterschiedlichen Komponenten und deren Beschaffenheit. Andererseits wird auch die grundsätzliche Funktionsweise von Rechnern betrachtet. Ungeachtet der technologischen Weiterentwicklung und Ausdifferenzierung der Rechnerkomponenten besteht ein Rechnersystem – nach wie vor – aus einer Zentraleinheit und der mit ihr gekoppelten Peripherie. Während die Zentraleinheit die automatische Durchführung von Informationsverarbeitungsprozessen übernimmt, dienen die der Peripherie zuzuordnenden Komponenten der Übergabe von Daten an die Zentraleinheit (Eingabegeräte), der Übergabe von Verarbeitungsergebnissen an die Nutzer (Ausgabegeräte) und der Speicherung von Daten außerhalb der Zentraleinheit (Externspeicher). Anknüpfend an diese Grundstruktur von Rechnern werden im Folgenden vier Themenkreise behandelt (vgl. hierzu auch Hansen et al. 2019, S. 503 ff.; Leimeister 2015, S. 35 ff.; Thome und Winkelmann 2015, S. 184 ff.; Oberschelp und Vossen 2006):

- die ursprünglich entwickelte Grundstruktur eines Rechners sowie später konzipierte erweiterte Rechnerarchitekturen (vgl. Abschn. 2.3.1),
- der grundsätzliche Aufbau und die grundsätzliche Funktionsweise der Zentraleinheit eines Rechners (vgl. Abschn. 2.3.2),
- die verschiedenen Medien und Geräte zur Eingabe und Ausgabe von Daten (vgl. Abschn. 2.3.3) und
- die verschiedenen Medien und Geräte zur externen Speicherung von Daten außerhalb der Zentraleinheit (vgl. Abschn. 2.3.4).

2.3.1 Rechnerarchitekturen

► Unter einer **Rechnerarchitektur** versteht man den internen Aufbau und die resultierende Funktionsweise eines Rechners, d. h. seine Zusammensetzung aus Funktionseinheiten und deren Zusammenwirken.

Im nächsten Abschn. 2.3.1.1 wird die Von-Neumann-Architektur vorgestellt, da diese bis heute die Basis für die meisten gängigen Rechnerarchitekturen bildet. Der dann folgende Abschn. 2.3.1.2 gibt einen Überblick über komplexere oder erweiterte Rechnerarchitekturen.

2.3.1.1 Von-Neumann-Architektur

Obwohl sich derzeit gebräuchliche Rechner teils erheblich in Bezug auf Ausstattung, Einsatzschwerpunkt und Leistungsfähigkeit unterscheiden, folgen die meisten Computer in ihrem Aufbau und ihrer Arbeitsweise auch heute noch denselben grundlegenden Prinzipien, die durch den Mathematiker VON NEUMANN (1903–1957) erstmals formuliert wur-

den. Diesen Prinzipien liegt die Idee zu Grunde, eine universelle Rechenmaschine zu konstruieren, die eine von der zu bearbeitenden Aufgabenstellung unabhängige Struktur besitzt und ausschließlich durch in einem Speicher vorgehaltene Programme an die jeweils zu bearbeitenden Problemstellungen angepasst wird. Man spricht seither von der „**Von-Neumann-Architektur**“ klassischer Universal-Rechenmaschinen. Ein einfaches Rechnermodell in Anlehnung an die Von-Neumann-Architektur ist in Abb. 2.9 wiedergegeben.

Mit der in der Abb. 2.9 angedeuteten Unterscheidung der drei Grundfunktionen Eingabe, Verarbeitung und Ausgabe folgt die Von-Neumann-Architektur dem so genannten EVA-Prinzip der Datenverarbeitung. Im Kern besteht die Von-Neumann-Architektur aus den folgenden fünf Funktionseinheiten:

- Dem **Steuer-** oder **Leitwerk** (engl. control unit, CU), das Befehle und Daten aus dem Speicher lädt, ihre Verarbeitung organisiert und die Verarbeitungsergebnisse weiterleitet.
- Dem **Rechenwerk**, auch als arithmetisch-logische Einheit (engl. arithmetical logic unit, ALU) bezeichnet, das die Durchführung von Rechenoperationen erlaubt.
- Dem **Speicherwerk** (Zentralspeicher), das der Aufbewahrung von zu verarbeitenden Informationen und Verarbeitungsbefehlen in durch Adressen einzeln ansprechbaren Speicherzellen dient.
- Dem **Eingabewerk**, über das die zu verarbeitenden Informationen von außen zugeführt werden.
- Dem **Ausgabewerk**, das die Verarbeitungsergebnisse nach außen zur Verfügung stellt.

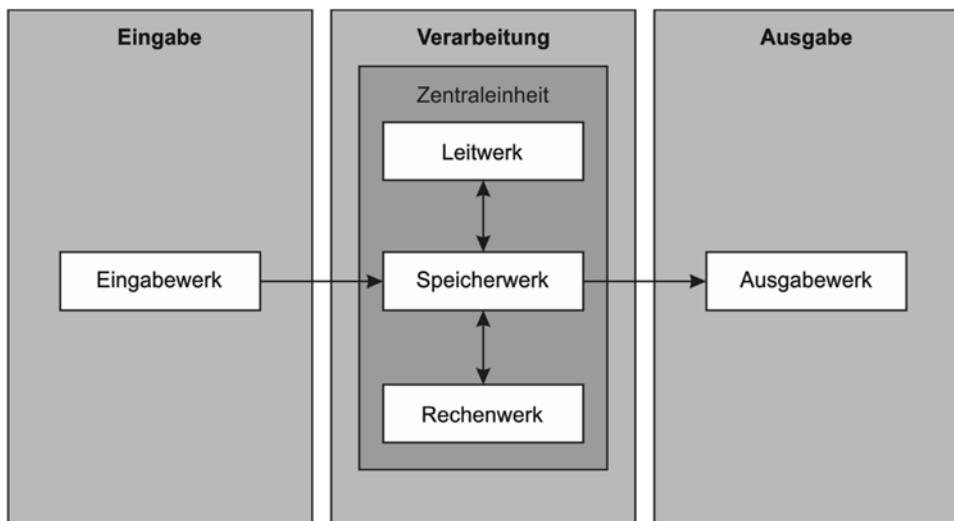


Abb. 2.9 Einfaches Computermodell auf Basis der Von-Neumann-Architektur.

Rechenwerk und Leitwerk sind Hauptbestandteile des **Zentralprozessors**, auch CPU (engl. central processing unit) genannt. Gemeinsam mit dem Speicherwerk bilden sie die **Zentraleinheit** eines Rechners (vgl. Abschn. 2.3.2).

Die Von-Neumann-Architektur stellt eine Referenzarchitektur dar, die die Rechnerentwicklung stark geprägt hat. Ihre wesentlichen Eigenschaften lassen sich etwa wie folgt zusammenfassen:

- Die Architektur setzt das EVA-Prinzip (Eingabe, Verarbeitung, Ausgabe) mittels der Komponenten Eingabe, Leitwerk, Speicherwerk, Rechenwerk, Ausgabe um.
- Das Architekturenkonzept spezifiziert eine Universalmaschine, die bei unveränderter Komponenten-Anordnung mittels unterschiedlicher Programme unterschiedliche Aufgaben bearbeiten kann.
- Die Funktionsweise beruht auf der Speicherprogrammierung, d. h. neben den Daten wird auch das auszuführende Programm im (gemeinsamen) Speicherwerk gehalten.
- Die Abarbeitung des Programms erfolgt strikt sequentiell, Befehl für Befehl.

Weiterentwicklungen der Von-Neumann-Architektur zielen z. B. auf die Parallelisierung der Arbeitsweise und die Gestaltung der rechnerinternen Übertragungswege für Programmbefehle und Daten ab.

2.3.1.2 Erweiterte Architekturtypen

Gemäß der Von-Neumann-Architektur sind sowohl die Daten als auch die Programmbefehle in demselben Speicher abgelegt und müssen vom Zentralprozessor jeweils von dort geholt werden. In Verbindung mit der streng sequentiellen Verarbeitung von Befehlen und Daten entsteht dadurch ein Engpass hinsichtlich der Verarbeitungsgeschwindigkeit, der als **Von-Neumann-Flaschenhals** bezeichnet wird. Erweiterungen der Von-Neumann-Architektur zielen darauf ab, diesen Engpass durch verschiedene Techniken zu beseitigen. Dazu gehört insbesondere der parallele Einsatz mehrerer Zentralprozessoren zur Beschleunigung der Verarbeitung.

In Anlehnung an Flynn (1995) lassen sich derartig **erweiterte Rechnerarchitekturen** wie in Abb. 2.10 gezeigt klassifizieren.

Nach dieser Klassifikation sind herkömmliche Von-Neumann-Rechner dem SISD-Architekturtyp zuzurechnen. Für den MISD-Architekturtyp sind bislang keine kommerziell verwertbaren Realisierungen bekannt geworden. Eine bedeutende Erscheinungsform des SIMD-Architekturtyps sind die so genannten Vektorrechner. Dabei handelt es sich um Rechner, die mehrere Elemente eines Datenvektors – z. B. eine Zeile oder eine Spalte einer Tabelle – gleichzeitig bearbeiten können.

Die dem MIMD-Architekturtyp zuzurechnenden Multiprozessor-Systeme lassen sich nach der Art ihrer Kopplung weiter unterteilen in eng und lose gekoppelte Multiprozessor-Systeme:

		Anzahl der gleichzeitig verarbeiteten Befehle	
		Single Instruction (SI)	Multiple Instruction (MI)
Anzahl der gleichzeitig verarbeiteten Daten	Single Data (SD)	SISD	MISD
	Multiple Data (MD)	SIMD <ul style="list-style-type: none"> In einem Bearbeitungsschritt kann nur ein Befehl mit den zugehörigen Operanden ausgeführt werden. Bsp.: Von-Neumann-Rechner. 	MIMD <ul style="list-style-type: none"> Mehrere Zentralprozessoren wenden denselben Befehl auf eine Vielzahl von Operanden gleichzeitig an. Bsp.: Vektorrechner.

Abb. 2.10 Klassifikation von Architekturtypen nach Flynn (1995)

- Bei eng gekoppelten Multiprozessorsystemen teilen sich die unabhängig voneinander arbeitenden Zentralprozessoren den Adressraum, d. h. die geordnete Menge aller vergebenen Adressen eines einzigen physischen Speichers (engl. **shared memory**), auf den sie über einen gemeinsam genutzten Datenweg, den so genannten Speicherbus, zugreifen. Die massiv-parallelen Rechnersysteme großer Rechenzentren sind Beispiele für diese Klasse, aber auch die Mehrkernprozessoren heutiger Arbeitsplatzrechner/PCs.
- In lose gekoppelten Multiprozessorsystemen dagegen besitzt jeder Zentralprozessor einen eigenen lokalen Speicher. Solche Systeme bestehen somit aus autonomen Rechnern, die räumlich weit verteilt sein können. Die Zusammenarbeit dieser Rechner zur Bewältigung der gemeinsamen Aufgabe wird durch Nachrichten gesteuert, die über externe Verbindungen, z. B. ein lokales Netz, versandt werden. Man bezeichnet solche Systeme auch als verteilt-parallele Systeme.

Abb. 2.11 stellt die Vor- und Nachteile dieser beiden MIMD-Architekturvarianten einander gegenüber.

Der in Abb. 2.11 verwendete Begriff der Skalierbarkeit betrifft die Anpassbarkeit von Rechnersystemen:

- Als **Skalierbarkeit** wird die Möglichkeit der Anpassung einer Rechnerarchitektur an geänderte Anforderungen, z. B. hinsichtlich der Größe eines zu berechnenden Problems oder des Umfangs eines zu verarbeitenden Datenbestandes, bezeichnet.

Kopplungsart	Vorteile	Nachteile
Eng gekoppelte Multiprozessor-Systeme	<ul style="list-style-type: none"> Sehr hohe Verarbeitungsgeschwindigkeit erzielbar durch die ausschließliche Nutzung schneller rechnerinterner Verbindungen. 	<ul style="list-style-type: none"> Der gemeinsam genutzte Speicher kann bei einer hohen Anzahl von Prozessoren zum Engpass werden. Beschränkte Skalierbarkeit.
Lose gekoppelte Multiprozessor-Systeme	<ul style="list-style-type: none"> Gute Skalierbarkeit, da die Anpassung an höhere Anforderungen durch Hinzunahme weiterer Rechner technisch leicht zu realisieren ist. Relativ geringe Kosten aufgrund der Verwendung von Standardrechnern. 	<ul style="list-style-type: none"> Die relativ langsame externe Kommunikationsverbindung kann zum Engpass werden, wenn eine intensive Kommunikation zwischen den Prozessoren erforderlich ist.

Abb. 2.11 Vergleich von Multiprozessor-Systemen.

Ein häufig verwendetes Maß für die Leistungssteigerung durch den Einsatz mehrerer Prozessoren ist der so genannte Speed-up:

- Als **Speed-up** bezeichnet man den Quotienten aus der Ausführungszeit bei Verwendung nur eines Prozessors und der Ausführungszeit bei Verwendung von n parallel arbeitenden Prozessoren.

Im Idealfall nimmt diese Größe den Wert n an. Ein solcher linearer Speed-up ist jedoch praktisch nie zu erreichen. Ursache hierfür ist der erforderliche Mehraufwand für die Koordination der beteiligten Prozessoren. Außerdem besitzen die meisten zu bearbeitenden komplexen Problemstellungen nicht parallelisierbare Anteile, die dem Speed-up entgegenwirken.

2.3.2 Zentraleinheit

Im vorliegenden Abschnitt werden die Zentraleinheit eines Rechners mit ihren Komponenten sowie die Arbeitsweise der Zentraleinheit betrachtet. Zunächst wird der Aufbau der Zentraleinheit heutiger Rechner dargestellt (vgl. Abschn. 2.3.2.1). Er unterscheidet sich von der Von-Neumann-Architektur durch die Zusammenfassung von Leit- und Rechenwerk zu einem Zentralprozessor. Es folgt die Erläuterung der Arbeitsweise eines sequentiell arbeitenden Zentralprozessors (vgl. Abschn. 2.3.2.2), die sich als so genannter Von-Neumann-Zyklus darstellen lässt. Danach wird das heute als Zentralspeicher bezeichnete Speicherwerk eines Rechners, das sich aus einer ganzen Hierarchie verschiedenartiger interner Speicher zusammensetzt, behandelt (vgl. Abschn. 2.3.2.3). Neben dem Zweck der internen Speicher wird auch die Adressierung von Speichern angesprochen. Den Abschluss des vorliegenden Abschnitts bildet die Betrachtung der Übertragungswege, die der Verbindung der Komponenten der Zentraleinheit sowie der Verbindung der Zentraleinheit mit den Komponenten der Rechnerperipherie dienen (vgl. Abschn. 2.3.2.4). Eingegangen

wird hierbei insbesondere auf zwei grundlegende Konzepte der Steuerung und der Koordination der Zusammenarbeit von Rechnerkomponenten, das Kanalkonzept und das Buskonzept.

2.3.2.1 Aufbau der Zentraleinheit

Die Zentraleinheit eines Rechners als Bestandteil der Von-Neumann-Architektur wurde bereits in Abschn. 2.3.1.1 vorgestellt (vgl. auch Abb. 2.9) und kurz erläutert. Eine etwas allgemeinere begriffliche Abgrenzung lautet:

- Die **Zentraleinheit** (engl. central unit) ist eine Funktionseinheit eines Rechnersystems, die – je nach Architekturtyp – aus einem oder mehreren Prozessoren und einem Zentralspeicher besteht. Der Zentralprozessor oder die Prozessoren führen die automatische Bearbeitung von Informationsverarbeitungsaufgaben durch Abarbeitung der im Zentralspeicher abgelegten Programme und Daten aus.

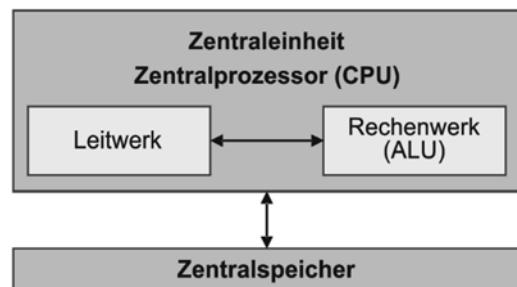
Neben den genannten Funktionseinheiten umfasst eine Zentraleinheit noch Übertragungswege. Diese verbinden einerseits die Funktionseinheiten der Zentraleinheit miteinander und ermöglichen so die Übertragung von auszuführenden Programmbefehlen und zu verarbeitenden Daten innerhalb der Zentraleinheit. Andererseits stellen die Übertragungswege Verbindungen zum Eingabewerk und Ausgabewerk her, die dem Transport von Programmen und Daten vom Eingabewerk in den Zentralspeicher und dem Transport von Verarbeitungsergebnissen zum Ausgabewerk dienen. Der Informationstransport auf den Übertragungswegen findet physikalisch in Form von elektrischen Signalen statt. Diese gestatten es, die Binärzeichen 0 und 1 mit hinreichender Trennschärfe zu repräsentieren.

Die Grobstruktur der Zentraleinheit ist in Abb. 2.12 wiedergegeben.

Die von der schematischen Darstellung der Von-Neumann-Architektur abweichende Zusammensetzung von Leitwerk und Rechenwerk zu einer Funktionseinheit, dem Zentralprozessor, ist durch ihr enges Zusammenwirken bei der Ausführung von Programmbefehlern zu erklären. Dies schlägt sich auch in der konstruktiven Zusammenfassung von Leit- und Rechenwerk zu der übergeordneten Funktionseinheit „Prozessor“ nieder. Dies bedeutet, dass Leit- und Rechenwerk technisch nicht als isolierte Baueinheiten, sondern als eine integrierte Baueinheit realisiert werden.

In den beiden folgenden Abschnitten werden Zentralprozessor (vgl. Abschn. 2.3.2.2) und Zentralspeicher (vgl. Abschn. 2.3.2.3) näher betrachtet.

Abb. 2.12 Grobstruktur der Zentraleinheit



2.3.2.2 Zentralprozessor

► Ein **Zentralprozessor** (engl. central processing unit, CPU) ist eine Funktionseinheit eines Rechners, die ein Leit- und ein Rechenwerk zusammenfasst und der Ausführung von Programmen – Befehl für Befehl – dient. Während das Leitwerk (auch Steuerwerk genannt) für die Befehlsentschlüsselung und die Ablaufkoordination der Befehlausführung zuständig ist, übernimmt das Rechenwerk die eigentliche Ausführung der mit den Befehlen verschlüsselten Rechenoperationen.

Jeder innerhalb des Prozessors abgearbeitete **Befehl** setzt sich aus zwei Teilen zusammen:

- dem **Operationsteil**, der den auszuführenden Befehl bezeichnet, und
- dem **Operandenteil**, der die Adressen im Zentralspeicher spezifiziert, unter denen die zur Befehlsdurchführung erforderlichen Daten gespeichert sind.

Das Zusammenwirken von Leitwerk, Rechenwerk und Zentralspeicher bei der Ausführung eines Befehls ist zyklisch organisiert. Abb. 2.13 veranschaulicht diesen so genannten „**Von-Neumann-Zyklus**“ in sechs Schritten. Dabei geben die dünnen Pfeile die Abfolge der Schritte, die breiten Pfeile dagegen die Datenflüsse an.

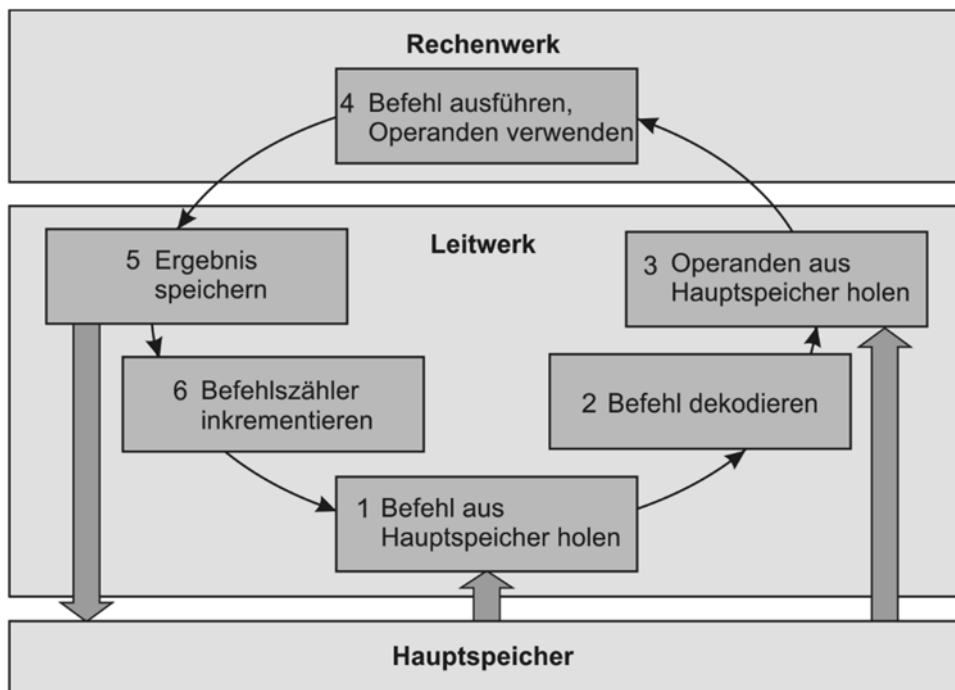


Abb. 2.13 Von-Neumann-Zyklus

Im ersten Schritt wird der nächste – zu Beginn eines Programms der erste – auszuführende Befehl aus dem Zentralspeicher geholt. Es ist dies der durch den **Befehlszähler**, einem kleinen speziellen Speicher, numerisch bezeichnete Befehl. Nun wird im zweiten Schritt der Operationsteil des Befehls entschlüsselt und so die Art des auszuführenden Befehls ermittelt. Im dritten Schritt werden unter Verwendung des Operandenteils die mit dem Befehl zu verarbeitenden Operanden, d. h. Datenobjekte, aus dem Zentralspeicher geholt. Danach dient der vierte Schritt der Verarbeitung der Operanden gemäß dem entschlüsselten Operationsteil und der fünfte Schritt dem Abspeichern des Verarbeitungsergebnisses im Hauptspeicher. Den Abschluss des Zyklus bildet im sechsten Schritt die Inkrementierung des Befehlszählers, d. h. der numerische Inhalt des Befehlszählers wird um eine Konstante erhöht und bezeichnet nun den nächsten auszuführenden Befehl.

Diese Art der Befehlsausführung, bei der ein Befehl während seiner Abarbeitung im Von-Neumann-Zyklus – einem Fließband vergleichbar – mehrere Stationen durchläuft, bezeichnet man auch als **Pipeline-Prinzip**. Der Durchsatz kann erhöht werden, indem immer der nächste Befehl bereits nachgeladen wird, sobald der vorangehende Befehl den ersten Bearbeitungsschritt durchlaufen hat. Somit befinden sich zu jedem Zeitpunkt mehrere Befehle gleichzeitig in Bearbeitung, allerdings in jeweils unterschiedlichen Ausführungsstadien.

Die Schritte des Von-Neumann-Zyklus werden in einer gleichmäßigen Abfolge von Taktzyklen durchlaufen, die ein zentraler Taktgeber liefert. Die Dauer eines Takts, die so genannte Taktzeit, bestimmt dabei wesentlich die Verarbeitungsgeschwindigkeit des Zentralprozessors. Der Kehrwert der Taktzeit, die so genannte Taktfrequenz oder Taktrate, ist ein gebräuchliches Maß hierfür. Die **Taktfrequenz** wird in Megahertz (MHz) oder Gigahertz (GHz) gemessen; dabei steht 1 MHz für eine Million und 1 GHz für 1 Milliarde Takte pro Sekunde. Allerdings hängt die Leistungsfähigkeit eines Rechners nicht allein von der Verarbeitungsgeschwindigkeit ab. Entscheidend ist daneben z. B., wie viele Takte zur Durchführung eines Befehls erforderlich sind. Einfluss hierauf hat einerseits die interne **Verarbeitungsbreite**, die angibt, wie viele Bits pro Takt parallel innerhalb der Zentraleinheit übertragen werden können, und andererseits die Mächtigkeit der von einem Prozessor ausführbaren Maschinenbefehle, der so genannte **Befehlsvorrat**.

Was den Befehlsvorrat anbelangt, unterscheidet man RISC- und CISC-Prozessor-Architekturen.

► **CISC** (engl. complex instruction set computer) bezeichnet Prozessoren mit einem großen Befehlsvorrat und teils komplexen Befehlen, die häufig viele Takte zu ihrer Ausführung benötigen.

► **RISC** (engl. reduced instruction set computer) steht für Prozessoren mit einem relativ kleinen Befehlssatz und überwiegend einfachen (kurzen) Befehlen, die nur sehr wenige Takte zu ihrer Ausführung benötigen.

Derzeit häufig anzutreffende Leistungsmaße für Prozessoren sind in Abb. 2.14 wiedergegeben. Da sie jeweils nicht alle der oben genannten Einflussfaktoren und ihre Wechselwirkungen vollständig berücksichtigen, sind diese Maße nur als grobe Anhaltspunkte zur Leistungsbeurteilung von Rechnern geeignet.

Während die Größe **MIPS** ein allgemeines, undifferenziertes Leistungsmaß darstellt, zielt die Größe **FLOPS** auf numerische Berechnungen unter Verwendung von Gleitkommazahlen ab. SPEC-Maßzahlen beruhen auf einer Leistungsmessung unter Heranziehung von Referenzmaschinen.

Abschließend soll Abb. 2.15 einen Eindruck davon vermitteln, wie sich die Leistungsfähigkeit von Prozessoren in der Vergangenheit entwickelt hat. Dies geschieht am Beispiel

Leistungsmaß	Erläuterung
MIPS	<ul style="list-style-type: none"> Anzahl der pro Sekunde ausgeführten Befehle (in Millionen, engl. million instructions per second).
FLOPS	<ul style="list-style-type: none"> Anzahl der pro Sekunde durchgeführten Gleitkommaoperationen (engl. floating point operations per second); vorrangig für rechenintensive Anwendungen im mathematisch-technischen Bereich verwendet.
SPEC-Maßzahlen	<ul style="list-style-type: none"> Leistung in Prozent der Leistung einer genau spezifizierten Referenzmaschine, ermittelt anhand anwendungsbereichstypischer Vergleichsmessungen (Benchmarks). SPECint2006: Vergleich anhand ausschließlich ganzzahliger Berechnungen. SPECfp2000: Vergleich anhand von Anwendungen mit hohem Anteil an Gleitkommaberechnungen.

Abb. 2.14 Beispiele häufig verwendeter Leistungsmaße für Prozessoren

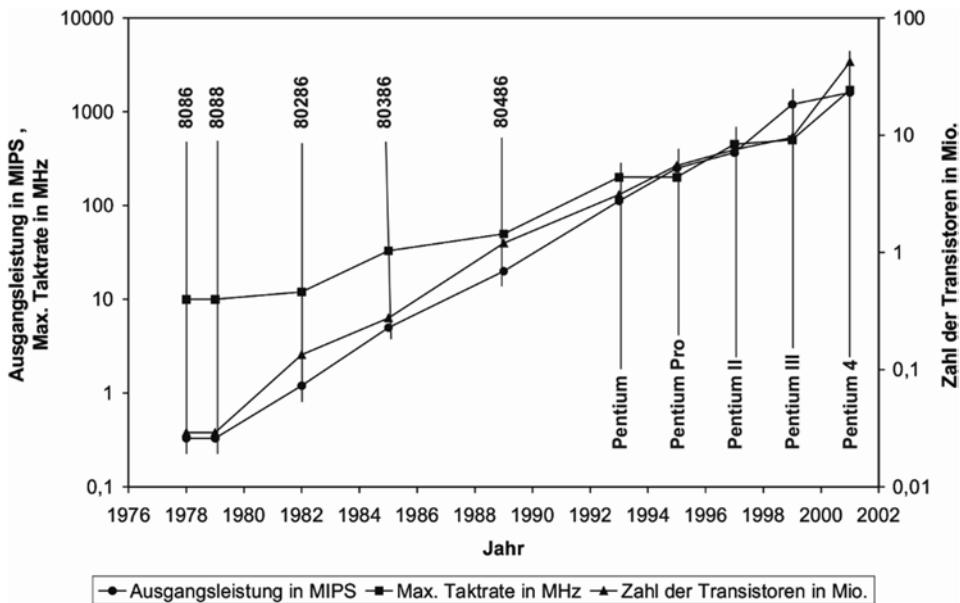


Abb. 2.15 Entwicklung der Prozessorleistung am Beispiel der Intel-Prozessor-Familie

populärer Intel-Prozessoren seit Erscheinen des 8086-Prozessors bis zum Erscheinen des Pentium 4. Da ein direkter Vergleich mit den entsprechenden Merkmalen moderner Mehrkern-Architekturen schwierig ist, beschränkt sich die Übersicht auf die mittlerweile historischen Einkern-Prozessoren.

Neben der Prozessorleistung in MIPS ist als wichtige, die Rechenleistung beeinflussende Größe auch die Taktfrequenz in MHz dargestellt. Zusätzlich verdeutlicht die Anzahl der in den jeweiligen Prozessortyp integrierten Transistoren den zur Erzielung der jeweiligen Rechenleistung erforderlichen technischen Aufwand. Allerdings muss an dieser Stelle darauf hingewiesen werden, dass die angegebenen Leistungszahlen nur der Größenordnung nach sinnvoll interpretiert werden können, da verlässliche Informationen über die Rechenleistung der zahlreichen Prozessor-Varianten kaum erhältlich sind.

2.3.2.3 Zentralspeicher

► Als **Speicher** (engl. storage) werden allgemein alle Einrichtungen bezeichnet, in denen Informationen in maschinenlesbarer Form aufgezeichnet und aus denen sie wieder gezielt abgerufen werden können.

In Rechnersystemen werden recht unterschiedliche Arten von Speichern eingesetzt. Einerseits aus Gründen der Verarbeitungseffizienz, andererseits aus Kostengründen. Zur Beschreibung der Eigenschaften unterschiedlicher Speichermedien verwendet man insbesondere folgende Merkmale:

- Die **Speicherkapazität**, d. h. das Fassungsvermögen des Speichers, das üblicherweise in Bytes gemessen wird.
- Die **Zugriffszeit**, d. h. die Zeitspanne zwischen dem Zeitpunkt der Schreib-/Leseanforderung und dem Zeitpunkt des physischen Zugriffs auf die spezifizierte Speicherposition.
- Die **Übertragungsrate**, die angibt, wie viel Informationseinheiten (z. B. Bytes) pro Zeiteinheit (z. B. Sekunde) in einen Speicher geschrieben oder daraus abgerufen werden können.
- Die Kosten eines Datenspeichers, die z. B. in Geldeinheiten pro Bit auszudrücken sind, um einen Vergleich zu ermöglichen.

Die Arbeitsweise von Rechnern erfordert einerseits die Verfügbarkeit von sehr kleinen Speichern mit extrem kurzer Zugriffszeit, andererseits aber auch von Massenspeichern mit möglichst geringer Zugriffszeit. Im letztgenannten Fall liegt die Situation eines Trade-off zwischen Zugriffszeit und Kosten vor, die sich allerdings heute aufgrund der technologischen Entwicklung nicht mehr in der gleichen Schärfe stellt wie früher.

Was nun speziell den in Abb. 2.12 ausgewiesenen Zentralspeicher betrifft, handelt es sich nicht nur um einen Speicher, sondern um eine Anzahl von so genannten **internen Speichern**. Sie übernehmen verschiedene, durch die Arbeitsweise von Rechnern bedingte Funktionen.

► Als **interne Speicher** werden hier alle Speichermedien bezeichnet, die in der Zentraleinheit angesiedelt sind und der Speicherung oder Zwischenspeicherung von Programmen und Daten, der temporären Speicherung aktuell bearbeiteter Befehle und Daten sowie der Speichererweiterung dienen.

Es lassen sich folgende Arten von internen Speichern unterscheiden:

- Arbeitsspeicher,
- Pufferspeicher,
- Registerspeicher,
- Mikroprogrammspeicher sowie, mit Einschränkung,
- virtueller Speicher.

► Der **Arbeitsspeicher** oder **Zentralspeicher** (engl. central storage) ist eine zur Zentraleinheit eines Rechners gehörige Funktionseinheit, in der die aktuell ausgeführten Programme einschließlich der zugehörigen Eingabedaten und der berechneten Ausgabedaten in direkt adressierbaren Speicherzellen abgelegt sind.

Der gesamte Arbeitsspeicher ist in Zellen mit einer Größe von meist einem Byte eingeteilt, die – mit 0 beginnend – aufsteigend durchnummeriert sind. Unter Angabe dieser Nummer, der so genannten **Adresse**, kann im Adressteil eines Befehls eindeutig spezifiziert werden, an welcher Stelle im Speicher die zu seiner Ausführung benötigten Daten stehen. Man spricht daher von der direkten Adressierbarkeit als wichtiger Eigenschaft des Arbeitsspeichers (vgl. Abb. 2.16). Die Menge der für die Identifizierung von Speicherzellen verfügbaren Adressen wird als Adressraum des Arbeitsspeichers bezeichnet.

Die Eigenschaft der direkten Adressierbarkeit führte zu der häufig verwendeten Bezeichnung **RAM** (engl. random access memory) für den Arbeitsspeicher, der von Programmen unbeschränkt beschrieben und ausgelesen werden kann. In der Regel handelt es sich bei dem Arbeitsspeicher um einen flüchtigen Speicher, da sein Inhalt nach dem Abschalten des Rechners verlorengingeht. Daneben gibt es in den meisten Rechnern auch noch

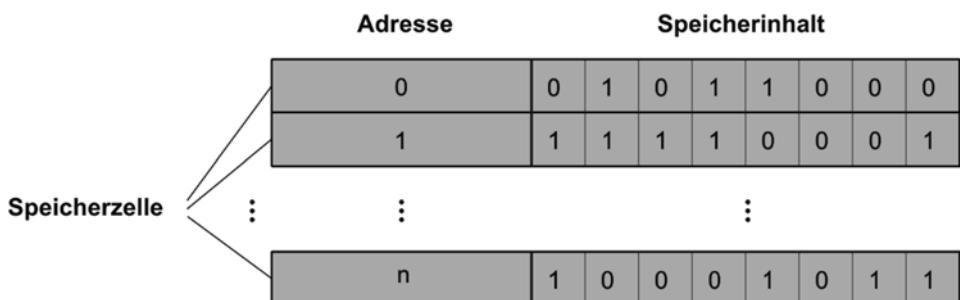


Abb. 2.16 Direkte Adressierbarkeit des Arbeitsspeichers

nichtflüchtige Speicher, die Grundfunktionen des Betriebssystems und Konfigurationsdaten des Rechners enthalten und als Nur-Lesespeicher (engl. read only memory, **ROM**) ausgelegt sind.

Selbstverständlich muss auch die Adresse für die interne Verarbeitung binär codiert werden. Der direkt adressierbare Speicherbereich bzw. Adressraum ist umso größer, je breiter der **Adressbus** ist, d. h., je mehr Bits zur binären Repräsentation einer Adresse verwendet werden. Bei einer Adressbusbreite von z. B. 32 Bit beträgt die maximale Kapazität des direkt adressierbaren Arbeitsspeichers 2^{32} Byte (ca. 4 GByte).

► **Pufferspeicher** (engl. buffer) dienen zur temporären Speicherung von Daten an der Schnittstelle zwischen Komponenten mit unterschiedlicher Arbeitsgeschwindigkeit. Sie ermöglichen so eine effiziente Zusammenarbeit heterogener Rechnerkomponenten.

In der Zentraleinheit ist zwischen dem Zentralprozessor und dem Arbeitsspeicher ein solcher Pufferspeicher, der so genannte **Cache**, angesiedelt. Es handelt sich dabei um einen Speicher mit sehr kurzer Zugriffszeit, aber relativ geringer Kapazität (im Kilobyte-Bereich). In den Cache werden jeweils die nächsten vom Zentralprozessor benötigten Befehle und Daten aus dem wesentlich langsameren Arbeitsspeicher geladen. Dadurch kann in vielen Fällen ein direkter Zugriff des Zentralprozessors auf den Arbeitsspeicher vermieden und die Verarbeitungszeit insgesamt verkürzt werden.

Darüber hinaus wird zur Steigerung der Arbeitsgeschwindigkeit auch ein Cache zwischen dem Arbeitsspeicher und dem externen Plattspeicher eingesetzt. In diesen Cache werden temporär die Datenbereiche aus dem Plattspeicher kopiert, die vermutlich bei der Ausführung des aktuellen Programms benötigt werden. Da die Zugriffe zum Cache im Vergleich zu Plattenzugriffen um Größenordnungen schneller sind, ergibt sich ein großer Zeitvorteil.

► **Registerspeicher** sind Speicher mit sehr geringer Kapazität (wenige Bytes) und extrem kurzer Zugriffszeit. Sie befinden sich innerhalb des Zentralprozessors und nehmen für kurze Dauer z. B. unmittelbar benötigte Adressen und Operanden sowie Zwischenergebnisse und programmbezogene Zustandsinformationen auf.

Ein Beispiel für einen Registerspeicher ist das Befehlszählregister. Das Befehlszählregister, kurz auch Befehlszähler genannt, enthält jeweils die Adresse des nächsten auszuführenden Befehls.

► **Mikroprogrammspeicher** enthalten kleinste Programme, die Befehle realisieren und aus elementaren, im Zentralprozessor fest verdrahteten Instruktionen, den so genannten Mikroinstruktionen, zusammengesetzt sind.

Die meisten Rechner mit CISC-Architektur nutzen solche Mikroprogrammspeicher. Mikroprogrammspeicher stellen in der Regel Nur-Lesespeicher (ROM) dar. Spezielle Ausführungsformen gestatten auch ein Löschen des Inhalts und eine anschließende Neuprogrammierung. Sie werden als EROM (engl. erasable read only memory) bezeichnet.

- Unter einem **virtuellen Speicher** (engl. virtual memory) versteht man Speicherbereiche auf schnellen externen (peripheren) Speichermedien, die mittels virtueller Speicheradressierung – d. h. durch eine Erweiterung des Adressraums des Arbeitsspeichers – so angesprochen werden, als handele es sich um Bereiche des Arbeitsspeichers.

Unter Nutzung dieser Technik können Programmteile und Daten auf den externen Datenspeicher ausgelagert werden, wenn ein Programm mehr Platz im Arbeitsspeicher belegt als tatsächlich vorhanden ist. Dadurch entfallen praktisch alle speicherbezogenen Grenzen bei der Entwicklung von Anwendungsprogrammen. Allerdings ist die Nutzung dieser Technik aufgrund der zusätzlichen Prozessorbelastung und größerer Zugriffszeiten recht zeitintensiv.

Um dieses Effizienzproblem zu entschärfen, kann zur Auslagerung statt eines Plattspeichers ein wesentlich schnellerer Flash-Speicher, d. h. ein auf der Halbleitertechnologie beruhender Speicherchip, herangezogen werden. In diesem Fall spricht man auch von einem Erweiterungsspeicher.

Ordnet man die wesentlichen der genannten Speicherarten nach den Merkmalen Kapazität, Zugriffszeit und Kosten pro Bit, so erhält man die in Abb. 2.17 dargestellte **Speicherpyramide**. So sind beispielsweise die Kosten pro Bit für den Registerspeicher sehr hoch, für die Festplatte (externer Speicher) sehr gering. Die Zugriffzeiten sind beim Registerspeicher sehr gering, d. h. sehr schneller Zugriff, für die Festplatte sehr groß (relativ langsamer Zugriff).

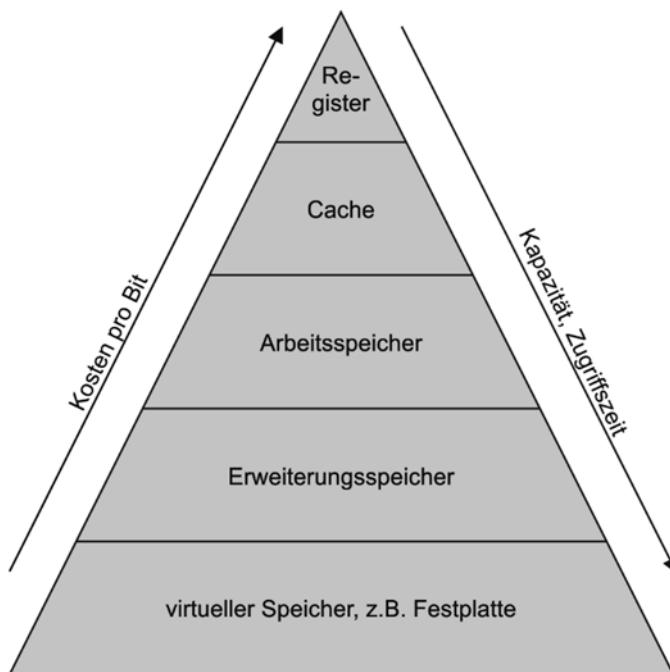


Abb. 2.17 Speicherpyramide

Erweiterungsspeicher und virtueller Speicher dienen zwar der Lockerung der Kapazitätsgrenzen des Arbeitsspeichers, stellen aber keine internen, sondern externe Speicher dar.

2.3.2.4 Übertragungswege

Um die Zusammenarbeit der Funktionseinheiten eines Rechners zu ermöglichen, benötigt man Verbindungen, die hier als Übertragungswege bezeichnet werden. Unterscheiden lassen sich einerseits

- **interne Übertragungswege** zur Verbindung der Komponenten der Zentraleinheit und
- **externe Übertragungswege** zwischen der Zentraleinheit und den externen Geräten des Eingabe- und des Ausgabewerks, der so genannten Peripherie.

Nach der Art der übertragenen Informationen ist andererseits zu unterscheiden zwischen:

- **Steuerleitungen**, d. h. Übertragungswegen, auf denen Steuersignale zur Auslösung und Koordination der Aktivitäten der Funktionseinheiten übermittelt werden.
- **Adressleitungen**, d. h. Übertragungswegen, auf denen die Adressen von aus einem Speicher zu lesenden oder in einen Speicher zu schreibenden Daten übermittelt werden.
- **Datenleitungen**, d. h. Übertragungswegen, die dem Transport von Daten zwischen den Funktionseinheiten dienen.

Die Durchführung von Datenübertragungen in Rechnersystemen erfordert neben der reinen Informationsübertragung innerhalb der Zentraleinheit sowie zwischen der Zentraleinheit und den peripheren Geräten den Einsatz von Steuerungs- und Koordinationsmechanismen. Letztere dienen der Ablaufsteuerung von Übertragungsoperationen und der gegenseitigen Anpassung unterschiedlicher Arbeitsgeschwindigkeiten der Funktionseinheiten. Zur Abwicklung der Steuerungs-, Koordinations- und Übertragungsprozesse stehen zwei Konzepte zur Verfügung:

- das Kanalkonzept und
- das Buskonzept.

Das zeitlich wesentlich früher entwickelte Kanalkonzept wird heute noch bei größeren und mittleren Rechnern eingesetzt. Es beruht auf eigenständig arbeitenden Kanälen:

► Ein **Kanal**, auch Ein-/Ausgabeprozessor (engl. input-/output-processor) genannt, ist ein spezieller Prozessor, der die Datenübertragung zwischen der Zentraleinheit bzw. dem Arbeitsspeicher und den an den Kanal – gegebenenfalls über so genannte Steuergeräte – angeschlossenen Ein- und Ausgabegeräten steuert und abwickelt. Hierzu führt ein Kanal gerätespezifische Kanalprogramme aus, die als Mikroprogramme abgefasst sind.

Ein Kanal kann mehrere Unterkanäle umfassen. An einen Unterkanal können meist mehrere Steuergeräte (engl. control units) und an diese wiederum ein oder mehrere peri-

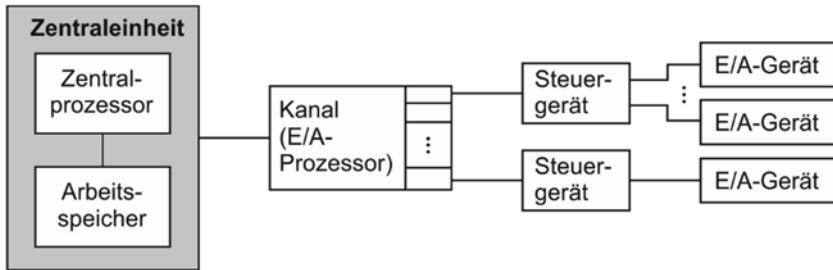


Abb. 2.18 Anschluss peripherer Geräte über Kanäle

phäre Geräte – Eingabegeräte, Ausgabegeräte und externe Speicher – angeschlossen werden. Insgesamt ergibt sich damit das in Abb. 2.18 gezeigte prinzipielle Anschlussschema, das hier lediglich einen an die Zentraleinheit angeschlossenen Kanal ausweist. Je nach Funktionsumfang können periphere Geräte auch direkt an Kanäle angeschlossen werden. In diesem Fall entfallen separate Steuergeräte.

Die Durchführung einer Ein- oder Ausgabeoperation (E/A-Operation) vollzieht sich etwa in folgenden Schritten:

- Der Prozessor der Zentraleinheit stößt bei der Ausführung eines Programms auf einen Ein- oder Ausgabebefehl (E/A-Befehl) und leitet die zugehörige E/A-Operation durch Abgabe eines Steuersignals an einen geeigneten Kanal ein.
- Der ausgewählte Kanal arbeitet das entsprechende Kanalprogramm ab, d. h. er wählt ein Steuergerät aus, gibt Steuersignale an das Steuergerät ab und nimmt die Datenübertragung zwischen Arbeitsspeicher und Ein- oder Ausgabegerät (E/A-Gerät) vor.
- Das Steuergerät koordiniert die Durchführung der E/A-Operation mit dem entsprechenden E/A-Gerät.
- Das E/A-Gerät führt die E/A-Operation physisch aus, d. h. es schreibt z. B. vom Arbeitsspeicher übertragene Daten in eine Datei auf einem externen Plattspeicher.

Zentraleinheit und angeschlossene Kanäle arbeiten nebenläufig. Während ein E/A-Prozessor z. B. eine Ausgabeoperation steuert, kann der Zentralprozessor das aktuelle Programm weiter bearbeiten. Ist im Fall einer Eingabeoperation eine weitere Programmausführung ohne Verfügbarkeit der einzulesenden Daten nicht möglich, kann der Zentralprozessor zwischenzeitlich ein anderes Programm – gemäß der Betriebsart Multiprogramming – bearbeiten. Auf diese Weise erfolgt eine Anpassung der langsamer arbeitenden Peripheriegeräte an die wesentlich schnellere Zentraleinheit. Anders ausgedrückt: Brachzeiten des Zentralprozessors werden signifikant reduziert.

Da die Arbeitsgeschwindigkeit der verschiedenen Peripheriegeräte stark variiert, wurden bereits frühzeitig zwei Grundtypen von Kanälen entwickelt:

- Parallel arbeitende Kanäle mit vielen Unterkanälen, die zeitversetzte Datenübertragungen über herkömmliche Kabel zu/von vielen langsamem E/A-Geräten (z. B. Plotter, Scanner) abwickeln. Man spricht hier auch vom Zeitmultiplexverfahren.
- Seriell arbeitende Kanäle, die ein oder wenige schnelle periphere Geräte (z. B. optische Speicher) über Glasfaserkabel mit der Zentraleinheit koppeln können.

Sofern eine Zentraleinheit über viele Kanäle mit einer umfangreichen Peripherie gekoppelt ist, setzt man auch ein zweistufiges Steuerungskonzept ein: Ein übergeordneter E/A-Prozessor (erste Stufe), der vom Zentralprozessor gesteuert wird, koordiniert den Einsatz der untergeordneten E/A-Prozessoren/Kanäle (zweite Stufe).

Das zeitlich später entstandene Buskonzept kam mit der Entwicklung von PCs auf. Das Buskonzept wird bei PCs, zunehmend aber auch bei größeren Rechnern, zur Realisierung der Übertragungswege eingesetzt. Allgemein gilt:

- Ein **Bus** (engl. bus) ist ein System von Übertragungswegen, das von den angeschlossenen Funktionseinheiten gemeinsam und gleichrangig benutzt wird.

In PCs werden mehrere Busse eingesetzt, die je für bestimmte Verbindungen vorgesehen sind:

- Die so genannten **CPU-Busse** dienen der Realisierung der internen Übertragungswege, also von Verbindungen innerhalb der Zentraleinheit. Bei den CPU-Bussen ist weiter zu unterscheiden zwischen:
 - dem internen CPU-Bus, der die Komponenten des Zentralprozessors, also Leitwerk, Rechenwerk und Register, verbindet und
 - dem externen CPU-Bus, der den Zentralprozessor mit dem Cache, dem Arbeitsspeicher sowie dem Peripheriebus verbindet.
- Der so genannte **Peripherie-Bus** dient der Realisierung der externen Übertragungswege, also der Verbindung der peripheren Geräte mit dem externen CPU-Bus.

Abb. 2.19 gibt einen schematischen Überblick über das Buskonzept bei PCs. Es handelt sich insofern um eine vereinfachte Darstellung, als in der Praxis nicht alle Peripheriegeräte über den Peripherie-Bus angeschlossen werden. So existiert z. B. für den Anschluss der Tastatur häufig eine eigene Schnittstelle. Außerdem werden Hochleistungs-Grafikkarten in der Regel über einen so genannten Grafik-Beschleuniger unmittelbar mit dem Arbeitsspeicher verbunden, um den hohen Anforderungen an die Verarbeitungsgeschwindigkeit zu genügen. Darüber hinaus erfolgt der Anschluss bestimmter Peripheriegeräte, z. B. Festplatten und CD-ROM-Laufwerke, über weitere Peripherie-Bussysteme, die über einen speziellen Adapter an den Haupt-Peripherie-Bus angekoppelt sind.

Nach der Art der übertragenen Informationen differenziert man darüber hinaus zwischen Adressbus, Datenbus und Steuerbus. Der (externe) **Adressbus** zwischen Zentralprozessor und Arbeitsspeicher wurde bereits angesprochen. Er dient der Adressierung der

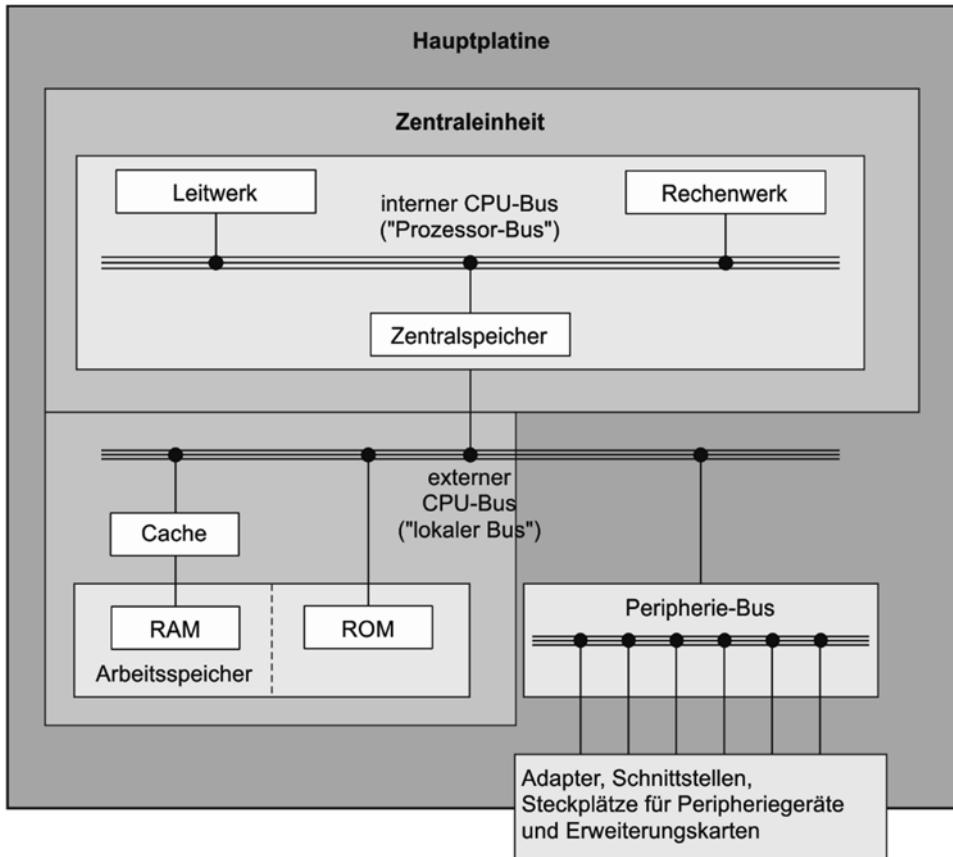


Abb. 2.19 Buskonzept bei PCs (vereinfachtes Grundschema)

Speicherzellen des Arbeitsspeichers. Daneben existiert auch ein prozessorinterner Adressbus, z. B. zur Ansprache der Register. Im Unterschied zu dem Adressbus, der nur unidirektional – also nur in einer Übertragungsrichtung – genutzt wird, findet über den **Datenbus** ein bidirektonaler – also beide Übertragungsrichtungen nutzender – Austausch von Daten und Befehlen zwischen dem Zentralprozessor und den angeschlossenen Einheiten statt. Die Breite des Datenbusses, d. h. die Anzahl der gleichzeitig übertragenen Bits, bestimmt dabei den Datendurchsatz. Über **Steuerbusse** werden Steuer- und Rückmelesignale transportiert. Während Steuersignale Aktivitäten von Rechnerkomponenten auslösen, dienen Rückmelesignale dem Anzeigen der erfolgreichen Durchführung von Aktivitäten.

Im Bereich der externen Übertragungswege, d. h. für den Datentransfer zwischen der Zentraleinheit und den Peripheriegeräten, haben sich verschiedene Standards mit unterschiedlichen Eigenschaften und Einsatzschwerpunkten herausgebildet. Abb. 2.20 gibt

Standard	Erläuterung
PCIe (peripheral component interconnect - express)	Standard für den Peripheriebus im PC-Bereich. Vorteile sind die Unabhängigkeit vom Prozessortyp und die leichte Konfiguration der Peripheriegeräte („Plug and Play“). Der Erweiterungsstandard PCI-Express (PCIe) hat aufgrund seiner höheren Datenübertragungsrate seine Vorgänger PCI Conventional sowie PCI-Extended (PCI-X) weitgehend abgelöst.
AGP (accelerated graphics port)	Spezielle Direktverbindung zwischen Arbeitsspeicher und Hochleistungs-Grafikkarten.
SCSI (small computer systems interface)	Bussystem für den Anschluss schneller Peripheriegeräte, vor allem externer Massenspeicher, aber auch z. B. Scanner. Wird über einen speziellen Adapter an den Haupt-Peripherie-Bus (z. B. PCI-Bus) gekoppelt.
EIDE (enhanced integrated drive electronics)	Physikalische Schnittstelle für den Anschluss von Festplatten, CD-ROM- und DVD-Laufwerken sowie Bandlaufwerken. Es handelt sich um eine Weiterentwicklung des IDE-Standards. Das Software-Protokoll für die Datenübertragung über IDE- bzw. EIDE-Schnittstellen heißt Advanced Technology Attachment (ATA).
ATAPI (advanced technology attachment with packet interface)	ATAPI erweitert den ATA -Befehlssatz, so dass auch SCSI-Befehle übertragen werden können. Der ATA -Standard sieht ursprünglich eine parallele Datenübertragung vor (Parallel ATA, PATA). Das später entwickelte Protokoll Serial ATA (SATA) arbeitet seriell und erlaubt höhere Übertragungsraten. External SATA (e SATA) erlaubt den Anschluss externer Festplatten außerhalb eines abgeschirmten Computer-Gehäuses.
USB (universal serial bus)	Seriell arbeitender Anschluss für Peripheriegeräte mit geringen bis mittleren Anforderungen an die Übertragungsgeschwindigkeit, z. B. Tastaturen, Mäuse, Drucker, Scanner. Einfache Konfiguration der angeschlossenen Geräte („Plug and Play“).
IEEE 1394 („FireWire“)	Serieller Bus zur Übertragung großer Datenmengen; z. B. für Digitalkameras, CD-Brenner, DVD-Laufwerke.
RS 232	Serielle Schnittstellen für Peripheriegeräte mit geringen Anforderungen an die Übertragungsrate, z. B. Mäuse, Modems, Tastaturen.
PS/2	
Centronics	Parallele Schnittstelle für den Anschluss von Geräten mit mittleren Anforderungen an die Übertragungsrate, vor allem Drucker.
PCMCIA (personal computer memory card international association)	Steckkarten-Standard für den Anschluss externer Massenspeicher, Modems, Netzwerkarten usw. außerhalb des Rechnergehäuses. Wichtiger Standard für Laptops und Notebooks.
IrDa (infrared data association)	Für drahtlose Übertragung über kurze Distanzen (max. 5m), z. B. zwischen Notebook-PC und Drucker, mit Hilfe von Infrarot-Lichtwellen.
Bluetooth	Für drahtlose Übertragung über Entfernung bis zu 100m mit Hilfe von Radiowellen.

Abb. 2.20 Standards für externe Übertragungswege und Schnittstellen

einen Überblick über einige derzeit verwendete Standards und Schnittstellendefinitionen für den Anschluss externer Geräte an PCs.

Analog dem Kanalkonzept erfordert auch das Buskonzept den Einsatz von E/A-Prozessoren und Steuereinheiten bei dem Anschluss peripherer Geräte. E/A-Prozessoren und Steuereinheiten stellen in der Regel keine physisch eigenständigen Funktionseinheiten dar, sondern sind baulich z. B. in Steckkarten, Adapter oder periphere Geräte unmittelbar integriert.

2.3.3 Ein- und Ausgabeeinheiten

Die Interaktion zwischen Mensch und Maschine wird erst durch Geräte und Verfahren für die Ein- und Ausgabe von Informationen möglich. Diese sind Gegenstand des vorliegenden Abschnitts. In den beiden folgenden Abschnitten werden zunächst die Eingabe (vgl. Abschn. 2.3.3.1) und danach die Ausgabe (vgl. Abschn. 2.3.3.2) behandelt. Zudem wird auf zwei in der Praxis sehr häufig eingesetzte Ein- und Ausgabegeräte näher eingegangen, den Bildschirm (vgl. Abschn. 2.3.3.3) und den Drucker (vgl. Abschn. 2.3.3.4). Ein Spezialfall der Ein- und Ausgabe, die Datenübertragung über Netzwerke, wird in Kap. 3 gesondert behandelt.

2.3.3.1 Eingabe

► Als **Eingabe** (engl. input) bezeichnet man die Zuführung von Informationen aus der realen und gedanklichen Welt, z. B. Buchhaltungsdaten, Messwerte, Umfrageergebnisse und Romantexte sowie von Programmen, an einen Rechner zum Zweck der Verarbeitung.

Um die zu erfassenden Informationen in eine für die Verarbeitung mit Rechnern geeignete Form zu bringen, sind technische Hilfsmittel erforderlich. Hierzu zählen neben den Peripheriegeräten für die Eingabe auch die zugehörigen Schnittstellen, die die physikalischen und logischen Einzelheiten der Übertragung der Daten vom Eingabegerät zum Rechner regeln. Wichtige derzeit verwendete Schnittstellenstandards für den Anschluss von Peripheriegeräten wurden bereits in Abschn. 2.3.2.4 überblicksartig dargestellt.

Auf dem Markt ist eine große Vielfalt an **Eingabegeräten** erhältlich. Einen nach der jeweils verwendeten Erfassungsmethode gruppierten Überblick über die wichtigsten Typen von Eingabegeräten gibt Abb. 2.21.

Bei den **manuellen Eingabegeräten** gehört die Kombination aus Tastatur und einem Zeigegerät, vorzugsweise der Maus, zur Grundausstattung eines Arbeitsplatzrechners. Zeigegeräte haben die Aufgabe, manuell vollzogene Bewegungen in elektrische Steuer-Signale umzuwandeln, die vom Rechner verarbeitet werden können. So führt z. B. die Bewegung einer Maus zu einer dem manuellen Bewegungsablauf entsprechenden Verschiebung einer Positionsmarke (Zeiger oder Cursor) auf dem Bildschirm. Ab einer

Erfassungs-methode	Gerätetyp	Art der erfassten Information
Manuell	Tastatur	Text bzw. alphanumerische Zeichenfolge.
	Zeigegeräte <ul style="list-style-type: none"> • Maus • Trackball • Lichtgriffel • Grafiktablett • berührungsempfindlicher Bildschirm • Datenhandschuh 	Steuerinformation, z. B. Position, Bewegung und Auswahl.
Optisch	Scanner	Grafische Vorlagen, gedruckter Text (interpretiert durch OCR-Software).
	Kamera	Statische und bewegte Bilder.
	Belegleser	Handmarkierungen, Strichcodes, gedruckter Text (in Norm- oder Universalschrift).
Akustisch	Mikrofon	Audiodaten, gesprochener Text (interpretiert durch Spracherkennungssoftware).
Automatisch	Sensor	Messdaten, Prozessdaten.

Abb. 2.21 Überblick über gebräuchliche Typen von Eingabegeräten

markierten Position können dann z. B. Daten in ein gekennzeichnetes Feld eingegeben werden. Funktionstasten ermöglichen ggf. darüber hinaus die Aktivierung von Objekten, die sich auf dem Bildschirm an der aktuellen Zeigerposition befinden.

Für die Erfassung maschinenlesbarer Belege stehen spezielle **optische Eingabegeräte** zur Verfügung, die als **Belegleser** bezeichnet werden. Je nach Konstruktion und Konfiguration sind sie in der Lage, Handmarkierungen, Strichcodes, Normschriften oder Universalschriften einzulesen. Einige Beispiele für in der Belegverarbeitung angewandte Standards enthält die Abb. 2.22.

Die computergestützte optische Erkennung beliebiger, nicht normierter Klarschriftzeichen (engl. optical character recognition, **OCR**) kann mit Hilfe eines Universal-Scanners erfolgen. Hierzu sind allerdings spezielle OCR-Programme erforderlich, um eine vom Scanner pixelweise, d. h. in Form von Bildpunkten, abgetastete Vorlage als Textinformation interpretieren zu können. Nur unter günstigen Bedingungen gelingt diese Transformation fehlerfrei.

Ähnliches gilt für die akustische Texteingabe, bei der eine spezielle Spracherkennungssoftware für die Umwandlung der akustischen Signale in Schriftzeichen sorgt. Häufig sind diese Programme mit einer Lernkomponente ausgerüstet, über die eine individuelle Anpassung an die Aussprache und den Wortschatz des Anwenders erfolgen kann. Besonders ausgereifte Anwendungen für die **Spracherkennung** gibt es im medizinischen und juristischen Bereich.

Bezeichnung	Erläuterung	Beispiel
Handmarkierung	Striche, Kreuze o.ä., die mit einem geeigneten Stift manuell in vorgegebene Felder eines Formulars eingetragen werden.	Ausschnitt aus einem Antwortbogen zu einer Klausur.
Strichcode (engl. barcode)	Sequenzen aus (zumeist vertikalen) Strichen unterschiedlicher Dicke, die als (alpha-)numerische Information interpretiert werden.	Internationale Artikelnummer (EAN)
Normschrift	Stilisierte oder an die normale Druckschrift angelehnte Klarschrift aus Großbuchstaben und Ziffern.	OCR-B ABCDEFGHIJKLMNPQRSTUVWXYZÄÖÜ abcdefghijklmnoprstuvwxyzäöüß 1234567890 !#\$%&/()=?\{}[]**#* <>;:-_-
Universalschrift	(Stilisierte) Handschrift, deren Zeichen nach bestimmten Regeln gestaltet sind.	Eingabe von Handschrift bei einem Handheld-Computer (Notepad)

Abb. 2.22 Beispiele für maschinenlesbare Codierungen auf Papierbelegen

Sensoren werden vor allem im Bereich der computergestützten Prozess-Steuerung eingesetzt. Sie dienen der Erfassung von Prozesskennwerten wie z. B. Temperatur-, Druck- und Durchflusswerten, die an einen speziellen Rechner, den Prozessrechner, übermittelt werden. Dieser stellt die übermittelten Ist-Prozessdaten vorgegebenen Sollwerten gegenüber und veranlasst gegebenenfalls durch die Abgabe von Steuersignalen über geeignete Ausgabegeräte, auch Aktoren genannt, erforderliche Prozesskorrekturen (z. B. Temperatur- oder Druckerhöhung).

2.3.3.2 Ausgabe

- Als **Ausgabe** (engl. output) bezeichnet man die Abgabe von Verarbeitungsergebnissen eines Rechners nach außen in einer für die weitere Nutzung geeigneten Form.

Hinsichtlich der weiteren Nutzung lassen sich drei Fälle unterscheiden:

- Die Ausgabe von Daten zum Zweck der Nutzung durch den Menschen. Hierzu sind die menschlichen Sinne anzusprechen; die Ausgabe erfolgt daher meist visuell, gelegentlich auch akustisch oder haptisch, d. h. den Tastsinn ansprechend.
- Die Ausgabe von Daten zum Zweck der Weiterverarbeitung durch Maschinen. Die Ausgabe muss hierzu in maschinenlesbarer Form erfolgen. Beispiele sind die Ausgabe von Signalen zur Prozess-Steuerung und die Ausgabe auf Datenträgern.
- Die Ausgabe von Daten zum Zweck der Archivierung. Häufig können nicht mehr benötigte geschäftliche Datenbestände nicht einfach gelöscht werden. Vielmehr sind sie für eine gesetzlich vorgeschriebene Dauer aufzubewahren. Dazu werden sie in der Regel auf spezielle Datenträger ausgegeben. Nur im Ausnahmefall werden so archivierte Daten einer neuerlichen Verarbeitung zugeführt. Um in einem solchen Fall bestimmte Daten wieder auffinden und interpretieren zu können, müssen Zugriffshilfen (Verzeichnis- und Suchsysteme) für Archivdaten bereitgestellt und die Art ihrer Codierung hinlänglich dokumentiert werden.

Im Folgenden steht die Ausgabe für den Menschen im Vordergrund. Als grundlegende Ausgabemethoden sind hier die flüchtige und die dauerhafte Ausgabe zu unterscheiden. Eine feinere Unterteilung ergibt sich unter Berücksichtigung der jeweils angesprochenen menschlichen Sinnesorgane. Abb. 2.23 gibt einen entsprechend geordneten Überblick über wichtige Typen von **Ausgabegeräten**. Zur Bedeutung von Schnittstellen gelten die bezüglich der Eingabegeräte gemachten Aussagen analog.

In der Praxis dominieren die visuell arbeitenden Ausgabegeräte. So gehört zur Standardausstattung eines PC-Arbeitsplatzes neben einem Bildschirm in aller Regel auch ein Drucker, der ggf. über ein Netzwerk mit anderen Arbeitsplätzen geteilt wird. Bildschirm und Drucker werden im Folgenden näher betrachtet.

Ausgabemethode		Gerättyp	Art der ausgegebenen Information
Nicht-flüchtig	visuell	Drucker	Text, Grafik, Bild bis DIN A 3
		Plotter	Großformatige Drucke ab DIN A2
Flüchtig	visuell	Bildschirm	Text, Grafik, Bild, Video
		Beamer	Text, Grafik, Bild, Video
	akustisch	Lautsprecher	Audio, gesprochener Text, Musik
	haptisch	Braille-Ausgabegerät	Text (Blindenschrift)

Abb. 2.23 Überblick über gebräuchliche Typen von Ausgabegeräten

2.3.3.3 Bildschirm

► Ein **Bildschirm** (engl. monitor) zeigt Text- und Bildinformationen an, indem die darzustellenden Objekte in einzelne Punkte (Pixel) eines zweidimensionalen Rasters aufgelöst und diese anschließend sichtbar gemacht werden. Die Umwandlung der darzustellenden Informationen in Bildschirmsignale erfolgt durch eine spezielle elektronische Komponente eines Rechners, den so genannten Videoadapter, meist als Grafikkarte bezeichnet.

Auf die Darstellungsqualität haben die Eigenschaften des Bildschirms und der Grafikkarte gleichermaßen Einfluss. Beide müssen aufeinander abgestimmt sein. Als wesentliche Determinanten der Darstellungsqualität lassen sich die folgenden Merkmale von Bildschirm und Grafikkarte nennen:

- Die Auflösung, d. h. die Anzahl horizontal und vertikal darstellbarer Bildpunkte (Pixel). Sowohl Bildschirm als auch Grafikkarte müssen die angestrebte Auflösung unterstützen.
- Die Farbtiefe, d. h. die Anzahl der verschiedenen, gleichzeitig darstellbaren Farben. Wie bei der Auflösung müssen auch bezüglich der Farbtiefe Grafikkarte und Bildschirm übereinstimmen.
- Die Bildschirmgröße, die als Länge der Bildschirmdiagonalen, traditionell in Zoll, angegeben wird. Tendenziell gilt: Je höher die Auflösung, desto größer sollte der verwendete Bildschirm sein.
- Die Bildwiederholfrequenz des Bildschirms, die angibt, wie oft das Bild pro Sekunde neu aufgebaut wird. Je höher die Bildwiederholfrequenz ist, umso ruhiger und augenfreundlicher ist das Bild.
- Die technischen Eigenschaften der Bildschirmmaske. Diese haben entscheidenden Einfluss auf die Bildschärfe, den Kontrast und die Farbreinheit der Anzeige.

Die verschiedenen auf dem Markt erhältlichen Typen von Bildschirmen lassen sich vor allem nach der verwendeten Anzeigetechnologie unterscheiden:

Bei der Kathodenstrahlröhren-Technologie (engl. cathode ray tube, CRT) werden in einem luftleeren Glaskolben Elektronenstrahlen erzeugt und mittels Elektromagneten zeilenweise über den als Anzeigefläche dienenden Teil der Kolben-Innenwand gelenkt. Dort wo die Elektronenstrahlen auftreffen, bringen sie die Spezialbeschichtung zum Leuchten und erzeugen sichtbare Bildpunkte.

Bei der Flüssigkristall-Technologie (engl. liquid crystal display, LCD) besteht die Anzeigefläche aus einer großen Zahl einzeln ansteuerbarer Flüssigkristalle, die bei Anlegen einer elektrischen Spannung ihre Lichtdurchlässigkeit ändern und so als Bildpunkte für den Betrachter sichtbar werden. Mittlerweile haben Flüssigkristall-Bildschirme den Massenmarkt erobert und im Büro- und Heimbereich die CRT-Technologie weitgehend abgelöst.

Die Abb. 2.24 stellt diese beiden Technologien mit ihren Vor- und Nachteilen sowie typischen Anwendungsfeldern einander gegenüber. Demnach ist die Flüssigkristall-Technologie besonders geeignet, Bildschirme mit sehr flacher Bauweise, d. h. **Flachbildschirme**, wie sie in Laptops, Tablets und Smartphones zum Einsatz kommen, zu realisie-

Charakterisierung	Anzeigetechnologie	
	Kathodenstrahlröhre	Flüssigkristallanzeige
Vorteile	<ul style="list-style-type: none"> • Relativ günstiges Preis-/Leistungsverhältnis. • Darstellung unterschiedlicher Auflösungen möglich. 	<ul style="list-style-type: none"> • Sehr flache Bauweise, daher geringer Platzbedarf und geringes Gewicht. • Sehr scharfes, klares und absolut flimmerfreies Bild. • Niedriger Energieverbrauch, kaum Wärmeentwicklung.
Nachteile	<ul style="list-style-type: none"> • Relativ hoher Platzbedarf und hohes Gewicht. • Relativ hoher Energieverbrauch; nicht zu vernachlässigende Wärmeentwicklung. • Emission schädlicher Strahlen. • Technisch bedingte Verzerrungen an den Bildschirmrändern, die aufwendig ausgeglichen werden müssen. • Ermüdung der Augen bei längerer Bildschirmarbeit aufgrund des unvermeidlichen Flimmerns (auch bei hoher Bildwiederholfrequenz). 	<ul style="list-style-type: none"> • Starkes Variieren von Helligkeit, Farben und Kontrast bei Änderung des Betrachtungswinkels. • Für eine bestimmte Auflösung optimiert; andere Auflösungen häufig nur mit Qualitätsverlusten darstellbar. • Relativ träge Reaktion bei Wechsel von hell nach dunkel (auffällig z. B. bei Bewegtbildern). • Gleichmäßige Ausleuchtung der Bildschirmfläche bereitet technisch bedingte Probleme.
Anwendungsfelder	<ul style="list-style-type: none"> • Eignung für stationäre Arbeitsplatzrechner ohne Restriktionen bezüglich des Platzbedarfs. 	<ul style="list-style-type: none"> • Einbau in mobile Rechner (Laptops) sowie stationäre Nutzung.

Abb. 2.24 Vergleich der beiden häufigsten Bildschirmtechnologien.

ren. Neben der Flüssigkristall-Technologie eignen sich noch weitere Technologien für die Herstellung von Flachbildschirmen. Bei Plasmabildschirmen (engl. plasma display panel, PDP) etwa wird ein durch Gasentladungen erzeugtes Plasma zur Anregung von Leuchstoffen und damit der Erzeugung von (farbigen) Darstellungen genutzt. Früher vor allem als größerformatige Flachbildschirme eingesetzt, spielen sie inzwischen am Markt nur noch eine geringe Rolle. Flachbildschirme auf der Basis organischer lichtemittierender Dioden (engl. organic light emitting diode), so genannte OLEDs, stellen noch eine Zukunftstechnologie dar, die auf die LCD-Technologie folgen könnte.

2.3.3.4 Drucker

► **Drucker** (engl. printer) geben Text- und Bildinformationen auf Papier, Folie, Etiketten oder anderen bedruckbaren Materialien aus.

Wichtige Qualitätskriterien für die Druckausgabe sind:

- Die Auflösung, die bei Drucken in dpi (engl. dots per inch) gemessen wird und das Erscheinungsbild gedruckter Texte und Grafiken bestimmt.

- Die Druckgeschwindigkeit, die häufig in Seiten pro Minute angegeben wird und ein wichtiges Maß für die Leistungsfähigkeit eines Druckers ist.
- Die Geräuschbelastung während des Druckvorgangs, die besonders bei unmittelbar am Arbeitsplatz aufgestellten Druckern möglichst gering sein sollte.

Weitere wichtige funktionale Merkmale eines Druckers sind z. B. seine Farbfähigkeit, die verarbeitbaren Papierarten und Papierformate.

Wichtige gebräuchliche Druckertypen, die sich durch ihre Drucktechnologie unterscheiden, sind Laser-, Tintenstrahl- und Matrixdrucker.

Bei Laser-Druckern erzeugt ein Laserstrahl ein elektronisches Abbild der zu druckenden Seite auf einer elektrostatisch geladenen Fotoleitertrömmel, das durch Aufbringen von Farbpigmenten (Toner) sichtbar gemacht und anschließend auf das Papier übertragen wird.

Bei Tintenstrahl-Druckern entsteht das Druckbild, indem kleine Tintentröpfchen durch elektrische Impulse aus feinen, rasterförmig angeordneten Düsen auf das Papier geschleudert werden. Bei dem kostengünstigen Bubble-Jet- oder Thermo-Inkjet-Verfahren bringen die elektrischen Impulse die in der Düse befindliche Tinte mittels eines Heizelements zur kurzzeitigen Erwärmung, wodurch ein Teil der Tinte gasförmig wird. Durch den Überdruck wird ein Tintentropfen auf das Papier geschossen.

Nadel- oder Matrix-Drucker setzen jedes Zeichen aus einem Raster von Druckpunkten (Matrix) zusammen, wobei jeder Druckpunkt durch Anschläge einer Nadel auf ein Farbband auf Papier übertragen wird. Je höher die Anzahl der Nadeln pro Zeilenhöhe, desto besser ist die Druckqualität dieser Drucker. Aufgrund der anschlagenden Drucktechnik werden Matrix-Drucker zur Kategorie der so genannten „Impact-Drucker“ gerechnet, zu denen auch Typenrad- und Trommeldrucker gehören. Im Unterschied zu „Non-Impact“-Druckern wie Laser- oder Tintenstrahl-Druckern ist es mit diesen Druckern möglich, mehrere Durchschläge in ein- und demselben Druckvorgang zu erstellen.

Im Bürobereich haben sich vor allem Laser- und Tintenstrahldrucker durchgesetzt. Einen Überblick über Vor- und Nachteile sowie typische Einsatzfelder von Laser- und Tintenstrahldruckern gibt Abb. 2.25.

Für spezielle Anforderungen im technischen Bereich, insbesondere für die Ausgabe großformatiger technischer Zeichnungen (ab DIN A2), werden so genannte **Plotter** eingesetzt. Diese verwenden für die Ausgabe einen Zeichenstift. Bei Flachbettplottern wird dieser Stift entsprechend der auszugebenden Grafik frei über das Papier geführt. Bei Rollenplottern dagegen wird das Papier mittels einer Rolle verschoben, während der Stift auf einer fest angebrachten Schiene bewegt wird. Um die Ausgabe in verschiedenen Farben und Strichstärken zu ermöglichen, verfügen Plotter meist über ein Magazin, aus dem während der Zeichnungserstellung automatisch der jeweils benötigte Zeichenstift ausgewählt wird. Eine weitere Variante besteht in der Verwendung eines Schneidmessers anstelle des Zeichenstifts. Solche Schneidplotter werden vor allem in der Werbebranche eingesetzt, um für Zwecke der Außenwerbung großformatige Logos oder Schriftzüge aus Spezialfolie herzustellen. Gelegentlich werden auch auf Basis der Tintenstrahl- oder Laser-Technologie arbeitende Großformat-Drucker als Plotter bezeichnet.

Charakterisierung	Drucktechnologie	
	Laser	Tintenstrahl
Vorteile	<ul style="list-style-type: none"> Hochauflösender Druck in Bildqualität auf Normalpapier. Verschiedene Auflösungen wählbar. Geringe Geräuschemission. Dokumentenechter Druck. Relativ geringe Abmessungen. 	<ul style="list-style-type: none"> Niedrige Anschaffungskosten. Geringe Geräuschemission. Geräte mit sehr geringen Abmessungen und sehr geringem Gewicht erhältlich. Hochauflösender Vollfarbdruck standardmäßig.
Nachteile	<ul style="list-style-type: none"> Relativ hohe Anschaffungskosten. Farbdruck mit hohen Zusatzkosten verbunden. 	<ul style="list-style-type: none"> Spezialpapiere für Druck in Bildqualität erforderlich. Relativ hohe Betriebskosten. Entsorgungsproblem bei Wechsel der Tintenpatronen-/ Druckkopf-Einheit.
Anwendungsfelder	<ul style="list-style-type: none"> Im Bürobereich (5 bis 25 Seiten pro Minute). Als Abteilungsdrucker (20 bis 50 Seiten pro Minute). Rechenzentrumsbetrieb (50 bis 150 Seiten pro Minute). 	<ul style="list-style-type: none"> Überwiegend für geringe Volumina im privaten Bereich (3 bis 15 Seiten pro Minute). Mobiler Einsatz.

Abb. 2.25 Gegenüberstellung von Tintenstrahldrucker und Laserdrucker

Nicht in die Kategorie der Drucker im eigentlichen Sinne fallen 3D-Drucker:

► Als **3D-Druck/3D-Drucker** bezeichnet man eine Fertigungs-Technologie, die der Herstellung von Werkstücken mittels der Additiven Fertigung (engl. additive manufacturing) dient.

Hierbei werden z. B. Modelle, Werkzeuge und Teile aus Schichten von Werkstoffen/ Materialien (z. B. Kunststoffe, Keramiken, Metalle) per Schmelz- und Härtungsprozessen zusammengefügt.

2.3.4 Externe Speichermedien

► Als **externen Speicher** (engl. external storage) bezeichnet man alle Speicher, die nicht der Zentraleinheit angehören und als periphere Geräte (engl. peripheral devices) der dauerhaften, maschinenlesbaren Speicherung von Informationen dienen.

Ihre Aufgabe besteht darin, größere Datenmengen und Programme dauerhaft verfügbar zu halten. Nun existieren verschiedene Medien, die sich aufgrund ihrer physikalischen Eigenschaften für eine dauerhafte, maschinenlesbare Speicherung von Informationen eignen. Insofern stellt sich auch bei den Externspeichern ein Bewertungsproblem. Die im

Zusammenhang mit internen Speichern (vgl. Abschn. 2.3.2.3) genannten Kriterien zur Bewertung eines Speichermediums, nämlich Speicherkapazität, Zugriffszeit, Übertragungsrate und Kosten pro Bit, besitzen auch in Bezug auf externe Speicher Gültigkeit.

Für die weitergehende Charakterisierung von Externspeichern sind zwei zusätzliche Merkmale von Bedeutung: die Art der Informationsaufzeichnung und die physikalische Beschaffenheit des Speichermediums. Hinsichtlich der Art der Informationsaufzeichnung unterscheidet man zwischen sequentiellen und adressierbaren Speichern:

- In **sequentiellen** (oder seriellen) **Speichern**, wie etwa dem Magnetbandspeicher, werden die Informationen in einer bestimmten Reihenfolge aufgezeichnet. Ein Zugriff auf die gespeicherten Informationen ist nur in dieser Reihenfolge möglich. Die Zugriffszeit bei sequentiellen Speichern hängt vom Abstand zwischen dem Speicherplatz der gewünschten Information und der aktuellen Schreib-/Leseposition ab.
- **Adressierbare Speicher** sind in nummerierte Speicherzellen unterteilt, die über ihre als Adressen bezeichneten Nummern eindeutig identifiziert sind. Da mittels der Adressen direkt auf die Speicherplätze zugegriffen werden kann, heißen sie auch **Direktzugriffsspeicher** (engl. random access memory, **RAM**). Die Zugriffszeit ist weitgehend unabhängig von der Speicherstelle.

Nach der verwendeten Speichertechnologie lassen sich folgende Arten von Speichermedien unterscheiden:

- Magnetische Speicher bestehen aus einer auf einem Träger aufgebrachten Metalloxidschicht. Die Partikel dieser Beschichtung erhalten durch elektromagnetische Einwirkung eine bestimmte magnetische Ausrichtung und repräsentieren auf diese Weise jeweils einen bestimmten Bitwert.
- Optische Speicher weisen eine spezielle Trägerschicht auf, deren Oberflächenstruktur mit Hilfe von Lichtwellen (z. B. Laser) verändert und abgetastet werden kann, was das Aufzeichnen und Lesen binärer Informationen ermöglicht. Man unterscheidet einmal beschreibbare und mehrfach beschreibbare optische Speichermedien.
- HalbleiterSpeicher verwenden elektronische Bauelemente, die ähnlich wie der Zentral-Speicher arbeiten, die gespeicherten Informationen jedoch meist in nicht-flüchtiger Form, d. h. unabhängig von einer Energiequelle, aufbewahren.
- Beleggebundene Speicher bestehen aus Papier oder anderen bedruck- oder beschreibbaren Materialien, auf denen Daten in Form von Strichcodes, Handmarkierungen oder maschinell lesbaren Klarschriftzeichen gespeichert sind.

Beleggebundene Speicher stellen keine Externspeicher im eigentlichen Sinne dar. Zum einen sind Belege primär Mittel der Datenerfassung und werden nach dem Lesen allenfalls für eine gewisse Zeit physisch archiviert. Andererseits werden die mit Beleglesern eingelesenen Informationen für spätere Verarbeitungszwecke auf Externspeichern archiviert. Eine nach den übrigen Speichertechnologien geordnete Übersicht der wesentlichsten derzeit eingesetzten Speichermedien und ihrer hauptsächlichen Einsatzgebiete gibt Abb. 2.26.

Speicher-technologie	Speichermedium	Charakterisierung und Einsatzgebiete
Magnetisch	Magnetband	Sequentieller Speicher für die Archivierung und Datensicherung großer Datenbestände; häufig als Magnetbandkassette realisiert.
	Festplatte	Stationäre Speicherung größerer Datenmengen und Programme im ständigen Zugriff auf einem festen Plattenstapel.
	Wechselplatte	Auswechselbarer Plattenstapel zur Datensicherung und Mitnahme größerer Datenmengen und Programme.
	Standard-Diskette	Sicherung einzelner Dateien sowie geringvolumiger Datenaustausch zwischen beliebigen, nicht vernetzten Arbeitsplatzrechnern.
	Zip-Diskette	Datensicherung am Arbeitsplatz sowie großvolumiger Datentransfer zwischen nicht vernetzten Arbeitsplatzrechnern.
	Magnetstreifenkarte	Mobiler Speicher für personenbezogene Daten; Eignung z.B. als Betriebsausweis, für die Zutrittskontrolle oder für den elektronischen Zahlungsverkehr (Beispiel: EC-Karte).
Optisch	Compact Disc (CD)	Archivierung größerer Datenbestände sowie zur Distribution digitaler Produkte (Programme, Kataloge, Enzyklopädien, Musik). Erhältlich als einmal beschreibbar (CD-R) oder wiederbeschreibbar (CD-RW).
	Digital Versatile Disc (DVD)	Massenspeicher für höhere Leistungsanforderungen (Video, Hifi-Audio, Datenbanken). Erhältlich als einmal beschreibbar (DVD-R, DVD+R) oder wiederbeschreibbar (DVD-RW).
	Blue-ray Disc (BD)	Nachfolger der DVD mit deutlich höherer Datenrate und Speicherkapazität. Verwendung z.B. zur digitalen Speicherung hochauflösender Filme. Erhältlich als einmal beschreibbar (BD-R) oder wiederbeschreibbar (BD-RE).
Magneto-optisch	MO-Diskette	Sicherung und Archivierung großer Datenmengen; großvolumiger Datenaustausch zwischen nicht vernetzten Rechnern.
Halbleiter	Chipkarte	Mobiler Speicher für persönliche Daten mit höherer Kapazität und größerer Sicherheit als Magnetstreifenkarte; multifunktionelle Verwendung als persönlicher Ausweis, elektronisches Zahlungsmittel, Zutrittskontrolle usw.
	Flash-Speicherkarte	Auswechselbarer, kleinformatiger Massenspeicher für tragbare Rechner, Digitalkameras u.ä. Zu den Flash-Speicherkarten zählen auch die Multi-Media-Card (MMC) sowie die Secure Digital Memory Card (SD-Card).
	USB-Speicher-Stick	Mittelschneller Massenspeicher mit Universal Serial Bus- bzw. USB-Anschluss für die separate Speicherung persönlicher Daten und den Datentransport.
	Hableiterplatte (solid state disc)	Sehr schneller Speicher mit hoher Kapazität, bestehend aus Synchronous Dynamic RAM- bzw. SDRAM-Speicherchips oder Flash-Speicherchips; Einsatz wie eine Festplatte in kleinen Mobilrechnern und großen Server-Rechnern.

Abb. 2.26 Überblick über wichtige Speichermedien

Mit Ausnahme des Magnetbandspeichers sind alle anderen angeführten Speichermedien als Direktzugriffsspeicher konzipiert. Darüber hinaus sind fast alle genannten Speichermedien in der Lage, den Speicherinhalt ohne Stromzufuhr dauerhaft zu erhalten. Lediglich bei Halbleiterplatten auf SDRAM-Basis ist eine unterbrechungsfreie Stromversorgung erforderlich, um einen Verlust des Speicherinhalts zu verhindern.

Zur Speicherung von Massendaten in Computersystemen werden häufig noch magnetische Festplatten eingesetzt. Aufgrund ihrer zahlreichen mechanischen Bauteile besitzen magnetische Festplatten allerdings ein erhöhtes Ausfallrisiko. Um die Verfügbarkeit der auf magnetischen Festplattenspeichern gespeicherten Daten auch nach einem Festplattenausfall zu erhöhen, werden häufig mehrere Festplatten zu einem logischen Laufwerk verbunden, wobei die Daten nach bestimmten Prinzipien redundant auf den verbundenen Festplatten organisiert werden. Derartige Techniken werden unter dem Begriff RAID (engl. redundant array of independent discs) zusammengefasst. Neben der verbesserten Ausfallsicherheit bieten RAID-Systeme weitere Vorteile, wie z. B. gegenüber Einzelplatten verbesserte Datentransferraten sowie die Möglichkeit, durch einen Verbund preisgünstiger kleinerer Festplatten große logische Festplattenkapazitäten zu relativ geringen Kosten bereitzustellen. Gleichzeitig wird die Wartbarkeit erhöht, da RAID-Systeme den Austausch einzelner Festplatten oder die Erweiterung um weitere Festplatten während des Systembetriebes erlauben.

2.4 Rechnerklassen

Im Zeitablauf erwies sich die Einteilung in Rechnerklassen als nicht stabil. Die ursprüngliche an der Rechnerleistung orientierte Klasseneinteilung unterlag Veränderungen, die aus der Technologieentwicklung und der damit einhergehenden Entwicklung neuer Formen der Informationsverarbeitung resultierten. So drückte sich z. B. das Aufkommen neuer Rechnergrenzen oder neuer Einsatzzwecke von Rechnern in Konzepten wie „Personal-Computing“, „Mobile-Computing“ und „Client/Server-Computing“ aus. Unter Berücksichtigung dieses Wandels werden im vorliegenden Kapitel wesentliche Rechnerklassen abgegrenzt und hinsichtlich ihrer Merkmale und Einsatzpotenziale charakterisiert. Nach der Darstellung eines aktuellen Ansatzes zur Rechnerklassifikation (vgl. Abschn. 2.4.1) werden in den folgenden Kapiteln drei wesentliche **Rechnerklassen** behandelt:

- als Server eingesetzte Mini-, Groß- und Superrechner (vgl. Abschn. 2.4.2),
- am stationären Arbeitsplatz genutzte Personalcomputer und Workstations (vgl. Abschn. 2.4.3) und
- mobil genutzte Laptops, Tablet-PCs und Smartphones (vgl. Abschn. 2.4.4).

Eine zusammenfassende Charakterisierung der eben genannten Arten von Rechnern (vgl. Abschn. 2.4.5) schließt die Behandlung der Rechnerklassen ab (vgl. auch Hansen et al. 2019, S. 531 ff.).

2.4.1 Ansätze zur Rechnerklassifikation

Schon frühzeitig ging mit der Ausbreitung der automatisierten Informationsverarbeitung in Wirtschaft, Wissenschaft und Verwaltung eine Ausdifferenzierung von Rechnern in Leistungsklassen einher. Rechner unterschiedlicher Leistung konnten so die Bearbeitung von Aufgaben unterschiedlicher Art und Komplexität übernehmen. Bei den anfänglich als isolierte Einzelsysteme zentral betriebenen Rechnern unterschied man etwa drei Größenklassen: Groß-, Mini- und Kleinrechner. Großrechner wurden typischerweise in Rechnerzentren oder auf Unternehmensebene und Minirechner z. B. auf Abteilungsebene eingesetzt (Abteilungsrechner). Letztere eröffneten auch kleineren Unternehmen den Zugang zur automatisierten Informationsverarbeitung. In diesem Zusammenhang sprach man auch von Mittlerer Datentechnik (MDT).

Charakteristisch für den Rechnereinsatz in Unternehmen war die Kopplung von Mini- und Großcomputern mit wenigen, Dutzenden, Hunderten oder gar Tausenden von „nicht-intelligenten“ Terminals. Per Terminal konnten Daten für Berechnungsläufe eingegeben, Dateneingaben über Lesegeräte gestartet, Programm läufe gestartet und Be rechnungsergebnisse angezeigt oder ihre Ausgabe angestoßen werden. Verarbeitungskapazität am Arbeitsplatz selbst stand nicht zur Verfügung. Abb. 2.27 veranschaulicht den zentralen Einsatz eines Einzelsystems.

Eine Erweiterung erfuhr dieses Einsatzkonzept schon recht bald durch die Kopplung zentral eingesetzter Rechner mit dem Ziel, verschiedene Vorteile des Rechnerverbunds zu nutzen. So z. B. die Lastverteilung zwischen Rechnern.

Eine Erweiterung der Rechnerklassen erfolgte allerdings erst durch das Aufkommen neuer Rechnerarten am oberen und unteren Ende der Leistungsskala:

- Am unteren Skalenende ermöglichten die ab den 1980er-Jahren verfügbaren **Personalcomputer (PC)** sowie leistungsstärkere PC-Versionen, bezeichnet als **Workstations**, die dezentrale Bereitstellung von Rechenkapazität am Arbeitsplatz.
- Am oberen Skalenende ermöglichten die entwickelten **Hochleistungsrechner**, die teils auf dem in den 1990er-Jahren propagierten Konzept des Grid-Computing beruhten, eine drastische Ausweitung der Berechenbarkeitsgrenze für komplexe wissenschaftliche Probleme.

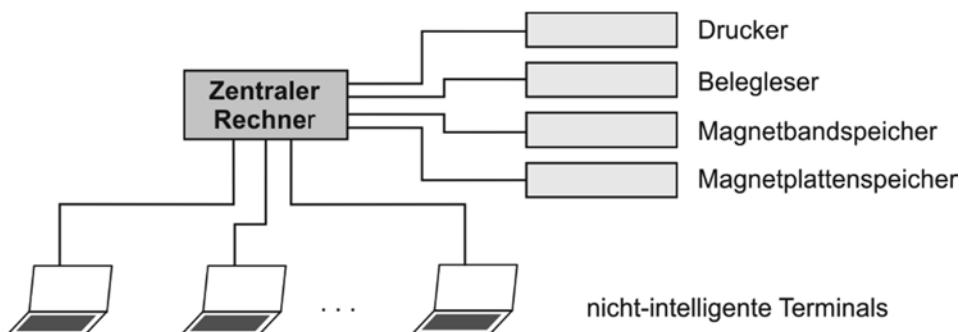


Abb. 2.27 Zentraler Einsatz eines Einzelsystems mit nicht-intelligenten Terminals am Arbeitsplatz

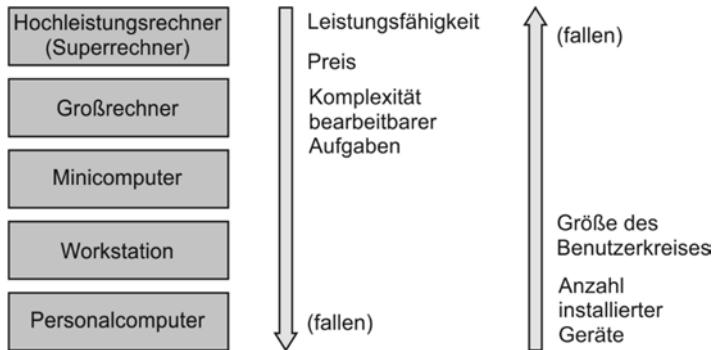


Abb. 2.28 Traditionelle Rechnerklassifikation

Die resultierende und bis in die 1990er-Jahre vorherrschende „traditionelle“ Rechnerklassifikation ist in Abb. 2.28 dargestellt. Die Abbildung enthält bereits eine grobe Charakterisierung der Rechnerklassen in Bezug auf die Merkmale Leistungsfähigkeit, Preis und Komplexität bearbeiteter Aufgaben.

Zwei Neuerungen führten zu einer Erweiterung der traditionellen Rechnerklassifikation:

- das wenige Jahre vor der Jahrtausendwende eingeführte Client/Server-Computing und
- das sich nach der Jahrtausendwende sukzessive ausbreitende Mobile-Computing.

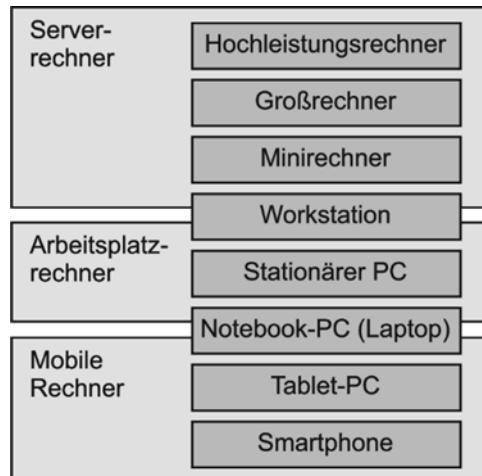
Mit der Verfügbarkeit leistungsfähiger PCs und Workstations erfuhren der Ausbau von Rechnernetzen in Unternehmen und, damit einhergehend, die verteilte Informationsverarbeitung einen kräftigen Schub (vgl. Kap. 3). Eine Form der verteilten Informationsverarbeitung, das so genannte **Client/Server-Computing**, hat sich in der betrieblichen Informationsverarbeitung zu einer Art Standard entwickelt. Die Dominanz dieses Verarbeitungskonzepts – vor allem auch im Bereich der operativen Informationsverarbeitung – hat letztlich zur Unterscheidung von zwei Rollen geführt, die Rechner einnehmen können:

- die Rolle eines **Servers**, d. h. eines Rechners, auf dem Prozesse des Typs „Server“ ausgeführt werden, und
- die Rolle eines **Clients**, d. h. eines Rechners, auf dem Prozesse des Typs „Client“ ausgeführt werden.

In aktuellen Klassifikationsansätzen werden Client- und Serverrolle explizit ausgewiesen. Auf das Client/Server-Computing geht Abschn. 3.4.1 näher ein.

Das **Mobile-Computing**, das die rechnergestützte Bearbeitung von Aufgaben an nicht-stationären bzw. ortsunabhängigen Arbeitsplätzen betrifft, wurde durch die Entwicklung leistungsfähiger tragbarer Rechner und leistungsfähiger Mobilfunknetze ermöglicht. Für den kommerziellen mobilen Einsatz stehen etwa drei Rechnerarten zur Verfügung: Laptop, Tablet-PC und Smartphone.

Abb. 2.29 Aktualisierte Rechnerklassifikation



Unter Berücksichtigung der beiden genannten Neuerungen ergibt sich die in Abb. 2.29 gezeigte, aktualisierte Rechnerklassifikation. Unterschieden werden demnach drei große Rechnerklassen: Server, stationäre Arbeitsplatzrechner und mobile Rechner. Stationäre Arbeitsplatzrechner und mobile Rechner können als Clients, aber auch außerhalb des Client/Server-Computing genutzt werden.

Eine Sonderstellung nehmen das Notebook und die Workstation ein. Das Notebook ist zwar ein mobiler Rechner, wird in der Praxis aber sehr häufig (auch) als stationärer Arbeitsplatzrechner eingesetzt. Ähnlich verhält es sich mit der Workstation, die auch als Abteilungs- oder Arbeitsgruppenserver genutzt wird.

2.4.2 Serverrechner

In diesem Abschnitt werden leistungsstärkere Rechner betrachtet, die in Netzwerken die Rolle von Servern übernehmen. Es sind dies (vgl. auch Abb. 2.29): Hochleistungsrechner, Großrechner und Minicomputer. Auf die Sonderstellung von Workstations, die ggf. auch als Serverrechner dienen, wurde bereits hingewiesen. Workstations werden im folgenden Abschn. 2.4.3 behandelt.

► Ein **Hochleistungsrechner** (engl. super computer oder auch high performance computer HPC) ist ein aus bis zu hunderttausend Einzelprozessoren bestehender Parallelrechner, der zur Bearbeitung von rechenintensiven Aufgaben höchster Komplexität eingesetzt wird.

Die in einem Hochleistungsrechner zusammengefassten Prozessoren haben teils Zugriff auf einen gemeinsamen Hauptspeicher und Zugang zu einer gemeinsamen Peripherie. Sie bearbeiten jeweils gemeinsam eine Aufgabe. Das Anwendungsgebiet erstreckt sich vor allem auf technisch-wissenschaftliche Berechnungen, insbesondere auch Simula-

tionen, in den Bereichen Biologie, Chemie, Geologie, Luft-/Raumfahrt, Meteorologie und Militär. Die Leistungsfähigkeit von Supercomputern erreicht einige Zehntausend Tera-Flops (1 Tera entspricht 10^9). Supercomputer sind für Forschungsinstitutionen von Bedeutung, spielen aber in der betrieblichen Informationsverarbeitung sonstiger Institutionen und Unternehmen eine untergeordnete Rolle. Dies gilt auch für eine Art virtuellen Superrechner, der in den 1990er-Jahren konzipiert wurde und unter dem Begriff des Grid-Computing bekannt geworden ist.

- Als **Grid-Computing** (engl. grid computing) bezeichnet man einen Verbund, auch Cluster genannt, von lose gekoppelten, räumlich verteilten und heterogenen Rechnern, der kostengünstige, sichere und skalierbare Rechenleistungen für die Bearbeitung rechenintensiver, wissenschaftlicher und kommerzieller Aufgaben zur Verfügung stellt.

Dem Grid-Computing liegt folglich ein Cluster von nicht notwendigerweise gleichen Rechnern zugrunde, das dem lose gekoppelten MIMD-Architekturtyp entspricht (vgl. hierzu Abb. 2.10). Die heterogenen Rechner eines Clusters, beispielsweise PCs, Workstations und Minirechner, sind über offene, standardisierte Netzwerkprotokolle und Schnittstellen miteinander verbunden. Die Skalierung der jeweils bereit gestellten Rechenleistung, d. h. die Abstufung des Umfangs der Rechenleistung, obliegt einer Koordinationsinstanz. Diese koordiniert die Erbringung von Teilleistungen und deren Zusammenfügen zu einer Gesamtleistung. Entsprechend lässt sich das Grid-Computing nur auf Aufgaben anwenden, die sich in separat bearbeitbare Teilaufgaben aufteilen lassen. Solche Aufgaben finden sich vornehmlich in Forschungsvorhaben aus den Bereichen Geologie, Astronomie, Physik, Chemie, Biologie und Medizin.

Grid-Computing umfasst allerdings nicht nur die Bereitstellung von Rechenleistungen, sondern verschiedener im Netz zugänglicher Ressourcen. So unterscheidet man:

- Rechengrids (engl. computing grids), die dem Zugang zu verteilten Rechenkapazitäten dienen.
- Datagrids (engl. data grids), die den Zugriff auf verteilte Datenbanken ermöglichen.
- Service-Grids (engl. service grids), die der Bereitstellung verteilter Services dienen.
- Wissensgrids (engl. knowledge grids), die die Nutzung von verteiltem Wissen ermöglichen.

- Ein **Großrechner** (engl. mainframe) ist eine leistungsstarke Rechenanlage, deren Zentraleinheit und Peripherie auf einen hohen Durchsatz von Rechenaufträgen (engl. jobs) meist unterschiedlicher Komplexität ausgelegt ist.

Großrechner werden von größeren Unternehmen, Forschungsinstituten, Hochschulen und Behörden meist in einer zentralen IT-Abteilung oder einem Rechenzentrum betrieben. Das Auftrags- oder Lastprofil kann zwischen verschiedenen Betreibern erheblich variieren.

ren. In Unternehmen steht die Verarbeitung von Massendaten, vor allem im Rahmen der den Geschäftsbetrieb begleitenden operativen Anwendungssysteme, im Vordergrund. Da es sich bei der Abwicklung des operativen Geschäfts in Bereichen wie Beschaffung, Produktion, Absatz und Finanzen zudem um unternehmenskritische Anwendungen handelt, müssen hierzu eingesetzte Großrechner zwei Anforderungen genügen:

- Bewältigung eines hohen Durchsatzes von zu bearbeitenden Geschäftsvorfällen.
- Gewährleistung einer hohen Sicherheit der Verarbeitung.

Um Unterbrechungen des laufenden Rechenbetriebs und resultierende finanzielle Schäden möglichst zu vermeiden, greift man auf redundante Systemkonfigurationen zurück. Das Ausmaß der Redundanz hängt von den Sicherheitsanforderungen ab. Es kann sich von der Doppelung einzelner Komponenten, wie etwa Prozessor, Hauptspeicher oder Externspeicher, bis hin zum Betrieb einer Doppelanlage erstrecken. Auf diese Weise können Ausfälle von Komponenten oder gar ganzen Anlagen ohne Betriebsunterbrechung überbrückt werden.

► Ein **Minicomputer** (engl. mini computer) ist eine Rechenanlage mittlerer Leistungsfähigkeit, die der Abwicklung der laufenden, primär operativen Informationsverarbeitungsaufgaben in kleineren Unternehmen oder auf Abteilungsebene in größeren Unternehmen dient.

Typische in Unternehmen mit Minicomputern bearbeitete Aufgaben sind z. B. Fakturierung, Finanzbuchhaltung und Lagerbuchhaltung. In diesem Zusammenhang sprach man früher auch von Mittlerer Datentechnik (engl. midrange computing). Zu dieser Zeit wurden Minicomputer von einer Vielzahl von Herstellern als proprietäre Systeme, also mit herstellereigenem Betriebssystem und meist auch Anwendungssystemen, angeboten. Anfänglich als Externspeicher genutzte Magnetbandspeicher wurden später durch Magnetplattenspeicher abgelöst. Ebenso verschwanden im Laufe der Zeit die proprietären Systeme zugunsten herstellerübergreifender offener Midrange-Technologien.

2.4.3 Arbeitsplatzrechner

Behandelt werden in diesem Abschnitt die am ortsfesten Arbeitsplatz für (End-)Nutzer verfügbaren stationären Rechner. Es sind dies (vgl. auch Abb. 2.29): Personalcomputer und Workstations. Häufig werden auch Notebooks stationär eingesetzt, als grundsätzlich mobile Rechner jedoch im folgenden Abschn. 2.4.4 betrachtet.

Eine grobe Charakterisierung von Personalcomputern und Workstations hinsichtlich der Merkmale Leistungsfähigkeit, Preis, usw. erfolgte bereits in Abb. 2.28. Sie wird im Folgenden ergänzt.

- Ein **Personalcomputer** (engl. personal computer, PC), auch Mikrocomputer genannt, ist ein durch nur eine Person zu bedienender Rechner geringerer Leistungsstärke, dessen Zentraleinheit einen Mikroprozessor umfasst und in Verbindung mit den angeschlossenen Peripheriegeräten die Bearbeitung von Informationsverarbeitungsaufgaben geringerer Komplexität aus dem beruflichen und privaten Bereich gestattet.

Die ebenfalls verwendeten Bezeichnungen eines PC als Arbeitsplatzrechner oder als Heimcomputer deuten auf den Nutzungsbereich hin. Nach einigen Vorläufermodellen wurde mit dem 1981 eingeführten IBM-PC mit einem Intel 8086-Prozessor ein PC-Standard geschaffen, der dem PC sukzessive zu einer weiten Verbreitung verhalf. Auf anfängliche Anwendungen aus dem Office-Bereich, wie etwa Textverarbeitung, Tabellenkalkulation und Dateiverwaltung, folgten – auch aufgrund der Entwicklung leistungsstärkerer Prozessoren und größerer Speicher – qualifiziertere Anwendungen aus dem Gebiet der operativen betrieblichen Informationsverarbeitung. Rechenintensivere Anwendungen am Computer-Arbeitsplatz ermöglichen die so genannten Workstations.

- Eine **Workstation** (engl. workstation) ist ein besonders leistungsfähiger Arbeitsplatzrechner, der insbesondere für rechenintensive Aufgaben aus dem wissenschaftlich-technischen Bereich wie etwa Simulationen, Konstruktionsaufgaben und Grafikwendungen eingesetzt wird.

Im Unterschied zu den als Einplatzsystemen ausgelegten Personalcomputern kann eine Workstation auch ein Mehrplatzsystem mit mehreren an die CPU angeschlossenen Terminals darstellen. Dies ermöglicht z. B. einer Gruppe von Entwicklern die exklusive und kooperative Nutzung der Workstation im Rahmen der gemeinsamen Bearbeitung eines Forschungs- und Entwicklungsprojekts.

Je nach wahrzunehmenden Aufgaben kann ein Arbeitsplatzrechner als „Thin- Client“ oder als „Fat-Client“ konfiguriert sein. Die Ausstattung als **Fat-Client** gestattet es einem Arbeitsplatzrechner, für die dezentrale Bearbeitung vorgesehene Aufgaben vollständig und uneingeschränkt zu bewältigen. Aus der reduzierten Ausstattung als **Thin-Client** resultieren dagegen Beschränkungen hinsichtlich der Komplexität der ausführbaren Aufgaben. Im Grenzfall wird ein Thin-Client wie ein „nicht-intelligentes“ Terminal genutzt, d. h. im Wesentlichen werden z. B. lediglich Daten ein- und ausgegeben. Die Verarbeitung der Daten erfolgt dagegen auf dem jeweiligen Server. Thin-Clients umfassen nicht nur eine reduzierte Hardwareausstattung, sie werden in der Regel auch mit abgemagerten Betriebssystemen betrieben. Um die Hardwareausstattung eines Arbeitsplatzrechners zu verdeutlichen, sind in Abb. 2.30 exemplarisch die Komponenten eines nicht knapp konfigurierten PCs zusammen gestellt.

Auf der Hauptplatine befinden sich Steckplätze für die Aufnahme so genannter Steck- oder Erweiterungskarten. Hierbei handelt es sich um spezielle Prozessoren, die Ein- und

Komponenten eines Personalcomputers		
<ul style="list-style-type: none"> • Monitor bzw. Bildschirm • Hauptplatine • Prozessor(-Chip) • Arbeitsspeicher(-Chip) 	<ul style="list-style-type: none"> • Festplattenspeicher • Optisches Laufwerk • Steckkarten • Netzteil mit Kühlung 	<ul style="list-style-type: none"> • Tastatur • Maus

Abb. 2.30 Komponenten eines Personalcomputers

Ausgaben mit bestimmten Medien oder die Nutzung bestimmter Kommunikationsnetze ermöglichen. Als Beispiele seien genannt:

- **Grafikkarten**, die der Umwandlung von Grafikdaten in eine Form dienen, die eine Darstellung als Bild auf dem Monitor ermöglicht.
- **Soundkarten**, auch Audio- oder Tonkarten genannt, die der Verarbeitung von analogen oder digitalen Tonsignalen dienen und so das Aufzeichnen, Mischen, Bearbeiten und Wiedergeben von Tonfolgen ermöglichen.
- **TV-Karten**, die der Verarbeitung von TV-Signalen dienen, dass eine Aufzeichnung auf einem Festplattenspeicher oder eine Darstellung auf dem Monitor möglich ist.
- **Modemkarten**, die eine technische Realisierungsform von Modems darstellen und dem Anschluss des PCs an Übertragungsnetze dienen; Beispiele sind Satellitenfunkmodems, Funknetzmodems, Stromleitungsnetzmodems, Kabelnetzmodems, Standleitungskabelmodems und Faxmodems.

2.4.4 Mobile Rechner

Die in diesem Abschnitt behandelten mobilen Rechner gestatten eine ortsunabhängige Bearbeitung von Informationsverarbeitungsaufgaben an (nahezu) beliebigen, wechselnden Orten. Ihre Nutzung für betriebliche, aber auch private Zwecke, wird als Mobile Computing bezeichnet. Zur Verfügung stehen drei Gerätetypen: Notebook-PCs, Tablet-PCs und Smartphones.

► Ein **Notebook(-PC)** (engl. notebook), auch Laptop (engl. laptop) genannt, ist eine kompakte PC-Bauform mit flachem Gehäuse, auf der Gehäuseoberseite integrierter Tastatur, am Gehäusehinterende aufklappbar angebrachtem Flachbildschirm und einer Stromversorgung mit Akkus. Mittels Steckkarten herstellbare Festnetz- und Funknetzverbindungen gestatten einen mobilen Einsatz.

Per Docking-Station können die tragbaren Notebooks an das Stromnetz angeschlossen werden. Da Notebooks zunehmend mit sehr leistungsstarken Prozessoren ausgestattet werden, verdrängen sie sukzessive die als Tisch- oder Towergeräte verfügbaren klassischen PCs. Eine Version des Notebooks im unteren Leistungsbereich ist das Netbook.

- Ein **Netbook(-PC)** (engl. netbook) ist eine leistungsschwächere Version eines Notebooks, die eine reduzierte Ausstattung aufweist und speziell als Internet-Client für das Surfen im Internet und in Intranets ausgelegt ist.

So verfügt ein Netbook gegebenenfalls nicht über eine Festplatte und auch nicht über ein optisches Laufwerk. Mit dem Aufkommen von Tablet-PCs hat die Bedeutung von Netbooks drastisch abgenommen.

- Ein **Tablet(-PC)** (engl. tablet) ist ein leichter tragbarer Computer mit Touchscreen anstelle einer aufklappbaren Tastatur, der bei Ausstattung mit schnellen Prozessoren die Leistung eines PC erreichen kann und dessen Funktionsumfang sich mittels so genannter Apps erheblich erweitern lässt.

Anders als ein klassischer PC ist ein Tablet-PC nach dem Starten sofort betriebsbereit. Neuere Versionen werden ausschließlich – per Finger, gegebenenfalls auch Stift – über den berührungsempfindlichen Bildschirm (engl. touchscreen) bedient. Wie ihre Vorläufergeräte, die inzwischen fast vollständig verdrängten **Personal Digital Assistants (PDAs)**, können sie für die persönliche Kalender-, Adress- und Aufgabenverwaltung eingesetzt werden. Darauf hinaus aber auch für viele andere Zwecke: Projektmanagement, Tabellenkalkulation, Textverarbeitung, Notizblock, Internetbrowser, E-Mail, Taschenrechner, Spiele, Navigationsgerät, Ton-/Bild-/Videowiedergabe und Ton-/Bildaufzeichnung. Derartige (Zusatz-)Funktionen können durch das kostenfreie oder kostenpflichtige Herunterladen von **Apps**, die verschiedene Hersteller in ihren App Stores anbieten, realisiert werden. Apps (Applications) sind Anwendungsprogramme, deren Komplexität von einfachen Nachrichtendiensten, Spielen usw. bis hin zu Systemen mit umfangreicher Funktionalität, wie z. B. Office-Systemen und Datenbankverwaltung reichen kann. Zudem gestatten Tablets bei entsprechender Konfigurierung insbesondere auch einen Zugang zu den Applikationsservern eines Unternehmens und damit z. B. die mobile Abwicklung von Aufgaben der operativen Informationsverarbeitung aus Bereichen wie etwa ERP, CRM und Warenwirtschaft. Häufig greifen hierbei allerdings nur eingeschränkte Sicherheitsstandards (vgl. die Ausführungen in Kap. 6 und 7).

- Ein **Smartphone** (engl. smartphone) ist ein mit einem relativ großen, berührungsempfindlichen Bildschirm ausgestatteter Kleincomputer von der Größe eines Mobiltelefons, der die Funktionen eines Mobiltelefons und – teils etwas eingeschränkt – eines Tablet-PCs vereinigt und meist noch über weitergehende Funktionen und Apps verfügt.

Die Tastatur von Smartphones ist aufklappbar oder einschiebbar oder sie wird sensibel per Stift oder Finger bedient. Die einem Tablet-PC ähnliche Funktionalität gestattet die Nutzung als:

- Kommunikationsgerät (Mobiltelefon, Video-Telefonie, IP-Telefonie, Telefon-Konferenzen, Chat, E-Mail, SMS, Fax, Webbrowswer),
- Personal Information Manager (Adress-/Termin-/Aufgabenverwaltung, Notizblock, Diktiergerät, Taschenrechner, Datenspeicher),

- Aufzeichnungs-/Wiedergabegerät (Radio, Media-Player, Bildwiedergabe, Digitalkamera, Videokamera),
- Infotainmentgerät (Spiele, Nachrichtendienste),
- Navigationsgerät (auch mit Positionsdarstellung in Landkarten),
- Meß- und Anzeigegerät (Bewegungs-, Näherungs-, Lage-, Licht-, Magnetfeldsensor),
- Präsentations-Client (Zugang zu unternehmensinternen Applikationsservern).

Bei dem Zugang zu ERP-, CRM-, SCM- und Warenwirtschaftssystemen kann ein Smartphone allerdings – anders als ein Tablet-PC – nur als eine Art Thin-Client genutzt werden. Das bedeutet, es werden im Wesentlichen nur Funktionen aufgerufen, (einfachere) Eingaben getätigkt und Ergebnisse angezeigt, während Verarbeitungsprozesse den Applikationsservern vorbehalten bleiben.

2.4.5 Zusammenfassende Charakterisierung der Rechnerklassen

Eine zusammenfassende Darstellung und Charakterisierung der wesentlichen aktuellen Rechnerklassen enthält Abb. 2.31. Angegeben sind:

- die Rechnerrolle, die sich auf den (überwiegenden) Einsatz als Client oder Server erstreckt;
- die Rechnerklasse, die sich auf die in den vorangegangenen drei Abschnitten behandelten Arten von Rechnern bezieht;
- die Hardware-Architektur, die primär auf die Auslegung des Rechnerkerns einschließlich des Arbeitsspeichers abstellt;
- die Anwendungsgebiete, die als Zusammenstellungen von Beispielen noch ergänzt werden könnten.

Grundsätzlich lassen sich Rechner aller Klassen im Netzwerk, d. h. im Verbund mit anderen Rechnern, betreiben. Für die mobilen Rechner (Notebook-PC, Tablet-PC und Smartphone) stehen hierzu drahtlose Kommunikationstechnologien bzw. Funknetze zur Verfügung. Für die Rechnerklassen ab der Workstation aufwärts ist der Einsatz im Netz typisch. Dabei übernehmen Hochleistungs-, Groß- und Minirechner, sowie teils auch Workstations, Server-Aufgaben. Rechner ab dem stationären PC abwärts übernehmen entweder Client-Aufgaben oder sie werden als Einzelsysteme außerhalb des Client/Server-Computing – z. B. für Zwecke der individuellen Informationsverarbeitung – genutzt.

Aufgrund der schnell voranschreitenden Technologieentwicklung, speziell auch im Bereich der Prozessortechologie, ist eine scharfe Grenzziehung zwischen den Rechnerklassen nicht immer möglich. So verwischen sich mit zunehmender Leistungsfähigkeit der angebotenen PC-Systeme zusehends die Grenzen zwischen PC und Workstation.

Was die für die Leistungsfähigkeit ausschlaggebende Prozessorausstattung betrifft, basieren Hochleistungs-, Groß- und Minirechner in der Regel auf Mehrprozessorarchitekturen (SIMD oder MIMD) (vgl. Abschn. 2.3.1.2). Hierbei wird jede einzelne CPU in einem eigenen Gehäuse untergebracht. In Workstations und Personalcomputern kommen

Rechnerrolle	Rechnerklasse	Hardware-Architektur	Einsatzgebiete
Server	Superrechner (Hochleistungsserver)	<ul style="list-style-type: none"> Mehrprozessor-Architektur (SIMD oder MIMD) mit bis zu einigen Tausend Prozessoren (RISC). Arbeitsspeicher mit bis zu mehreren TByte. 	<ul style="list-style-type: none"> Vektor- oder Parallelrechner für extrem rechenintensive Anwendungen im naturwissenschaftlich-technischen Bereich.
Server	Großrechner (Unternehmensserver, Mainframe, Host)	<ul style="list-style-type: none"> Mehrprozessor-Architektur mit 4 bis 128 Zentralprozessoren (RISC). Arbeitsspeicher mit bis zu 128 GByte. 	<ul style="list-style-type: none"> Zentraler Datenbank- und Anwendungsserver in Großunternehmen mit mehr als 100 angeschlossenen Arbeitsplätzen.
Server	Minirechner (Abteilungs-server, Midrange System)	<ul style="list-style-type: none"> Mehrprozessor-Architektur mit 2 bis 8 Zentralprozessoren (RISC). Arbeitsspeicher mit bis zu 12 GByte. Für den Dauerbetrieb ausgelegte Hardware-Komponenten. 	<ul style="list-style-type: none"> Datenbank- und Anwendungsserver für max. 100 Benutzer (Zentralserver in mittleren bzw. Abteilungsserver in Großunternehmen). Zentrale Bereitstellung von Infrastrukturdiensten (Netzwerkverwaltung, E-Mail, Datensicherung) für mehrere Hundert Benutzer. Überwachung automatisierter Prozesse im technisch-wissenschaftlichen Bereich.
Server und Arbeitsplatz-rechner	Workstation	<ul style="list-style-type: none"> Mehrker-Prozessor mit 2 bis 6 Kernen. Arbeitsspeicher mit bis zu 4 GByte. Besonders robuste Auslegung in Bezug auf Hardware und Software. 	<ul style="list-style-type: none"> Arbeitsplatzrechner für Anwendungen mit hohen Anforderungen an Rechen- und Grafikleistung (CAD, Desktop Publishing, Software-Entwicklung, Simulation). Arbeitsgruppen- oder Abteilungsserver für Datei- und Druckdienste. Datenbank- und Anwendungsserver für Kleinbetriebe mit bis zu fünf Benutzern.
Arbeitsplatz-rechner	Personal Computer (PC) und Notebook-PC	<ul style="list-style-type: none"> Mehrker-Prozessor mit 2 bis 4 Kernen. Arbeitsspeicher mit bis zu 4 GByte. 	<ul style="list-style-type: none"> Einsatz als Fat Client oder Thin Client (Netbook) im Rahmen des betrieblichen Client/Server-Computing. Arbeitsplatzrechner für Büro- und Privatanwendungen, z.B. Tabellenkalkulation, Textverarbeitung, Geschäftsgrafik, Internetanwendungen (E-Mail, Web). Als kompakte, akkubetriebene Ausführung (Notebook oder Laptop) für den mobilen Einsatz geeignet.
Rechner für mobilen Einsatz	Tablet-PC und Smartphone	<ul style="list-style-type: none"> 1 Zentralprozessor (RISC oder CISC). Bis ca. 256 MByte Arbeitsspeicher. Spezielles Betriebssystem mit geringerem Ressourcenbedarf. 	<ul style="list-style-type: none"> Handlicher, akkubetriebener Computer für den mobilen Einsatz (Tablet-PC), auch oft in Kombination mit einem Mobiltelefon (Smartphone). Persönliche Termin-, Aufgaben- und Adressenverwaltung, Navigation. Kommunikationsunterstützung unterwegs, z.B. E-Mail, Browser, Datentransfer, Synchronisation mit stationärem PC. Kleine Büroanwendungen, z.B. Tabellenkalkulation und Textverarbeitung mit eingeschränktem Funktionsumfang.

Abb. 2.31 Übersicht der Rechnerklassen

überwiegend Mehrkernprozessoren mit z. B. zwei oder vier in einem Prozessorgehäuse integrierten Prozessorkernen (CPUs) zum Einsatz. Vermehrt werden aber auch Mehrprozessorarchitekturen auf der Basis von (mehreren) Mehrkernprozessoren angeboten.

2.5 Rechnerbetrieb

Zur Bearbeitung von Aufgaben mit einem Rechnersystem sind mittels der Zentraleinheit und der peripheren Geräte bestimmte Folgen von Verarbeitungs-, Eingabe-, Ausgabe- und Speicheroperationen auszuführen. Die Ausführung dieser Operationen und das hierbei erforderliche Zusammenwirken der Rechnerkomponenten (Hardware) steuert und überwacht die so genannte Software. In Abhängigkeit von der Art der zu bearbeitenden Aufgaben – z. B. rechenintensive Aufgaben oder Aufgaben, die eine hohe Benutzerinteraktion erfordern – arbeiten Rechner in unterschiedlichen Betriebsarten. Die Steuerung der Rechneraktivitäten in verschiedenen Betriebsarten sowie weitere damit verbundene Aktivitäten übernimmt eine bestimmte Software-Kategorie, das Betriebssystem. In den folgenden Abschnitten wird näher auf die angesprochenen Aspekte des Rechnerbetriebs eingegangen. Behandelt werden im Einzelnen:

- die grundlegenden in einem Rechnersystem eingesetzten Software-Kategorien (vgl. Abschn. 2.5.1),
- die verschiedenen Betriebsarten, in denen Rechner eingesetzt und genutzt werden (vgl. Abschn. 2.5.2),
- die wesentlichen Komponenten von Betriebssystemen und ihre Aufgaben beim Rechnereinsatz (vgl. Abschn. 2.5.3) und
- die für die Softwareentwicklung, für Verwaltungs- und Abrechnungszwecke benötigte systemnahe Software (vgl. Abschn. 2.5.4).

2.5.1 Software-Kategorien

Der Begriff der Software steht in enger Verbindung mit dem Begriff des Programmes. Die begriffliche Abgrenzung von Software baut auf dem Programmabegriff auf (vgl. Hansen et al. 2019, S. 537 ff.).

► Ein **Programm** (engl. program) ist eine in einer Programmiersprache notierte endliche Folge von Befehlen, die der Ausführung einer Aufgabe durch ein Rechnersystem dient.

Bei der Ausführung eines Programms lösen die Befehle eine Folge von Eingabe-, Rechen-, Speicher- und Ausgabeoperationen derart aus, dass aus den Eingabedaten eines Benutzers Ergebnisdaten erzeugt und ausgegeben werden. Die gesamtheitliche Sicht auf Programme und Daten führt zum Softwarebegriff:

► Als **Software** (engl. software) eines Rechnersystems bezeichnet man alle für diesen Rechner verfügbaren und ausführbaren Programme einschließlich aller dazugehörigen Daten.

Der Software als „weicher Ware“ steht die als Hardware bezeichnete „harte Ware“, d. h. die Gesamtheit der gerätemäßig realisierten Rechnerkomponenten, gegenüber.

► Als **Hardware** (engl. hardware) eines Rechnersystems bezeichnet man die Gesamtheit der Geräte bzw. materiellen Komponenten, aus denen der Rechner besteht.

Beide Begriffe werden sowohl in Bezug auf ein (konkretes) Rechnersystem, als auch in einem allgemeinen Sinne verwendet. So bezeichnet man mit Hardware auch die insgesamt für Rechnersysteme verfügbaren materiellen Komponenten und entsprechend mit Software die insgesamt verfügbaren Programme und Daten.

Ebenso wie die Hardware kann auch die Software weiter unterteilt werden. Sieht man von den Daten ab, so lassen sich zwei grundlegende Software-Kategorien unterscheiden, die Systemsoftware und die Anwendungssoftware:

► Als **Systemsoftware** bezeichnet man die Gesamtheit der Softwarekomponenten, die für die Unterstützung der Entwicklung von Software, die Steuerung und Überwachung des Betriebs von Rechnern sowie Verwaltungs- und Abrechnungszwecke (Bibliotheksverwaltung, Datenbankverwaltung und Accounting) eingesetzt werden.

Die Systemsoftware wird weiter untergliedert in:

- die den Rechnerbetrieb steuernden Betriebssysteme (vgl. Abschn. 2.5.3) und
- die für Softwareentwicklungs-, Verwaltungs- und Abrechnungszwecke verwendete systemnahe Software (vgl. Abschn. 2.5.4).

► Als **Anwendungssoftware** bezeichnet man alle Programme, die Anwender – also Unternehmen, Verwaltungen, Behörden, Institute, Vereine und sonstige Organisationen, sowie Einzelpersonen – für geschäftliche, dienstliche, sonstige organisationsbezogene oder private Zwecke einsetzen.

Als synonome Begriffe für Anwendungssoftware werden auch verwendet: Anwendungsprogramm, Anwendungssystem, Anwendung und Applikation. Bei dem Begriff der Applikation ist genaueres Hinsehen geboten. Er wird auch nur für einen Teil eines gemäß dem Client/Server-Prinzip konzipierten Anwendungssystems gebraucht. Zudem steht die für Applikation verwendete Abkürzung App für Anwendungssoftware, die von App Stores auf (vorzugsweise) mobile Rechner heruntergeladen werden kann.

Vom Anwender zu unterscheiden ist der Benutzer oder Nutzer. Ein Anwender ist die Institution oder Person, in deren Auftrag Anwendungssysteme auf Rechnern eingesetzt werden. Ein Nutzer ist dagegen eine Person, die mit einem Softwaresystem an einem Rechner de facto arbeitet. Dabei ist es unerheblich, ob dies aus dienstlichen, privaten oder sonstigen Gründen geschieht.

Die eingeführten Begriffe werden in Abb. 2.32 entsprechenden Komponenten eines Rechnersystems zugeordnet. In der Darstellung wird die Anwendungssoftware weiter unterteilt in:

- geschäftlich oder institutionell genutzte Anwendungssoftware und
- privat genutzte Anwendungssoftware.

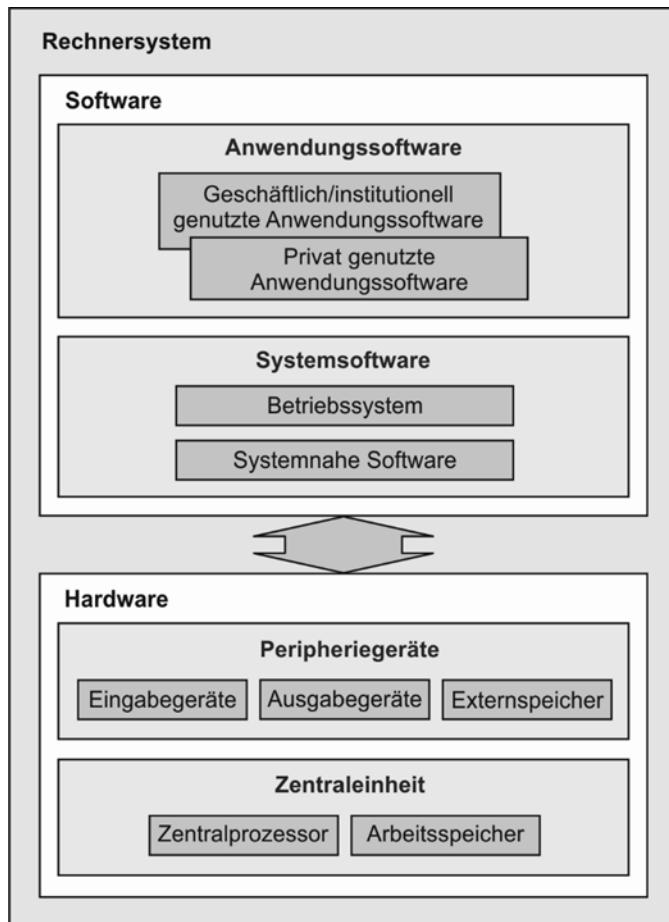


Abb. 2.32 Hard- und Softwarekomponenten eines Rechnersystems

Die geschäftlich oder institutionell genutzte Anwendungssoftware wird ausführlich in Teil B „Innerorganisatorische Anwendungssysteme“ und Teil C „Interorganisatorische Anwendungssysteme“ dieses Buches behandelt. Dabei stehen allerdings Anwendungen in Unternehmen im Vordergrund. Mit Ausnahme von Office-Systemen wie Textverarbeitung, Tabellenkalkulation und Grafiksoftware, die für beide Bereiche relevant sind, werden privat genutzte Anwendungssysteme in diesem Buch allenfalls am Rande angesprochen.

2.5.2 Betriebsarten

► Als **Betriebsarten** bezeichnet man die unterschiedlichen Formen der Ausführung von Verarbeitungsaufgaben und -aufträgen (engl. jobs) durch ein Rechnersystem.

Man unterscheidet zwei Grundformen von Betriebsarten, die den Rechnereinsatz aus unterschiedlichen Perspektiven beleuchten und kombiniert auftreten können:

- Verarbeitungsbezogene Betriebsarten, die auf die Art der rechnerinternen Abarbeitung von Verarbeitungsaufgaben abstellen.
- Nutzungsbezogene Betriebsarten, die die Art des Systemgebrauchs und der Systemeingriffe durch die Benutzer betreffen.

Welche Betriebsarten ein Rechner beherrscht, hängt von der verfügbaren Hardware sowie dem verwendeten Betriebssystem ab. Komplexe Betriebsarten stellen entsprechend höhere Anforderungen an Hardware und Betriebssystem. Welche Betriebsart sich für die Ausführung einer Verarbeitungsaufgabe anbietet, ist von der Art der Aufgabe und den Anforderungen des Anwenders abhängig. Hierbei spielen Fragen der Effektivität, d. h. des Erreichens von Zielen der Informationsverarbeitung, und der Effizienz, d. h. der Wirtschaftlichkeit der Informationsverarbeitung, neben fachlichen Aspekten eine gewichtige Rolle.

Abb. 2.33 gibt zunächst einen Überblick über wichtige Betriebsarten von Rechnern. Sie werden im Anschluss näher erläutert.

Im **Einprogrammbetrieb** (engl. singleprogramming) wird ein Programm erst dann in den Arbeitsspeicher geladen und gestartet, wenn das zuvor gestartete Programm vollständig bearbeitet ist. Im **Mehrprogrammbetrieb** (engl. multiprogramming) dagegen befinden sich mehrere Programme gleichzeitig im Arbeitsspeicher. Um eine quasi-simultane Ausführung dieser Programme mit nur einem Zentralprozessor zu ermöglichen, müssen die Programme in so genannte Tasks zerlegt werden.

Als **Task** bezeichnet man allgemein eine auf einem Rechner in Ausführung befindliche Programmeinheit. Ein Anwendungsprogramm kann aus mehreren Tasks bestehen. Wird einer Task ein eigener Bereich im Arbeitsspeicher zur Verfügung gestellt, spricht man von einem **Prozess** (engl. process). Dagegen werden Tasks, die sich einen Bereich des Arbeitsspeichers teilen, auf den sie gemeinsam Zugriff haben, als **Threads** bezeichnet. Ein Prozess kann aus mehreren Threads bestehen.

Kategorie	Merkmal	Ausprägungen
Verarbeitungs-bezogene Betriebsarten	Anzahl der gleichzeitig in Ausführung befindlichen Programme/Programmteile.	<ul style="list-style-type: none"> • Einprogrammbetrieb • Mehrprogrammbetrieb
	Anzahl der während der Verarbeitung eingesetzten Prozessoren.	<ul style="list-style-type: none"> • Einprozessor-Betrieb • Mehrprozessor-Betrieb
	Dauerhaftigkeit der Verbindung zwischen Peripherie und Zentraleinheit.	<ul style="list-style-type: none"> • Online-Betrieb • Offline-Betrieb
	Räumliche Verteilung der an der Verarbeitung beteiligten Komponenten.	<ul style="list-style-type: none"> • Lokale Verarbeitung • Entfernte Verarbeitung • Verteilte Verarbeitung
Nutzungs-bezogene Betriebsarten	Organisation des zeitlich-logischen Verarbeitungsablaufs.	<ul style="list-style-type: none"> • Stapelverarbeitung • Interaktive Verarbeitung
	Anzahl der gleichzeitig an einem Rechner arbeitenden Benutzer.	<ul style="list-style-type: none"> • Einbenutzer-Betrieb • Mehrbenutzer-Betrieb
	Art der Rechnernutzung im interaktiven Mehrbenutzerbetrieb.	<ul style="list-style-type: none"> • Teilhaber-Betrieb • Teilnehmer-Betrieb

Abb. 2.33 Überblick über Betriebsarten von Rechnern

Jeder der nebeneinander im Arbeitsspeicher vorhandenen Tasks werden die benötigten Rechner-Betriebsmittel abwechselnd für eine begrenzte Zeit zur Verfügung gestellt, so dass sich insgesamt eine zeitlich verzahnte Bearbeitung der Programme ergibt. Man spricht in diesem Fall auch von **Multitasking**. Die parallele Ausführung mehrerer Threads wird als **Multithreading** bezeichnet. Gegenüber dem Einprogrammbetrieb lassen sich durch den Mehrprogrammbetrieb Leerlaufzeiten während zeitaufwendiger Ein- und Ausgabevorgänge nutzen und so eine höhere Kapazitätsauslastung des Zentralprozessors erzielen.

Im **Einprozessorbetrieb** (engl. singleprocessing) ist nur eine quasiparallele Bearbeitung mehrerer Programme im Mehrprogrammbetrieb möglich. Eng gekoppelte Multiprozessorsysteme, z. B. mit einer SIMD- oder MIMD-Architektur, sowie Mehrkern-Prozessoren, erlauben eine echte Parallelausführung, da die einzelnen CPUs nebenläufig verschiedene Programme oder Programmteile bearbeiten können. Ein solcher **Mehr-** oder **Multiprozessorbetrieb** (engl. multiprocessing) stellt erheblich höhere Anforderungen an das Betriebssystem.

Von **Online-Betrieb** spricht man, wenn alle beteiligten Peripheriegeräte während der Verarbeitung unmittelbar mit der Zentraleinheit in Verbindung stehen, sei es über externe Übertragungswege oder über eine Netzwerkverbindung. Im **Offline-Betrieb** besteht diese Verbindung dagegen nicht. Ist beispielsweise der Drucker vorübergehend nicht mit der Zentraleinheit verbunden (Offline-Betrieb), werden die Druckaufträge in dem auftraggebenden Rechner zwischengespeichert und nach Wiederherstellen des Online-Betriebs automatisch an den Drucker weitergeleitet.

Befinden sich alle an der Verarbeitung beteiligten Betriebsmittel am selben Ort, so handelt es sich um lokale Verarbeitung. Die lokale Verarbeitung ist für den Betrieb eines Einzelplatzrechners typisch. Entfernte Verarbeitung (engl. **remote processing**) liegt dagegen vor, wenn die Komponenten – z. B. Eingabegerät und verarbeitender Rechner – räumlich voneinander getrennt und über ein Netzwerk miteinander verbunden sind. Ein besonderer Fall der entfernten Verarbeitung ist die verteilte Verarbeitung (engl. **distributed processing**), bei der die Zentralprozessoren mehrerer räumlich getrennter Rechner eine Verarbeitungsaufgabe gemeinsam bearbeiten.

Für das Verständnis der nutzungsbezogenen Betriebsformen ist eine Präzisierung des Begriffs des (Verarbeitungs-)Auftrags von Bedeutung. Ein Auftrag oder Job ist definiert als Bearbeitungsablauf, der einem Rechner zur Abarbeitung als Ganzes übertragen wird.

Wird ein Auftrag vor seiner Ausführung vollständig definiert und mit allen erforderlichen Eingabedaten als Ganzes vor Beginn der Verarbeitung an einen Rechner übertragen, spricht man von Stapelverarbeitung (engl. **batch processing**). Ein Beispiel hierfür ist die nächtliche Buchung der tagsüber aufgelaufenen Umsätze auf den Kontokorrent-Konten einer Geschäftsbank. Demgegenüber beginnt bei der interaktiven Verarbeitung (engl. **interactive processing**) oder Dialogverarbeitung (engl. **conversational mode**) die Verarbeitung von Teilaufträgen bereits, bevor der Auftrag vollständig festgelegt wurde. Der Benutzer definiert den Gesamtauftrag erst während der Bearbeitung durch sein laufendes Eingreifen in den Verarbeitungsprozess. Dies ist die typische Betriebsform bei der Nutzung von Bürossoftware, z. B. einer Tabellenkalkulation. Ein Sonderfall der interaktiven Verarbeitung ist die Echtzeitverarbeitung (engl. **real time processing**). Hier werden z. B. im Rahmen der rechnergestützten Prozess-Steuerung Änderungen bestimmter Messgrößen von erfassenden Geräten unmittelbar an einen Rechner weitergeleitet, wo sie sofort verarbeitet werden und ggf. umgehend Steuersignale an weitere Geräte auslösen, die auf den Prozess in erwünschter Weise einwirken.

Ein Rechner arbeitet im **Einbenutzer-Betrieb** (engl. **single user mode**), wenn jeweils nur ein Benutzer allein auf dem Rechner Aufträge ausführen kann. Im **Mehrbenutzer-Betrieb** (engl. **multiuser mode**) können dagegen mehrere Benutzer parallel einen Rechner nutzen. Im Fall des Mehrbenutzerbetriebs muss das Betriebssystem in der Lage sein, mehrere gleichzeitig aktive Benutzer zu verwalten. Bei Rechnern mit nur einem Prozessor wird in diesem Zusammenhang das Zeitscheibenverfahren (engl. **time sharing**) eingesetzt, d. h. den aktiven Benutzern wird der Zentralprozessor reihum jeweils für ein fixes Zeitintervall (engl. **time slice**) von z. B. einigen Millisekunden zur Verfügung gestellt. Im Mehrbenutzer-Betrieb sind die Benutzer häufig über ein Netzwerk mit dem Verarbeitungsrechner verbunden, so dass in diesem Fall gleichzeitig entfernte Verarbeitung vorliegt.

Der interaktive Mehrbenutzer-Betrieb kann weiter in den Teilhaber-Betrieb und den Teilnehmer-Betrieb unterteilt werden. Im **Teilhaber-Betrieb** (Transaktionsbetrieb, engl. **transaction mode**) arbeiten alle Benutzer mit demselben Programm im Dialogbetrieb. Beispiele hierfür sind die Auskunfts- und Reservierungssysteme der Fluggesellschaften oder der Bahn. Im Unterschied dazu erlaubt es der **Teilnehmer-Betrieb** (engl. **time sharing mode**) den Benutzern, gleichzeitig und unabhängig voneinander jeweils verschiedene Programme auf einem Rechner auszuführen.

2.5.3 Betriebssysteme

In Rechnern und Rechnernetzen übernehmen Betriebssysteme eine Vielzahl von Planungs-, Steuerungs-, Überwachungs- und Unterstützungsaufgaben. Entsprechend sind sie strukturell in eine Vielzahl von Komponenten untergliedert. Ihre Funktionalität und Struktur wird zudem von den unterschiedlichen Rechnerarten bestimmt, für die sie konzipiert sind. Der folgende Abschn. 2.5.3.1 befasst sich mit den Komponenten und Aufgaben von Betriebssystemen. Der sich anschließende Abschn. 2.5.3.2 geht auf Betriebssysteme für unterschiedliche Rechnerklassen ein. Hierbei finden wesentliche Familien von Betriebssystemen, die sich im Zeitablauf herausgebildet haben, besondere Berücksichtigung (vgl. Tannenbaum 2009).

2.5.3.1 Komponenten und Aufgaben von Betriebssystemen

Erst ein in einem Rechner gespeichertes Betriebssystem ergibt in Verbindung mit der reinen Rechner-Hardware einen nahezu universell einsetzbaren Informationsverarbeitungsautomat. Anders ausgedrückt: Erst ein Betriebssystem versetzt einen Rechner in die Lage, (unterschiedliche) Anwendungsprogramme, also Aufgaben der Informationsverarbeitung, auszuführen. Das deutet auch die folgende begriffliche Abgrenzung an:

► Als **Betriebssystem** (engl. operating system) bezeichnet man eine Menge von Systemprogrammen, die die Ausführung von Anwendungsprogrammen mit einem Rechner gemäß den vorgegebenen Betriebsarten und unter Heranziehung der jeweils benötigten Rechner-Ressourcen (Prozessoren, Arbeitsspeicher, Externspeicher, Ein-/Ausgabegeräte und Netzwerkanbindungen) steuern und überwachen.

Ein Teil des Betriebssystems, der so genannte residente Teil, muss sich ständig in einem reservierten und geschützten Teil des Arbeitsspeichers befinden. Die nicht ständig benötigten und z. B. auf einen Externspeicher ausgelagerten transienten Teile werden dagegen bei Bedarf in den Arbeitsspeicher geladen. Residente Teile sind z. B. Steuerungsprogramme, während z. B. Fehlerbehandlungs Routinen transient sein können.

Welche Systemprogramme, d. h. welche Teile der Systemsoftware, dem **Betriebssystem** und welche der systemnahen Software zuzurechnen sind, wird in der Literatur unterschiedlich gesehen. Gemäß der hier vertretenen, etwas engeren begrifflichen Auslegung besteht ein Betriebssystem aus zwei Komponenten:

- dem Betriebssystemkern (engl. operating system kernel) und
- der Betriebssystem-Shell (engl. operating system shell).

Abb. 2.34 veranschaulicht diese Aufteilung. Beiden Komponenten sind in der Darstellung zudem einige ihrer wesentlichsten Aufgaben zugeordnet.

Wesentliche Aufgaben des Betriebssystemkerns sind die Auftrags-, Speicher-, Geräte-, Datei- und Benutzerverwaltung. Verwaltung ist hierbei auch im Sinne von Management zu verstehen und umschließt, neben Verwaltungsaufgaben verschiedene Steuerungsaufgaben. Im Einzelnen gilt:

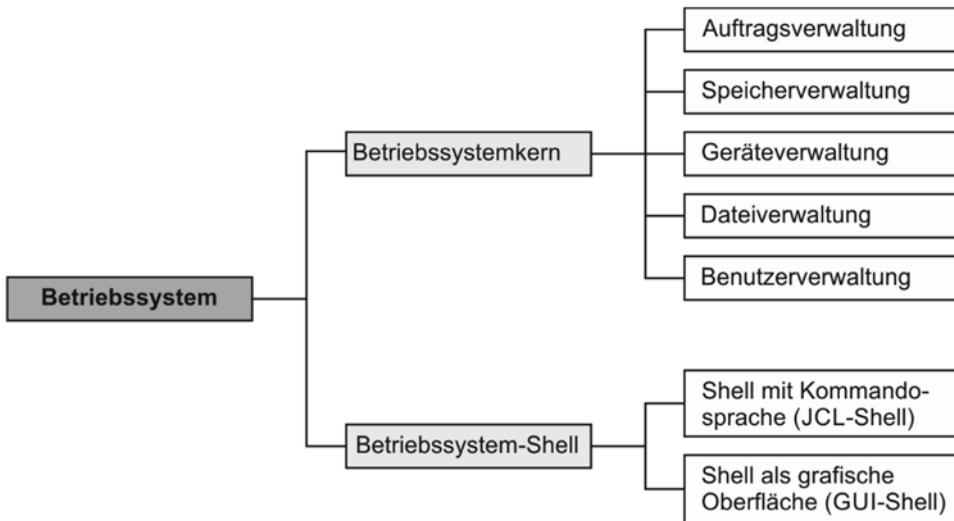


Abb. 2.34 Komponenten eines Betriebssystems

- Gegenstand der **Auftragsverwaltung** (engl. job/task management) ist die laufende Aktualisierung des Job-Verzeichnisses, d. h. der dem Rechner übergebenen Verarbeitungsaufträge, und insbesondere die Steuerung und Überwachung der Abarbeitung der Jobs. Je nach Betriebsart werden hierbei Jobs weiter in zu steuernde Tasks unterteilt. Zudem muss vor oder während der Abarbeitung von Job/Tasks die Zuteilung der benötigten Betriebsmittel vorgenommen (Prozessor) oder initiiert (Speicherplatz, Geräte) werden. Da die auszuführenden Verarbeitungsprozesse in der Regel um Betriebsmittel konkurrieren, spielen Warteschlangenkonzepte, Prioritätsregeln und andere Mechanismen der Konfliktlösung bei der Prozesssteuerung eine wesentliche Rolle.
- Aufgabe der **Speicherverwaltung** (engl. storage management) ist die Reservierung des von den auszuführenden Jobs/Tasks benötigten Arbeitsspeicherplatzes und das Führen eines Verzeichnisses der Arbeitsspeicherbelegung. Die zugeteilten Speicherbereiche, insbesondere auch der für das Betriebssystem reservierte Bereich, müssen vor unberechtigten Zugriffen durch nicht legitimierte Jobs/Tasks geschützt werden. Sollte ein Programm(-System) einen hohen Speicherplatzbedarf haben, kann der tatsächlich bereitgestellte Bereich durch Auslagerung aktuell nicht benötigter Programmteile auf Extern- oder Erweiterungsspeicher reduziert werden. Dies kann z. B. mittels Paging, einem Konzept der virtuellen Speicherung, geschehen. Es gestattet per Adressenumrechnung den Austausch von Speicherbereichen gleicher Größe, genannt Pages, zwischen Extern- und Arbeitsspeicher.
- Die **Geräteverwaltung** (engl. device management) betrifft sämtliche Peripheriegeräte, d. h. Ein- und Ausgabegeräte sowie Externspeicher. Sie umfasst das Führen eines Geräteverzeichnisses mit Angaben zur Geräteteilung, die Bereitstellung von Geräten gemäß den Geräteanforderungen der Auftragsverwaltung und insbesondere auch die Steuerung und Überwachung der von den Geräten auszuführenden Ein- und Ausgabe- sowie Lese- und Schreibprozesse.

- Die **Dateiverwaltung** (engl. file system) dient der Organisation von Daten in Form von auf dem Externspeicher abgelegten Dateien. Im Einzelnen gehören zu den Aufgaben der Dateiverwaltung das Führen eines Dateiverzeichnisses mit Angaben zu z. B. Speicherungsort und Dateieigner, die Bereitstellung von Dateizugriffsmethoden gemäß den Speicherungsformen der Dateien und die Ausführung von Dateizugriffen entsprechend den in den Programmen notierten Ein- und Ausgabebefehlen. Neben der Dateiverwaltung umfassen Rechnersysteme häufig auch Datenbankverwaltungssysteme (engl. data base management systems) zur Manipulation komplexerer Datenstrukturen. Datenbankverwaltungssysteme sind nicht Bestandteil des Betriebssystems, gehören aber vereinzelt zum Lieferumfang von Betriebssystemen.
- Die **Benutzerverwaltung** (engl. user management) regelt den Zugang der Benutzer zu einem Rechnersystem. Sie beinhaltet das Führen eines Benutzerverzeichnisses mit Angaben wie Name, Kennwort und Rechten der Benutzer, die Authentifikation von Benutzern sowie die Gewährung des Zugangs zu dem Rechnersystem unter Berücksichtigung der verzeichneten Rechte.

Die **Betriebssystem-Shell** stellt die Verbindung zwischen den Benutzern und dem Betriebssystemkern her. Sie gestattet es Benutzern, Jobs zu definieren und spezifizieren sowie zwecks Ausführung an den Betriebssystemkern zu übergeben. Die für die Jobausführung unentbehrliche Jobspezifikation enthält Angaben zu Job-Identifikation, Speicherplatzbedarf, Jobaufbau, ggf. erforderliche Programmübersetzung, Eingabedaten und Ergebnisausgabe. Zur Formulierung entsprechender Anweisungen an den Betriebssystemkern stehen zwei Sprachmittel zur Verfügung:

- die früher ausschließlich eingesetzte Job-Steuersprache (engl. **job control language, JCL**) und
- die heute übliche Einbettung von Betriebssystem-Anweisungen in eine grafisch gestaltete Benutzerschnittstelle (engl. **grafical user interface, GUI**).

Ein vereinfachtes, schematisches Beispiel für Gebrauch und Wirkungsweise der JCL zeigt Abb. 2.35. Das Beispiel betrifft den Test eines C-Programms mit beigefügten Testdaten. Entsprechend umfasst der Job drei Teile: die JCL-Anweisungen, das C-Programm und die Testdaten.

Nach dem Einlesen des Jobs erfolgt seine Ausführung in drei Schritten. In jedem Schritt wird, angestoßen durch eine JCL-Anweisung, eine Task ausgeführt. Die erste Task beinhaltet das Kompilieren des C-Programms, auch Quellenprogramm genannt. Das Ergebnis ist ein so genanntes Objektprogramm, das allerdings noch relative Adressenangaben enthält. Ihre Umsetzung in absolute Adressen mittels eines Verschiebeladers ist Gegenstand der zweiten Task. Ergebnis ist ein ausführbares Maschinenprogramm, hier Lademodul genannt. Die Ausführung des Lademoduls unter Nutzung der Testdaten erfolgt in der dritten Task.

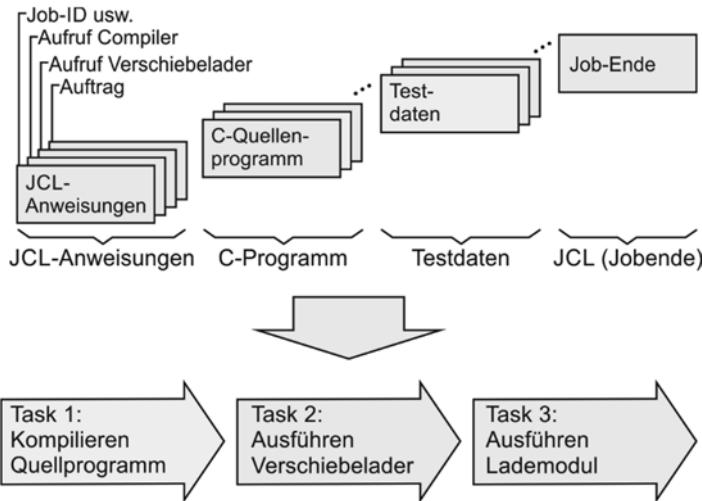


Abb. 2.35 Vereinfachtes Beispiel für die JCL-gesteuerte Job-Abwicklung

Die JCL ist eine relativ komplexe Sprache, ermöglicht aber die effiziente Nutzung der Betriebsmittel eines Rechnersystems. Ihr Benutzerkreis beschränkt sich im Wesentlichen auf System- und Anwendungsspezialisten, also professionelle Nutzer. Für den Gebrauch durch nicht professionelle (gelegentliche) Nutzer ist sie weniger geeignet. Für diesen Personenkreis stellt eine als GUI gestaltete Betriebssystem-Shell eine relativ einfach und effizient handhabbare Alternative dar.

► Als grafische Benutzeroberfläche (engl. **grafical user interface, GUI**), auch grafische Benutzeroberfläche genannt, bezeichnet man die mittels grafischer und teils Kurztexte beinhaltender Elemente formulierten Ein- und Ausgabemöglichkeiten eines Programmsystems, die dem Benutzer auf dem Monitor präsentiert werden und ihm die Steuerung sowie die Abwicklung von Informationsverarbeitungsaufgaben gestatten.

Form (unterschiedliche Symbole), Anordnung (z. B. Darstellung als Gruppen) und Inhalt (z. B. angezeigte Texte) zeigen dem Benutzer, ob es sich um die Ausgabe/Anzeige von Informationen handelt, oder ob eine Informationseingabe oder das Auslösen einer Aktion von ihm erwartet wird. Mittels der grafischen Symbole kommuniziert der Benutzer nach dem Start des Rechners zunächst mit dem Betriebssystem und danach mit dem aufgerufenen Anwendungssystem. Im Verlauf der Nutzung einer Anwendung finden verzahnte Aktivitäten des Betriebssystems statt, so bei Ein- und Ausgabeoperationen oder bei dem Aufruf einer anderen Anwendung aus einer aktiven Anwendung heraus. Eine Übersicht einiger wesentlicher grafischer Elemente einer GUI zeigt Abb. 2.36.

Von den angegebenen GUI-Elementen nimmt das Fenster eine Sonderrolle ein. Sie resultiert aus der Nutzung von Fenstern (engl. **windows**) als Arbeits- und Interaktionsfläche sowie – im Falle modernerer Betriebssysteme – aus ihrer Anordnung in Ebenen:

Element-art	Grafisches Element	Erläuterung
Grund-element	Cursor	Positionsmarke für die Eingabe von Texten in vorgesehene Felder.
	Bildlaufpfeil	Positionsmarke für das Anzeigen der Verschiebeposition in Bildlaufleisten.
	Icon	Sehr unterschiedlich gestaltetes grafisches Symbol, das z. B. eine Datei, ein Fenster oder ein Programm repräsentiert.
Menü	Menübalken	Mit ggf. ausklappbaren Menübalken dargestellte Auswahlliste für z. B. Programmfunctionen.
	Symbolleiste	Anordnung von Icons in einer Schaltfläche für z. B. die Auswahl von Programmen oder Programmfunctionen.
	Schaltfläche	Grafisch gestaltete Fläche, deren Anklicken eine Aktion anstößt (z. B. Ausführung einer Programmfunction).
Text-element	Bezeichnungsfeld	Feld zur Aufnahme eines als Bezeichner dienenden Kurztextes/Begriffs.
	Textfeld	Feld für die Eingabe und Ausgabe von Zahlen und Texten.
Selektions-element	Auswahl-kästchen/Kreis	Kästchen oder Kreis zum Anzeigen/Angeben von „gesetzt“ oder „nicht gesetzt“ für z. B. ein Merkmal.
	Optionsfeld	Untergliedertes Feld, das eine Auswahl aus mehreren Wahlmöglichkeiten gestattet (z. B. Auswahl eines Werktages).
Status-element	Fortschrittsbalken	Meist horizontaler Balken, dessen fortschreitende farbliche Füllung den Umfang der Ausführung einer Aktion anzeigt.
	Statuszeile	Meist am unteren Rand eines Programmfensters platziert Bereich, der den (Ausführungs-)Status des Programms anzeigt.
Fenster-element	Programm-/Dateifenster	Meist rechteckiger Bereich, der dem Öffnen von und dem Arbeiten mit Programmen und Dateien dient. Ein Fenster beinhaltet in der Regel andere grafische Elemente wie Menüs, Statuszeile, Textfelder, Optionsfelder usw. Die Fenstergröße kann vom Benutzer in Grenzen verändert werden.
	Dialogfenster	Sammelbegriff für spezielle Fenster, die einem Programm das Einholen von Benutzerangaben ermöglichen; z. B. Aufforderung zur Texteingabe (Eingabedialog), zur Dateiauswahl (Auswahldialog) und zur Bestätigung von Meldungen.

Abb. 2.36 Ausgewählte grafische Elemente einer GUI

- Das Fenster der untersten bzw. ersten Ebene bildet der so genannte Desktop, auch als Arbeitsoberfläche bezeichnet. Mit dem Desktop spannt das Betriebssystem einen Rahmen auf, innerhalb dem sämtliche Nutzeraktivitäten abgewickelt werden. Zu diesem Zweck beinhaltet der Desktop meist eine Anordnung von Icons, die wie eine Art Verzeichnis Programme, Dateien und Ordner repräsentieren.
- Durch Auswählen/Anklicken eines Icons wird z. B. ein Programm- oder Dateifenster innerhalb des Desktop geöffnet, das eine gerahmte Arbeitsfläche für Nutzeraktivitäten vorgibt. Das Programm- oder Dateifenster überlagert den Desktop und bildet die zweite

Fensterebene. Auch wenn es den Desktop ganz verdeckt, bleibt dieser – auch unsichtbar – bis zum Herunterfahren des Betriebssystems geöffnet.

- Zur dritten Ebene gelangt man z. B. durch Öffnen eines Programmfensters innerhalb eines Fensters der zweiten Ebene. Dies geschieht durch Anklicken eines entsprechenden Icons. Dieses Vorgehen lässt sich über weitere Ebenen fortsetzen.

Da innerhalb eines Fensters auch nebeneinander mehrere Fenster geöffnet werden können, weist die Anordnung der Fenster einer GUI eine Baumstruktur auf, wobei der Desktop die Wurzel des Baums bildet. Dies gilt natürlich nur, wenn das Betriebssystem diese Art Fenstertechnik unterstützt.

Benutzeraktivitäten auf einer GUI können auf ein Fenster beschränkt oder fensterübergreifend sein. Zudem können sie eine unterschiedliche Komplexität aufweisen:

- Von geringer Komplexität sind elementare Operationen innerhalb eines Fensters wie etwa Anklicken eines Icons, Anklicken einer Schaltfläche, Auswahl/Setzen einer Option, Eingabe eines Textes, Verschieben eines Bildlaufpfeils.
- Komplexere Operationen setzen sich aus elementaren Operationen zusammen. Sie treten bei der Ausführung von Anwendungen, wie z. B. Grafikprogrammen, auf, aber auch anwendungsübergreifend wie z. B. das **Drag & Drop** (deutsch: Ziehen und Ablegen). Mit dieser Operation können grafische Elemente, z. B. Icons, mittels eines grafischen Zeigegeräts (z. B. Maus, Lichtgriffel, Fingerspitze) an eine Zielposition auf dem Monitor verschoben oder gezogen werden. Hierzu ist eine Folge von Einzeloperationen durchzuführen: Markieren, Ziehen und Loslassen des Elements. Drag & Drop wird verwendet, um z. B. die Anordnung von Icons neu zu organisieren, einen Textteil in einem Dokument neu zu positionieren oder grafische Elemente in eine Grafik einzufügen.
- Von großer Bedeutung für Nutzer ist die von Betriebssystemen wie etwa Microsoft Windows ermöglichte Erzeugung von so genannten Verbunddokumenten (engl. compound documents) mittels der **OLE-Technologie** (engl. object linking and embedding). OLE gestattet es, Objekte (Grafiken, Tabellen, Texte und Listen) in andere Objekte einzubinden. So kann z. B. in ein mit einem Textverarbeitungsprogramm erzeugtes Textdokument eine mit einem Tabellenkalkulationsprogramm erzeugte Tabelle eingebettet werden. Wesentlich ist nun, dass die eingebundene Tabelle unmittelbar in dem Textdokument mittels des Tabellenkalkulationsprogramms bearbeitet werden kann. Hierzu ist – bei geöffneten Textverarbeitungsprogramm – das Tabellenkalkulationsprogramm per Doppelklick aufzurufen. In dem bestehenden Programmfenster wird dann ein weiteres Programmfenster geöffnet, das die Bearbeitung ermöglicht.

2.5.3.2 Arten von Betriebssystemen

Für die Kategorisierung von Betriebssystemen bieten sich zwei Kriterien an:

- die Unterteilung in Betriebssysteme für verschiedene Rechnerklassen und
- die Unterteilung in proprietäre und offene Betriebssysteme.

Hinsichtlich der Rechnerklassen gibt es einerseits Betriebssysteme, die speziell für bestimmte Rechnerarten entwickelt wurden, wie etwa für Smartphones. Andererseits gibt es Betriebssystem-Familien, die – mit abgestuftem Funktionsumfang – die Bandbreite der Rechnerklassen teilweise oder ganz überdecken. Beispiele sind die Linux-Familie und die Windows-Familie.

Was die Unterteilung proprietär oder offen betrifft, gilt für den erstgenannten Begriff:

- Als **proprietär** bezeichnet man Hard- und Softwarekomponenten von Rechnern und Rechnernetzen, die veröffentlichten und allgemein anerkannten Standards der Informationstechnik – insbesondere im Hinblick auf Daten-/Dateiformate und Schnittstellen – nicht genügen, sondern auf herstellerspezifischen Festlegungen beruhen.

Proprietäre Konzepte erschweren oder verhindern gar die Zusammenarbeit von Rechnerkomponenten (Prozessoren, Betriebssysteme und Peripheriegeräte) verschiedener Hersteller und damit die Realisierung heterogener Rechnersysteme. Proprietäre Betriebssysteme sind nur auf einer bestimmten Rechnerhardware lauffähig und schränken daher die Hardwareauswahl prinzipiell ein. Für Anwender meist gravierender sind die Einschränkungen, die von proprietären Betriebssystemen auf die einsetzbare Standard-Anwendungssoftware ausgehen. So ist z. B. unter dem proprietären Betriebssystem Windows zwar das vom gleichen Hersteller vermarktete Office-Paket, nicht aber ohne weiteres ein Office-System eines anderen Herstellers lauffähig. Insofern kann der Einsatz proprietärer Systeme zu einer unerwünschten Abhängigkeit der Anwender von Herstellern führen. Diese Gefahr besteht vor allem im Falle von Herstellern mit großer Marktmacht.

In eine gegensätzliche Richtung zielen Konzepte, die mit dem Begriff „offen“ verbunden sind:

- Als **offen** bezeichnet man Hard- und Softwarekomponenten von Rechnern und Rechnernetzen, die auf öffentlichen und allgemein anerkannten Standards der Informationstechnik beruhen und im Hinblick auf das Zusammenwirken den Anforderungen der Interoperabilität, der Portabilität und der Skalierbarkeit genügen.

Für die genannten Anforderungen gilt:

- Die Forderung nach **Interoperabilität** (engl. interoperability) betrifft die Zusammenarbeit in/von heterogenen Systemen: Unterschiedliche Rechnersysteme sollen in heterogenen Rechnernetzen auf effiziente Weise, d. h. ohne dass besondere aufwendige Vorkehrungen getroffen werden müssen, zusammenarbeiten können. Unter Zusammenarbeit ist z. B. der Austausch geschäftlicher Informationen zu verstehen.
- Die Anforderung der **Portabilität** (engl. portability) bezieht sich auf die Plattformunabhängigkeit von Programmen: Programme sollen auf unterschiedlichen Rechnerplattformen, d. h. Rechnern mit Unterschieden hinsichtlich Architektur, Prozessor(en), Betriebssystem, Übersetzern und weiteren für die Programmausführung erforderlichen Komponenten, lauffähig sein.

- Der Anspruch der **Skalierbarkeit** (engl. scalability) betrifft die Lastanpassung: Programme sollen auf Rechnern verschiedener Größenklassen lauffähig sein und damit eine Anpassung der Rechnerkapazität an unterschiedliche Lastprofile ermöglichen.

Die weitaus meisten der in heutigen Rechnern eingesetzten Betriebssysteme lassen sich drei „Familien“ zuordnen: den (eingeschränkt) offenen Unix- und Linux-Systemen sowie den proprietären Windows-Systemen. Von diesen Familien verdient vor allem Unix eine nähere Betrachtung, weil es auf richtungsweisenden Konzepten für Betriebssysteme beruht. Auf ihnen bauen z. B. die Betriebssysteme der Linux-Familie auf.

► Unter dem Begriff **Unix** fasst man alle Betriebssysteme zusammen, die auf dem 1969 von den Bell Laboratories (später AT&T) entwickelten Betriebssystem mit der Bezeichnung „Unix“ basieren oder dessen Konzepte im Rahmen neuer Implementierungen umsetzen.

Die in Unix verwirklichten und auch als Unix-Philosophie bezeichneten Konzepte umfassen vor allem:

- die strukturelle Aufteilung des Betriebssystems in einen Betriebssystemkern und eine Betriebssystem-Shell,
- die Verwendung eines hierarchischen, baumartig aufgebauten Dateisystems mit Ordnerstruktur in Verbindung mit einem weit gefassten Dateibegriff (Daten-, Programm- und Gerätedateien),
- Konzepte und Regeln für die Softwareentwicklung (z. B. C-Entwicklungssystem),
- ein durch Benutzer bedienbarer JCL-Kommandointerpreter zur Steuerung der Job-Eingabe und -Abwicklung (und (später) auch Multiprogramming und Multithreading),
- ein Konzept für den Speicherschutz und (später) ein virtuelles Speicherkonzept.

Ursprünglich in Assembler und bald danach in der Programmiersprache C implementiert, stand Unix als quelloffenes Betriebssystem mit frei verfügbarem Programmcode vor allem Universitäten zur Nutzung und Weiterentwicklung zur Verfügung. Die Anfang der 1980er-Jahre von AT&T beschlossene Vermarktung von Unix bedeutete, dass der ursprüngliche Unix-Quellcode nun nicht mehr frei verfügbar war. Daraufhin kamen Unix-Varianten mit lizenziertem Unix-Quellcode auf den Markt. Andererseits wurde das Problem der Quellcode-Lizenzierung durch Neu-/Nachimplementierungen umgangen, d. h. auf den urheberrechtlich geschützten Unix-Quellcode musste nun nicht mehr zurückgegriffen werden. Von den vielen Weiterentwicklungen, die über Jahrzehnte zu einer Vielzahl von Unix-Varianten/-Versionen/-Derivaten geführt haben, seien drei bedeutsame Linien genannt:

- Die **BSD-Linie** (Berkeley Software Distribution), die von der Universität von Kalifornien in Berkeley ausging. Sie führte zunächst zu freien Derivaten, dann – soweit Quellcode von AT&T verwendet wurde – zu lizenzierten Derivaten mit hohen Lizenz-

gebühren, aber auch zu freien BSD-Derivaten ohne urheberrechtlich geschützte Codeteile. Freie BSD-Betriebssystemkerne oder Teile davon bilden die Grundlage für einige der heute verfügbaren Unix-Betriebssysteme.

- Die durch die Kommerzialisierung von Unix angestoßene **V-Line**, deren Ausgangspunkt das Betriebssystem Unix V darstellte. Davon ausgehend wurde eine Vielzahl von Derivaten mit lizenziertem Unix-Quellcode entwickelt und vermarktet, u. a. Xenix von der Firma Microsoft, Ultrix von Digital Equipment (DEC), Sinix von Siemens, Solaris von Sun Microsystems und AIX von IBM.
- Die auf den Unix-Konzepten basierende **Linux-Linie**, die sich zu einer Vielzahl von Derivaten ausgewachsen hat. Da sie sich über alle Rechnerklassen erstreckt und durch Markterfolg auszeichnet, wird sie separat behandelt.

Die Auffächerung in Unix-Derivate mit unterschiedlichen JCL-Kommandos, Kommandooptionen und Programmbibliotheken bildete den Anlass für Standardisierungsbemühungen. In den 1980er-Jahren entwickelte das IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) zunächst einen Standard für die Schnittstelle zwischen Unix-Betriebssystemen und Anwendungsprogrammen. Spätere Erweiterungen erstrecken sich auch auf den Kommandozeileninterpreter, die JCL-Kommandos und die Ein- und Ausgabespezifikationen. Der unter IEEE 1003 geführte und auch als POSIX (Portable Operating System Interface) bezeichnete Standard bildet seit geraumer Zeit die Basis für Zertifizierungen. Als POSIX-konform zertifizierte Betriebssysteme sind z. B. AIX und Solaris, während viele Linux-Distributionen als weitgehend POSIX-konform gelten.

- Unter dem Begriff **Linux** fasst man alle Betriebssysteme zusammen, die auf dem ursprünglichen oder weiterentwickelten quelloffenen Linux-Kernel sowie weiterer, für ein lauffähiges Betriebssystem erforderlicher (Hilfs-)Software beruhen.

Der Linux-Kernel wurde 1991 von Linus Thorwald entwickelt. Er ist in der Programmiersprache C und teils, was Laufzeitkritische Teile betrifft, in Assembler abgefasst. Der Linux-Kernel wurde zunächst mit Software, die im Rahmen des GNU-Projektes – GNU steht für „GNU's Not Unix“ („GNU ist Nicht Unix“) – erstellt wurde, zu einem kompletten Betriebssystem kombiniert. GNU ist ein unixähnliches Betriebssystem und vollständig „Freie Software“. Es folgten bald Versionen, in denen die GNU-Software teils durch andere Software ersetzt wurde. Linux ist ein quelloffenes System mit frei zugänglichem Programmcode und wird bis heute beständig weiterentwickelt. Beteilt sind Unternehmen, Non-Profit-Organisationen sowie viele Freiwillige, die über das Internet kommunizieren. Die Aufnahme von Verbesserungen in den Linux-Kernel wird von der gemeinnützigen Linux Foundation koordiniert und kontrolliert.

Lauffähige Linux-Betriebssysteme werden heute von so genannten Distributoren für Rechner aller Größenklassen zur Verfügung gestellt. Die von den Distributoren offerierten Linux-Betriebssysteme, auch **Linux-Distributionen** genannt, umfassen häufig die in Abb. 2.37 angegebenen Komponenten und Leistungen.

Linux-Distribution	
Linux Betriebssystem	<ul style="list-style-type: none"> • Weiterentwickelter/angepasster Linux-Kernel • Grafische Benutzeroberfläche (z. B. KDE, GNOME) • Systemnahe Hilfsssoftware (z. B. GNU-Software, Entwicklungssoftware, Grafikkartentreiber usw.)
Anwendungs(nahe) Software	<ul style="list-style-type: none"> • Büro- und Kommunikationssoftware (z. B. Open Office) • Datenbankverwaltungssysteme • Webserver (z. B. Apache)
Service-Leistungen	<ul style="list-style-type: none"> • Handbücher und Dokumentationen • Benutzer-Support

Abb. 2.37 Komponenten und Leistungen einer Linux-Distribution

Wie bereits erwähnt, basiert Linux weitgehend auf der Unix-Konzeption. Auch deshalb kann es als ein stabiles, sicheres und wartungsfreundliches Mehrbenutzer-Betriebssystem charakterisiert werden. Zu dieser Charakterisierung trägt auch die weltweite, vernetzte Gemeinschaft von Entwicklern und Programmierern bei, die sich mit der Weiterentwicklung und Anpassung von Linux an alle möglichen Hardware-Konfigurationen befassen.

► **Windows** ist eine proprietäre Betriebssystemfamilie, die von der Firma Microsoft 1985 mit dem Betriebssystem Windows 1.0 initiiert wurde und mittlerweile mehrere Betriebssystem-Linien umfasst.

- Die Desktop-Linie (Arbeitsplatzrechner) die sich von Windows 1.0, 2.0 usw. über Windows 95, 98 sowie Windows NT, Windows 2000, Windows XP und Windows Vista bis zum Windows 8.1 (Ende 2013) und Windows 10 (2015) erstreckt;
- die Server-Linie, die von Windows NT 3.1 Server, Windows Server 2012 R2 bis Windows Server 2019 reicht;
- die Linie für mobile Geräte, die z. B. Mobile 2003, Phone 7.0 (Mobiltelefone) und Phone 8.1 (Smartphones) bis Windows 10 Mobile (2015) umfasst.

Für ältere Systeme wurde der Support inzwischen eingestellt. Bei den Desktop- und Server-Betriebssystemen ist die Firma Microsoft mit ihren Windows-Betriebssystemen Marktführer mit einer Art Monopolstellung. Der Markterfolg von Windows-Betriebssystemen hat mehrere Ursachen:

- Die Windows-Systeme folgen dem Konzept der offenen Betriebssystem-Plattform, d. h. jeder Anwender kann Anwendungen entwickeln, die unter Windows-Betriebssystemen lauffähig sind.

- Die Menge der unter Windows lauffähigen Anwendungen ist enorm groß und kommt damit den sehr unterschiedlichen Bedürfnissen von Anwendern entgegen.
- Früher reklamierte Sicherheitsdefizite von Windows-Betriebssystemen wurden in erheblichem Umfang ausgeräumt.

Eine nach Rechnerklassen geordnete Übersicht einiger wesentlicher Betriebssysteme zeigt Abb. 2.38. Die weitaus meisten der in der Praxis eingesetzten Betriebssysteme entstammen drei Familien: der Unix-, der Linux- und der Windows-Familie. Jede dieser Familien deckt mit den ihr zugehörigen Betriebssystemen die gesamte Bandbreite der Rechnerklassen ab. In Abb. 2.38 veranschaulicht dies ein durchgängiger Balken. Zudem wird für jede Familie sowie für sonstige Betriebssysteme je ein Betriebssystem-Beispiel pro Rechnerklasse angegeben.

Zu den Angaben in Abb. 2.38 ist Folgendes anzumerken:

- Was die Klasse der **Smartphones** betrifft, ist Android das mit großem Abstand am häufigsten eingesetzte Betriebssystem. Es folgen, mit abnehmender Installationsanzahl, Apple iOS, BlackBerry OS, Symbian und Windows Phone. Android ist ein quelloffenes Betriebssystem mit speziell angepasstem Linux-Kernel. Apple iOS ist eine angepasste Version von Mac OSX und stellt somit ein Unix-Derivat dar. Symbian hat seine frühere Marktführerschaft verloren, während Windows Phone noch eine geringe Verbreitung aufweist.

Rechner-klasse Betriebs- system	Smartphone	Arbeitsplatz- rechner	Work- station	Server	Super- computer
Beispiele	Unix-Derivate				
	Apple Ph. OS	Mac OS X	Open BSD	Solaris	AIX
Beispiele	Linux-Familie				
	Android	Ubuntu	Debian	zLinux	KylinLinux
Beispiele	Windows-Familie				
	Win. Phone	Windows 10	Windows Server 2019		WCCS*
Sonstige	Symbian	eComStation	OpenVMS	z/OS	Bullx

* Windows Computer Cluster Server

Abb. 2.38 Betriebssysteme für verschiedene Rechnerklassen

- Bezüglich der Klasse der **Arbeitsplatzrechner** behauptet die Windows-Desktop-Linie mit den Betriebssystemen Windows 8 und 10 ihre dominierende Marktposition. Die Verbreitung von Mac OSX, einem Unix-Derivat (BSD-Linie) der Firma Apple, nimmt ebenso zu wie die von Linux-Derivaten, wie etwa Ubuntu. Ubuntu, was in der Sprache Zulu etwa „Menschlichkeit“ bedeutet, ist eine freie, kostenlose Linux-Distribution und Abkömmling der ebenfalls sehr bekannten Linux-Distribution Debian. eComStation in der Kategorie „Sonstige“ ist ein proprietäres Betriebssystem, das eine Weiterentwicklung des früheren PC-Betriebssystems OS/2 von IBM darstellt.
- Auch in der Klasse der **Workstations** hat die Firma Microsoft mit dem Betriebssystem Windows Server 2019 eine starke Marktposition. Alternativen sind Unix-Derivate wie etwa Open BSD oder Linux-Distributionen wie Debian. Open BSD ist ein quelloffenes Betriebssystem der Berkeley-Linie und Debian ein freies Betriebssystem, das auf einem Linux-Kernel und GNU-Software basiert. Das unter „Sonstige“ genannte Open VMS (Virtual Memory System) wurde ursprünglich von der Firma DEC (Digital Equipment) als proprietäres Betriebssystem VHS für den DEC-Rechner VAX entwickelt. Mit der Übernahme von DEC ging die Vermarktung an die Firma Hewlett Packard über.
- Die Klasse der **Server** betrifft auf Abteilungs- und Unternehmensebene eingesetzte (Groß-)Rechnersysteme. Mit den abgestuften Systemen Windows Server 2019 Standard Edition und Windows Server 2019 Data Center Edition besitzt die Firma Microsoft eine starke Marktpräsenz. Ein bekannteres Unix-Derivat ist das von der Firma Oracle angebotene Betriebssystem Solaris. Das als Beispiel für eine Linux-Distribution angegebene Betriebssystem zLinux wurde an die Rechner der Z-Serie der Firma IBM angepasst. Für Rechner ihrer Z-Serie hat die Firma IBM das proprietäre Betriebssystem Z/OS entwickelt. Das vorangestellte „Z“ steht für „zero downtime“, also für „keine Ausfallzeit“, und soll eine sehr hohe Systemverfügbarkeit signalisieren. Diese ist natürlich für Großrechnersysteme, mit denen ein Großteil des operativen Tagesgeschäfts von Unternehmen abgewickelt wird, von großer Bedeutung.
- In der Klasse der **Supercomputer** ist Linux von überragender Bedeutung. In der Top 500-Liste der weltweit schnellsten Rechnersysteme finden sich über 90 % unter Linux betriebene Supercomputer. Es folgen Unix-Derivate und vereinzelt eingesetzte proprietäre Betriebssysteme von Firmen wie Microsoft und Bull. Der Ende 2013 schnellste Rechner, Tihahe-2 (33,86 PFlops), wird in China unter KylinLinux betrieben. In Japan läuft ein Superrechner, Plasma Simulator, unter dem Betriebssystem AIX, einem Unix-Derivat der Firma IBM. Der recht schnelle Superrechner Sequoia (17,17 PFlops) wird unter dem proprietären Betriebssystem Bullx SUper-COMputer Suite A.E.2.1 betrieben.

Bei einigen Rechnerklassen scheint die Dominanz bestimmter Betriebssysteme eine Art „Best-Practice“-Situation anzudeuten, die das Problem der Betriebssystem-Auswahl stark vereinfacht. Doch eine starke Marktposition muss nicht nur auf Qualitätseigenschaften beruhen. Sie kann, wie bereits erwähnt, etwa auf der Breite des unter einem Betriebs-

system lauffähigen Angebots an Anwendungssoftware basieren. Damit ist aber noch keine Aussage über z. B. die Sicherheitseigenschaften eines Betriebssystems getroffen. Die Betriebssystem-Auswahl sollte sich daher an dem Spektrum der relevanten Anforderungen orientieren. Dazu gehören:

- Betriebsarten-Steuerung, d. h. die Fähigkeit zur Ausführung der benötigten Betriebsarten wie z. B. Multiprogramming sollte gegeben sein.
- Lastskalierbarkeit, d. h. es sollte keine wesentliche Änderung des Leistungsverhaltens bei variierender Last auftreten.
- Betriebssicherheit, d. h. es sollten möglichst wenige Systemausfälle auftreten bzw. die Systemverfügbarkeit sollte sehr hoch sein.
- Dateiverwaltung, d. h. es sollte eine effiziente Verwaltung aller relevanten Dateiaarten gemäß z. B. dem hierarchischen Unix-Konzept möglich sein.
- Bedienungsfreundlichkeit, d. h. es sollte eine nach ergonomischen Gesichtspunkten gestaltete grafische Benutzeroberfläche vorliegen.
- Entwicklungswerzeuge, d. h. für die gängigen Programmiersprachen sollten geeignete Übersetzer, Implementierungswerzeuge und Testwerkzeuge zur Verfügung stehen.
- Anwendungen, d. h. unter dem Betriebssystem sollte leistungsfähige Office- und Kommunikationssoftware, Datenbanksoftware und relevante Anwendungssoftware lauffähig sein.

Diese Anforderungsliste lässt sich erheblich erweitern. Beispielsweise um Hersteller/Distributor-Support, Fachkompetenzen von Hersteller/Distributor, Referenzinstallationen und Kostenaspekte.

Betriebssysteme befinden sich, wie z. B. die Linie der Windows-Betriebssysteme zeigt, in einem Prozess der ständigen Weiterentwicklung. Ein wesentlicher Antrieb sind Neuerungen im Hardwarebereich, insbesondere bei Prozessoren. Bei Änderungen von Betriebssystemen variieren Anlass und Ausmaß. Gewisse Hinweise liefern meist die in der vollständigen Betriebssystem-Bezeichnung enthaltenen Versionsangaben. Deren Erläuterung erfordert zunächst eine Abgrenzung der Begriffe Update und Release.

► Als **Update** bezeichnet man die Aktualisierung eines Softwareprodukts soweit sie sich auf die Beseitigung von Fehlern, kleinere Verbesserungen und ggf. auch kleinere Funktionserweiterungen erstreckt.

Nachbesserungen, die z. B. auch automatisch auf im Netz betriebenen Rechnern eingespielt werden, bezeichnet man als **Patches** (deutsch „Flicken“). Bei Patches handelt es sich um Korrektursoftware, die z. B. der Fehlerbeseitigung oder der Beseitigung von Sicherheitslücken dient. Eine sehr dringlich einzuspielende Korrektursoftware wird dagegen als Hotfix bezeichnet. Wesentlich weitergehende Eingriffe führen auf die Release-Ebene.

► Als **Release** oder auch **Version** bezeichnet man eine Ausfertigung eines Softwareprodukts, die wesentliche Produkteigenschaften, wie etwa Programmiersprache des Quellcodes oder Funktionsumfang, fest vorgibt.

Ein Release-Wechsel beinhaltet in der Regel wesentliche Produktänderungen. Grob unterschieden wird zwischen:

- Major Releases, d. h. signifikanten Änderungen von Software wie z. B. Neuimplementierung in einer anderen Programmiersprache, und
- Minor Releases, d. h. erheblichen jedoch weniger signifikanten Änderungen von Software wie z. B. Erweiterung der Funktionalität.

Zur Kennzeichnung von Releases wird häufig eine dezimale Klassifizierung verwendet, z. B.: Ubuntu 13.10. Hierbei handelt es sich um die im Oktober 2013 veröffentlichte Ubuntu-Version. Teils dienen die Dezimalzahlen auch dem Nummerieren von Versionsfolgen ohne Angabe eines Zeitbezugs, z. B.: Windows 3.7. In diesem Fall handelt es sich um die siebte Subversion (Minor Release) der dritten (Haupt-)Version (Major Release) des Betriebssystems Windows. Sofern viele Entwickler Änderungen generieren, greift man auch auf mehr als zweistellige Versionsnummern zurück. Üblich sind auch nichtnumerische Versionsangaben oder Mischformen. Nicht selten spielen hierbei Marketinggründe eine wesentliche Rolle. Eine Abschaffung der bisherigen Versionierungsform hat die Firma Microsoft angekündigt. Demnach wird auf die Angabe neuer Versionskennzeichnungen verzichtet und eine Produktbezeichnung, z. B. Windows 10, auch weiterhin verwendet.

2.5.4 Systemnahe Software

► Unter dem Begriff der **systemnahen Software** werden hier alle Teile der Systemsoftware zusammengefasst, die nicht Bestandteil des Betriebssystems – also des Betriebssystemkerns und der Betriebssystem-Shell – sind.

Eine Übersicht wesentlicher Teile der systemnahen Software zeigt Abb. 2.39. Zur systemnahen Software zählen demnach:

- Entwicklungsssoftware, d. h. Programme und Werkzeuge, die bei der Konzipierung, dem Entwurf, der Codierung und dem Test von System- und Anwendungssoftware behilflich sind.
- Programmbibliotheken, d. h. Sammlungen von einsatzbereiten, getesteten Programmen/Programm-Bausteinen, die für system- oder anwendungsbezogene Zwecke verwendet werden können.
- Dateibearbeitungssoftware, d. h. Programme zum Erstellen und Manipulieren von Dateien.

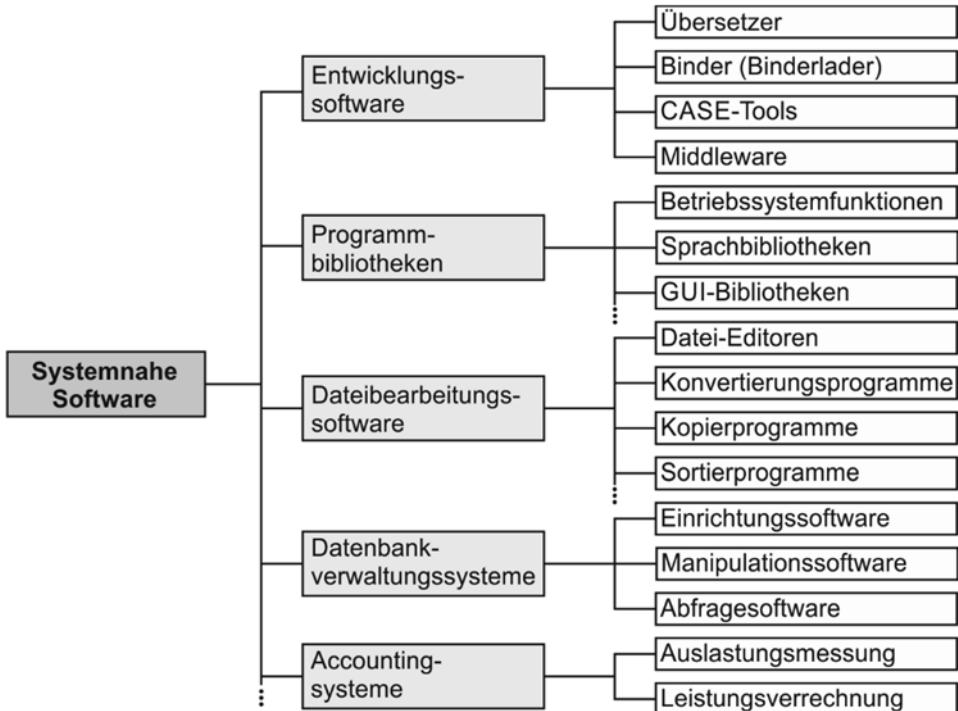


Abb. 2.39 Übersicht ausgewählter Teile der systemnahen Software

- Datenbankverwaltungssysteme, d. h. Programme zum Erstellen, Nutzen und Pflegen von Datenbanken.
- Accountingroutinen d. h. Programme zur Ermittlung und Abrechnung der Inanspruchnahme der Leistungen von Rechnersystemen.

Diese Softwaregruppen werden nachfolgend näher betrachtet.

Zur **Entwicklungssoftware** gehören Übersetzer, Binder, CASE-Tools und Middleware:

- **Übersetzer** sind Programme, die Anweisungen eines so genannten **Quellprogramms** (engl. source program), z. B. eines C-Programms, in Anweisungen eines so genannten **Objektprogramms** (engl. object program) bzw. in die vorliegende **Maschinensprache** umwandeln. Man unterscheidet drei Arten von Übersetzern: **Assembler**, die in einer maschinenorientierten Programmiersprache (auch Assembler genannt) abgefasste Programme in die Maschinensprache eines Rechners übersetzen. **Compiler**, die in einer höheren Programmiersprache abgefasste Programme in die Maschinensprache eines Rechners übersetzen. **Interpreter**, die sämtliche Anweisungen eines Programms nacheinander – also Anweisung für Anweisung – in die Maschinensprache eines Rechners übersetzen und jeweils unmittelbar zur Ausführung bringen. Im Zuge der Übersetzung

überprüfen Compiler und Assembler die Einhaltung der Grammatik/Syntax der Quellsprache und zeigen entdeckte syntaktische Fehler an. Logische und semantische Programmfehler sind nicht Gegenstand der Überprüfung.

- Ein **Binder** (engl. linker), auch Bindelader genannt, fügt z. B. ein übersetztes Hauptprogramm mit bereits übersetzten Unterprogrammen zu einem Gesamtprogramm zusammen und ersetzt die in den übersetzten Programmteilen zunächst noch vorhandenen relativen Adressen durch absolute Speicheradressen. Auf diese Weise entsteht ein ausführbares Gesamtprogramm in Maschinensprache.
- **CASE-Tools** (engl. computer aided software engineering tools) unterstützen die Tätigkeiten von Softwareentwicklern bei der Erstellung von Programmen. Zu den CASE-Tools zählen z. B. spezielle Werkzeuge zur Unterstützung des Softwareentwurfs (Design-Tools), der Erstellung von Programmcode (z. B. Programmgeneratoren), der Fehlersuche (z. B. Debugger), des Testens von Programmen (Test-Tools) sowie der Generierung von Programmdokumentationen. Eine Zusammenfassung von aufeinander abgestimmten Werkzeugen, die eine weitgehend medienbruchfreie Bearbeitung der Abfolge der Softwareentwicklungsaktivitäten gestatten, bezeichnet man als Entwicklungsumgebung (engl. development environment).
- **Middleware** (engl. middleware) unterstützt die Entwicklung verteilter Anwendungen in heterogenen Rechnernetzen durch die Bereitstellung von vermittelnden Diensten. Konzipiert als Vermittlungsschicht zwischen den Teilsystemen komplexer verteilter Anwendungssysteme ermöglicht sie den Datenaustausch zwischen Teilsystemen und Funktionsaufrufe zwischen Teilsystemen, und zwar in transparenter Form. Transparent bedeutet hierbei, dass ein Teilsystem für den Aufruf einer Funktion lediglich eine von der Middleware bereitgestellte Schnittstelle für den Funktionsaufruf nutzt, und zwar ohne genaue Kenntnis über Standort, Hardware, Betriebssystem und Implementierung desjenigen im Rechnernetz betriebenen Teilsystems, das die aufgerufene Funktion bereitstellt. Die Eigenschaft, Heterogenität und Realisierungsdetails in Netzwerken zwischen den Teilsystemen verteilter Anwendungen zu verbergen, ist ein wesentliches Merkmal von Middleware. Eingehend behandelt wird Middleware in Abschn. 3.4.3.

In **Programmbibliotheken** werden aus Programmcode bestehende Softwarebausteine in Form von Programmmodulen, Unterprogrammen und Makros zusammengefasst und zur Verwendung in Softwaresystemen bereitgestellt. So können z. B. ein Hauptprogramm und mehrere aus der Bibliothek entnommene Unterprogramme zunächst kompiliert und dann mittels eines Linkers zu einem lauffähigen Objektprogramm zusammengefasst werden. Die Verwendung von Bibliotheks-Bausteinen ermöglicht eine drastische Reduktion des Software-Entwicklungsaufwandes. Programmbibliotheken gibt es für recht unterschiedliche Zwecke. Sie können Programmbausteine enthalten, die beispielsweise

- für Betriebssysteme, etwa Unix-Derivate oder Windows, spezielle oder zusätzliche Betriebssystemfunktionen bereitstellen;

- als Bibliothek einer Programmiersprache, etwa der C-Bibliothek, die nicht in den Compiler der Sprache eingebauten Funktionen (z. B. mathematische Operationen, Ein-/Ausgabeoperationen, Operationen zur Zeichenverarbeitung) zur Verfügung stellen;
- als GUI-Bibliothek, etwa einer Programmiersprache wie C oder Java, Softwarebausteine für den Aufbau einer grafischen Benutzeroberfläche anbieten.

Zur **Dateibearbeitungssoftware** gehören Datei-Editoren, Konvertierungsprogramme, Kopierprogramme und Sortierprogramme:

- Datei-Editoren sind Programme zur Erstellung und Bearbeitung von Dateien unterschiedlicher Formate (z. B. ASCII-Dateien und PDF-Dateien).
- Konvertierungsprogramme dienen der Umwandlung von Dateien eines gegebenen Formats in ein anderes Format (z. B. Konvertierung einer Word-Datei in eine PDF-Datei).
- Kopierprogramme gestatten das Erstellen von Kopien von Dateien, z. B. für Zwecke der Archivierung von Daten oder der Sicherung von Daten (Sicherungskopien).
- Sortierprogramme werden verwendet, um in einer Datei abgelegte Dateneinheiten (z. B. Datensätze) in Bezug auf ein Sortierkriterium (z. B. Artikel-Nr. der Datensätze einer Artikeldatei) in die gewünschte Reihenfolge zu bringen (z. B. Sortierung nach aufsteigender Artikel-Nr.).

Diese und weitere Dienste zur Dateibearbeitung stehen häufig in gebündelter Form zur Verfügung. So existieren z. B. für die Bearbeitung von PDF-Dateien so genannte PDF-Reader, die neben dem Betrachten von PDF-Dateien auch das Editieren und Konvertieren gestatten. Ebenso gibt es PDF-Editoren und PDF-Konvertierer mit sehr breit ausgelegter Funktionalität und schließlich auch Pakete, die man als „Alleskönnner“ bezeichnen kann.

Datenbankverwaltungssysteme enthalten Programme zum Einrichten, Manipulieren und Pflegen von Datenbanken und der in ihnen abgelegten Datenbestände. Datenbank-Verwaltungssysteme stellen eine Schnittstelle zur Verfügung, über die Anwendungsprogramme auf Datenbanken zugreifen und die darin abgelegten Daten manipulieren können. Als wesentliche Komponenten von Datenbankverwaltungssystemen lassen sich nennen:

- Einrichtungssoftware, die dem Definieren und Anlegen von „leeren“ Datenbanken dient. Als sprachliche Komponente stehen für diesen Zweck Datendefinitionssprachen (engl. data definition language, DDL) zur Verfügung. Nach Definition und Anlegen können Daten in der Datenbank abgelegt und manipuliert werden.
- Manipulationssoftware zum Schreiben/Speichern, Lesen, Verändern und Löschen von Daten. Die hierzu benötigte sprachliche Komponente bezeichnet man als Datenmanipulationssprache (engl. data manipulation language, DML). Weitere Aufgaben der Manipulationssoftware sind z. B. die Gewährleistung der Datenintegrität und die Koordination gleichzeitiger Datenbankzugriffe.

- Abfragesoftware, die Benutzern ohne detailliertere IT-Kenntnisse einen Zugriff zu Daten sowie eine begrenzte Datenmanipulation gestattet. Die hierzu eingesetzten Endbenutzersprachen werden als Abfragesprachen (engl. query languages) bezeichnet. Eine sehr verbreitete Abfragesprache ist die Sprache **SQL** (engl. structured query language), die in DIN 66315 genormt ist.

Datenbanken und Datenbankverwaltungssysteme werden ausführlich in Kap. 15 (Datenmanagement) behandelt.

Accountingsysteme unterstützen die Ermittlung, Bewertung und Verrechnung der Inanspruchnahme von IT-Ressourcen. Sie kommen vor allem dann zum Einsatz, wenn IT-Ressourcen in IT-Abteilungen oder Rechenzentren konzentriert sind und von unterschiedlichen Anwendern in Anspruch genommen werden. Hinsichtlich der Funktionalität ist zu unterscheiden zwischen:

- Software zur Auslastungsmessung, d. h. zur Ermittlung der Inanspruchnahme von Hardwarekomponenten und teils auch systemnaher Software, und
- Software zur Leistungsverrechnung, d. h. zur Bewertung der (anteiligen) Nutzung von IT-Ressourcen mit Verrechnungspreisen und zur Weiterbelastung der so ermittelten Verrechnungsbeträge an die Leistungsempfänger.

Literatur

- Flynn, M.J.: Computer Architecture. Jones and Bartlett, Burlington (1995)
- Gumm, H.P., Sommer, M.: Einführung in die Informatik. Pearson Studium, München (2012)
- Hansen, H.R., Mendling, J., Neumann, G.: Wirtschaftsinformatik, 12 Aufl. de Gruyter, Berlin (2019)
- Herold, H., Lurz, B., Wohlrab, J., Hopf, M.: Grundlagen der Informatik, 3 Aufl. Pearson Studium, München (2017)
- Leimeister, J.M.: Einführung in die Wirtschaftsinformatik, 12 Aufl. Springer Gabler, Berlin/Heidelberg (2015)
- Oberschelp, W., Vossen, G.: Rechneraufbau und Rechnerstrukturen, 10 Aufl. Oldenbourg, München (2006)
- Tannenbaum, A.S.: Moderne Betriebssysteme, 3 Aufl. Pearson Studium, München (2009)
- Thome, R., Winkelmann, A.: Grundzüge der Wirtschaftsinformatik, Organisation und Informationsverarbeitung. Springer Gabler, Berlin/Heidelberg (2015)
- Weber, P., Gabriel, R., Lux, T., Schroer, N.: Basiswissen Wirtschaftsinformatik, 3 Aufl. Springer, Berlin (2019)



Rechnernetze

3

Kap. 3 ist das zweite Kapitel des Teils A. Es befasst sich mit den Rechnernetzen. In Abb. 3.1 ist die Einordnung des Kap. 3 in den Teil A dargestellt. Zu Rechnernetzen vgl. z. B. Tannenbaum (2003), Riggert (2014), Schreiner (2014), Weber et al. (2019).

Im vorangehenden Kap. 2 wurden technologische Grundlagen von Rechnersystemen behandelt, ohne jedoch auf Fragen zu ihrer Vernetzung einzugehen. Die Vernetzung von Rechnern ermöglicht, im Vergleich zu ihrem isolierten Betrieb, fortgeschrittenere und innovativere Formen der Informationsverarbeitung. Sie ist in der Praxis allgegenwärtig. Im vorliegenden Kapitel werden Rechnernetze aus verschiedenen Perspektiven betrachtet. Abschn. 3.1 befasst sich mit dem Begriff des Rechnernetzes sowie den verschiedenen Arten von Rechnernetzen, die sich inzwischen herausgebildet haben. Abschn. 3.2 geht auf die Datenübertragung in Rechnernetzen ein. Sie ermöglicht erst das Bilden und das Funktionieren von Rechnernetzen. Abschn. 3.3 behandelt Übertragungsstandards und -netze, d. h. die technologischen Merkmale und Standards, die für die wesentlichsten in der Praxis verfügbaren Datenübertragungsnetze gelten, nämlich öffentliche kabelgebundene Netze, private kabelgebundene Netze sowie Funknetze. Über die „einfache“ Datenübertragung hinaus zielen Rechnernetze letztlich auf das Schaffen der technologischen Voraussetzungen für die Organisation verschiedener Formen der verteilten Informationsverarbeitung ab. Abschließend wird daher die verteilte Verarbeitung in Rechnernetzen aus einer eher technologischen Perspektive erörtert (vgl. Abschn. 3.4).

- A Instrumente der Informationsverarbeitung
- 2 Rechnersysteme
 - 3 **Rechnernetze**
 - 4 Internet

Abb. 3.1. Einordnung des Kap. 3 in den Teil A

3.1 Begriff und Arten von Rechnernetzen

► Ein **Rechnernetz** (engl. computer network), auch kurz als Netzwerk oder Netz bezeichnet, ist eine räumlich verteilte Anordnung von Rechnern, die über Datenübertragungssysteme, bestehend aus Übertragungswegen, Übertragungseinheiten und Kopp lungseinheiten, miteinander verbunden sind.

Mit der Einrichtung und Nutzung von Rechnernetzen kann man verschiedene Zwecke verfolgen, so etwa:

- die Realisierung vorteilhafter Verbundarten im Rechnerbetrieb und
- die Realisierung vorteilhafter Formen der verteilten Verarbeitung.

Der Betrieb miteinander verbundener Rechner erstreckte sich anfänglich primär auf die Zusammenarbeit von Großrechnern in räumlich getrennten Rechenzentren. Die hierbei angestrebten Ziele schlagen sich in unterschiedlichen Verbundarten nieder. Abb. 3.2 enthält eine Übersicht wesentlicher Verbundarten nebst einer Erläuterung ihrer Vorteile. Mittlerweile werden auch Verbünde von kleineren Rechnern, z. B. PCs oder Workstations, für Verarbeitungszwecke genutzt, beispielsweise im Rahmen des Cloud Computing (vgl. Abschn. 4.7).

Von besonderem betriebswirtschaftlichen Interesse sind die verschiedenen Formen der verteilten Verarbeitung in Netzwerken. Für ihre Realisierung stehen in Netzwerken unterschiedliche Dienste zur Verfügung, die sich auf den Austausch, die Speicherung, die Verarbeitung und die Sicherung von Informationen erstrecken. Insofern stellen Netzwerke und in Netzwerken angebotene Dienste zentrale Komponenten von Systemen der verteilten Informationsverarbeitung dar (vgl. auch die Ausführungen in Teil C).

Um die Vorteile der Vernetzung im Sinne der genannten Verbundarten und der verteilten Verarbeitung zu erschließen, müssen Rechner miteinander kommunizieren. Sie müssen also in der Lage sein, untereinander Informationen auszutauschen und diese auch zu „verstehen“. Dazu ist die Einhaltung bestimmter einheitlicher Kommunikationsregeln im Netz erforderlich. Diese Regeln werden als (Kommunikations-)**Protokolle** bezeichnet. In der Vergangenheit stammten die in einem Netzwerk verbundenen Komponenten häufig von dem Hersteller, der auch die erforderlichen Schnittstellen und Protokolle lieferte. Da

Verbundart	Erläuterung
Datenverbund	Die verbundenen Rechner nutzen gemeinsam Datenbestände, die über mehrere Rechner verteilt sind.
Geräteverbund	Unterschiedliche Peripheriegeräte, die an einzelne Rechner des Rechnernetzes angeschlossen sind, werden von den im Netzwerk verbundenen Rechnern gemeinsam genutzt (Ressourcenverbund).
Funktionsverbund	Auf einzelnen Rechnern ausgeführte Programme werden von anderen Rechnern im Netz mitgenutzt (Softwareverbund).
Lastverbund	Um Engpässen aufgrund einer Überlastung einzelner Rechner entgegenzuwirken, findet zwischen den Rechnern des Netzwerks ein Kapazitätsausgleich statt (Kapazitätsverbund).
Verfügbarkeits-verbund	Um die Verfügbarkeit der im Netz bereitgestellten Leistungen zu sichern, übernehmen bei Ausfall eines Rechners automatisch ein oder mehrere andere Rechner im Netzwerk dessen Aufgaben (Sicherheitsverbund)
Kommunikations-verbund	Die Benutzer der verschiedenen Rechner innerhalb des Netzwerks tauschen untereinander Informationen aus.

Abb. 3.2 Verbundarten in Rechnernetzen

diese proprietär, d. h. herstellerspezifisch waren, konnten in der Regel auch nur Geräte desselben Herstellers miteinander kommunizieren. Mit zunehmender Dezentralisierung und Globalisierung der Informationsverarbeitung wurde es jedoch erforderlich, Rechner unterschiedlicher Hersteller miteinander zu vernetzen. Eine hersteller- und hardwareunabhängige Rechnerkommunikation wurde durch die Etablierung öffentlicher, weltweiter Standards für Schnittstellen und Protokolle möglich. Man spricht in diesem Zusammenhang von offenen Kommunikationssystemen oder offenen Rechnernetzen. Fast alle heutigen Rechnernetze sind in der Lage, mit offenen Kommunikationsprotokollen zu arbeiten.

Die Vielfalt existierender Rechnernetze lässt sich nach verschiedenen Merkmalen unterteilen. Einige wesentliche Unterscheidungsmerkmale und resultierende Arten von Rechnernetzen sind in Abb. 3.3 angegeben.

Die Einteilung in drahtlose und kabelgebundene Netze erklärt sich aus den physikalischen Eigenschaften des Übertragungsmediums, das zur Verbindung der Rechner in einem Netzwerk verwendet wird (zum Begriff der Datenstation vgl. Abschn. 3.2.1). Kabelgebundene Netze verwenden Kupfer- oder Glasfaserkabel und drahtlose Netze das Medium Funk.

Private Netzwerke werden in der Regel von privaten Institutionen (z. B. einem Unternehmen) ausschließlich zum Zweck der eigenen Nutzung eingerichtet und unterhalten (geschlossene Netze). **Öffentliche Netze** dagegen werden von kommerziellen oder öffentlich-rechtlichen Dienstleistern betrieben, die das Netz zur (entgeltlichen) Inanspruchnahme durch Privatpersonen und Unternehmen bereitstellen (offene Netze).

Lokale Netzwerke (engl. local area networks, LAN) umfassen in der Regel nur Rechner derselben Organisationseinheit innerhalb eines Gebäudes oder eines abgegrenzten

Merkmal	Ausprägungen				
physikalisch: Beschaffenheit des Mediums	kabelgebundene Netze			drahtlose Netze	
organisatorisch: Netz-Betreiberkonzept	öffentliche Netze			private Netze	
räumlich: Ausdehnung des Netzes	lokale Netze (LAN)			Weitverkehrsnetze (WAN)	
strukturell: Netztopologie	Stern- Netze	Ring- Netze	Baum- Netze	Bus- Netze	vermaschte Netze

Abb. 3.3 Klassifikation von Rechnernetzen

Grundstücksbereichs. Lokale Netze sind meist in privater Hand und werden vom Betreiber selbst genutzt (vgl. Kauffels 2003). **Weitverkehrsnetze** (engl. wide area networks, WAN) dagegen erstrecken sich über geografisch ausgedehnte Gebiete. Es handelt sich häufig um öffentliche Netze. Besondere Formen von Weitverkehrsnetzen sind Netze in Ballungszentren (engl. metropolitan area networks, MAN) oder weltweite Netzwerke, häufig auf der Basis von Satellitenverbindungen (engl. global area networks, GAN).

Die Netzwerktopologie legt den strukturellen Aufbau eines Netzwerks fest:

- Als **Netzwerktopologie** bezeichnet man die Struktur eines Netzwerks, die durch die Rechner eines Netzwerks, auch bezeichnet als Netzknoten, sowie die physischen Verbindungen zwischen den Netzknoten gebildet werden.

In Abb. 3.4 werden grundlegende Netzwerktopologien dargestellt und jeweils kurz mit ihren Vor- und Nachteilen erläutert.

In lokalen Netzwerken kommen häufig Bus- oder Ringnetze zum Einsatz, da die Kosten einer Erweiterung – in den Grenzen der Kapazität des Übertragungsmediums – verhältnismäßig gering sind. In Weitverkehrsnetzen dominieren dagegen Stern-, Baum- und vermaschte Strukturen. Häufig setzen sich Weitverkehrsnetze auch aus mehreren Teilnetzen unterschiedlicher Topologien zusammen, die über ein unsystematisch vermaschtes Netz miteinander in Verbindung stehen. Ein Beispiel für ein Weitverkehrsnetz mit einer derart gemischten Topologie ist das Internet (vgl. Kap. 4).

Unabhängig von der physischen Topologie eines Netzwerks kann auf logischer Ebene eine ganz andere „virtuelle“ Topologie realisiert sein. So ist es z. B. ohne Weiteres möglich, auf einer physischen Sterntopologie eine logische Ringstruktur nachzubilden (zu emulieren), indem im Zentralknoten entsprechende Weiterleitungsmechanismen implementiert werden. Ist der Zentralknoten mit leistungsfähiger Hardware ausgestattet und durch geeignete Maßnahmen – z. B. durch redundante Auslegung – hinreichend gegen Ausfall gesichert, können die Vorteile von Sternnetzen, nämlich die Robustheit gegenüber Ausfällen auf Teilnehmerseite, auch für ein Ringnetz genutzt werden.

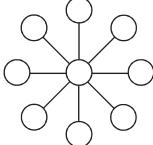
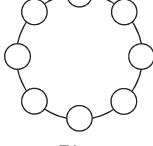
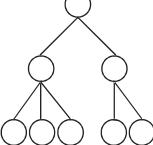
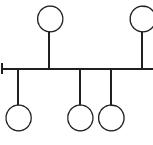
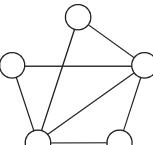
Topologie	Erläuterung	Vorteile	Nachteile
 Stern	<ul style="list-style-type: none"> Alle Teilnehmerknoten sind über einen zentralen Knoten miteinander verbunden. 	<ul style="list-style-type: none"> Leicht zu erweitern. Netzsteuerung nur von einer Stelle aus. Robust gegenüber Ausfall eines Teilnehmerknotens. 	<ul style="list-style-type: none"> Hohe Belastung der Zentrale erfordert leistungsfähige Hardware. Totalausfall bei Ausfall der Zentrale.
 Ring	<ul style="list-style-type: none"> Jeder Knoten ist mit genau einem Vorgänger und einem Nachfolger verbunden. Nachrichten werden in einer Richtung durch den Ring gereicht, bis sie den Empfänger erreichen. 	<ul style="list-style-type: none"> Minimaler Verbindungsaufwand. Keine Wegewahl erforderlich. Erweiterung verursacht relativ geringe Kosten. Signalstärke wird in jedem Knoten aufgefrischt, daher weitläufige Netze möglich. 	<ul style="list-style-type: none"> Relativ hohe Zustelldauer einer Nachricht. Totalausfall bei Ausfall eines Teilnehmerknotens. Erweiterung während des laufenden Betriebs nicht möglich.
 Baum	<ul style="list-style-type: none"> Knoten sind hierarchisch miteinander verbunden. Nachrichten zwischen Knoten laufen über den nächsten gemeinsamen Vorgänger-Knoten. 	<ul style="list-style-type: none"> Erweiterbarkeit und Robustheit ähnlich wie bei Sternnetzen. 	<ul style="list-style-type: none"> Ausfall eines vermittelnden Knotens muss durch in der Hierarchie höher liegende Knoten kompensiert werden.
 Bus	<ul style="list-style-type: none"> Knoten sind an ein gemeinsames Übertragungsmedium (Bus) angeschlossen. Jede Nachricht erreicht automatisch alle angeschlossenen Knoten. 	<ul style="list-style-type: none"> Sehr leicht und kostengünstig zu erweitern. Hohe Ausfallsicherheit, da alle Knoten unabhängig voneinander arbeiten. 	<ul style="list-style-type: none"> Begrenzte Reichweite, weil das Signal von keinem Knoten aufgefrischt wird. Begrenzte Erweiterbarkeit wegen Kapazitätsgrenze des Übertragungsmediums.
 vermascht	<ul style="list-style-type: none"> Jeder Knoten ist mit mehreren anderen Knoten des Netzwerks verbunden. Spezialfall: Jeder Knoten ist mit jedem anderen Knoten verbunden (vollvermaschtes Netz). 	<ul style="list-style-type: none"> Hohe Leistungsfähigkeit. Hohe Ausfallsicherheit. Bei vollvermaschten Netzen ist eine Wegewahl nicht erforderlich. 	<ul style="list-style-type: none"> Bei nicht vollvermaschten Netzen sind Wegewahl und gleichmäßige Verteilung der Netzlast komplexe Probleme. Bei vollvermaschten Netzen steigt die Anzahl der einzurichtenden Verbindungen quadratisch mit jedem weiteren Knoten.

Abb. 3.4 Grundlegende Netzwerktopologien

3.2 Datenübertragung in Rechnernetzen

Der Austausch von Geschäftsdaten und die verteilte Informationsverarbeitung in Netzwerken erfordern die Übertragung von Daten zwischen den Netzknoten. Die technischen Mittel hierzu sind die Datenübertragungssysteme und geeignete Verfahren der Datenübertragung. Hinzu kommen Vereinbarungen über zu verwendende Kommunikationsschnittstellen und -protokolle. Dieser knapp umrissene Problemkomplex wird im vorliegenden Abschnitt behandelt.

Nach der Darstellung des Aufbaus eines Datenübertragungssystems (vgl. Abschn. 3.2.1) werden die als Geräte realisierten Systemkomponenten, nämlich die Datenübertragungseinrichtung und die Datenendeinrichtung, behandelt (vgl. Abschn. 3.2.2). Danach werden die verfügbaren Übertragungsmedien (vgl. Abschn. 3.2.3) sowie die einsetzbaren Übertragungsverfahren (vgl. Abschn. 3.2.4) vorgestellt. Es folgt die Betrachtung grundlegender Standards der Datenübertragung, und zwar einiger gebräuchlicher Kommunikationsschnittstellen (Abschn. 3.2.5) und Kommunikationsprotokolle (Abschn. 3.2.6). Den Abschluss des Abschnitts bildet eine kurze Beschreibung der Verbindungstechnologie (vgl. Abschn. 3.2.7), d. h. der neben Rechnern und Datenübertragungssystemen für den Aufbau von (komplexeren) Netzen benötigten Verbindungseinheiten.

3.2.1 Aufbau eines Datenübertragungssystems

- Ein **Datenübertragungssystem** (engl. data transmission system) besteht aus einer Anordnung von zwei oder mehr räumlich verteilten Datenstationen, die mittels eines Übertragungsmediums so verbunden sind, dass zwischen ihnen ein Datenaustausch möglich ist.

In Bezug auf die Kommunikation lassen sich zwei Komponenten einer Datenstation unterscheiden, die Datenendeinrichtung und die Datenübertragungseinrichtung:

- Als Datenendeinrichtung bezeichnet man jedes Gerät, das als Datenquelle oder Datensinke in einem Datenübertragungssystem fungieren kann. Beispiele sind Rechner oder (Netzwerk-)Drucker.
- Eine Datenübertragungseinrichtung ist ein Gerät, das die Verbindung zwischen Datenendeinrichtung und Übertragungsmedium herstellt. Insbesondere sorgt es für die Anpassung der unterschiedlichen Datenrepräsentationen zwischen Datenendeinrichtung und Übertragungsmedium. Hierzu verfügt es über eine standardisierte Schnittstelle, an die eine Datenendeinrichtung angeschlossen werden kann. Eine Netzwerkkarte oder ein Modem sind Beispiele für Datenübertragungseinrichtungen.

Im Folgenden wird zunächst nur ein Datenübertragungssystem aus zwei Datenstationen betrachtet. Der prinzipielle Aufbau eines solchen Datenübertragungssystems ist in der Abb. 3.5 wiedergegeben. Die Abgrenzung der Komponenten erfolgt dabei nach funktiona-

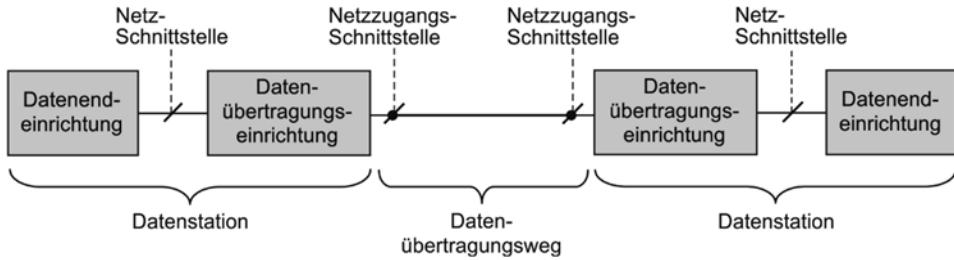


Abb. 3.5 Prinzipieller Aufbau eines Datenübertragungssystems

len Gesichtspunkten gemäß DIN 44302. In Datenübertragungssystemen liegen diese nicht zwingend in getrennten Geräten vor.

Betrachtet man ein Datenübertragungssystem als Ganzes, so lassen sich nach DIN 44302 im Wesentlichen fünf funktionale Komponenten eines Datenübertragungssystems identifizieren:

- Geräte oder Gerätebestandteile, d. h. Datenendeinrichtungen und Datenübertragungseinrichtungen,
- Übertragungsmedien, d. h. Verbindungen zur Übertragung von Signalen,
- Übertragungsverfahren, d. h. Festlegungen über technische Einzelheiten des Übertragungsvorgangs,
- Kommunikationsschnittstellen, d. h. Festlegungen über die technischen Eigenschaften des Übergangs von der Datenendeinrichtung zur Datenübertragungseinrichtung (Netz-Schnittstelle) und von der Datenübertragungseinrichtung zum Datenübertragungsweg (Netzzugangs-Schnittstelle), sowie
- Kommunikationsprotokolle, d. h. Festlegungen über die logischen Einzelheiten des Ablaufs einer Übertragung.

Jede Rechnerkommunikation erfordert Festlegungen auf zwei Ebenen: Zum einen auf der physikalisch-technischen Ebene, die alle Vereinbarungen bezüglich der Kommunikationstechnik umfassen. Von den oben genannten Komponenten zählen Einrichtungen, Medien, Verfahren und Schnittstellen zu dieser Ebene. Zum anderen wird auf einer übergeordneten, logischen Ebene der organisatorische Ablauf einer Kommunikation abstrakt, d. h. unabhängig von der technischen Realisierung, geregelt. Die Kommunikationsprotokolle sind dieser logischen Ebene zuzurechnen. Die Zusammensetzung eines Datenübertragungssystems aus physikalisch-technischen und logischen Komponenten veranschaulicht Abb. 3.6.

In den folgenden Abschnitten werden die genannten Komponenten im Einzelnen erläutert.

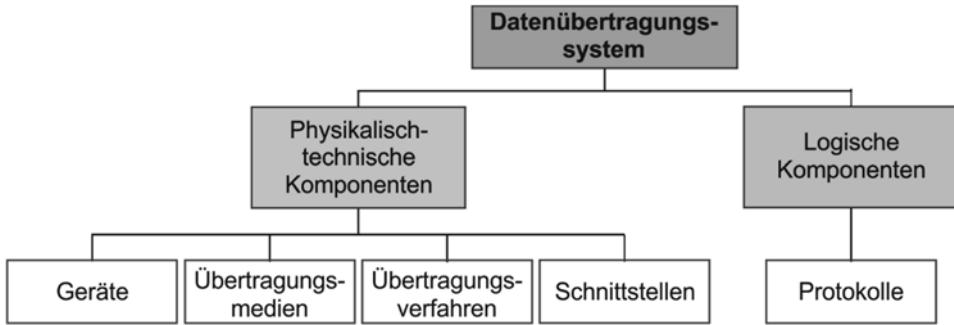


Abb. 3.6 Komponenten eines Datenübertragungssystems

3.2.2 Datenendeinrichtung und Datenübertragungseinrichtung

► Als eine der beiden Komponenten einer Datenstation kann die **Datenendeinrichtung** bei der Kommunikation im Netz die Rolle des Datensenders (Datenquelle) oder des Datenempfängers (Datensenke) einnehmen. Die Rolle kann dabei von einem Kommunikationsvorgang zum nächsten wechseln.

Beispiele für Datenendeinrichtungen sind die im Bürobereich üblicherweise miteinander vernetzten Rechner, Drucker oder Scanner; zu den Datenendeinrichtungen zählen aber auch Geräte wie z. B. die über ein Netz an den Zentralrechner einer Geschäftsbank angeschlossenen Geldausgabeautomaten.

► Die **Datenübertragungseinrichtung** als zweite Komponente einer Datenstation dient der Transformation der zu versendeten Daten in eine Form, die sich für die Übertragung über das jeweilige Übertragungsmedium eignet. Zudem übernimmt sie die Rücktransformation von übertragenen Daten auf Empfängerseite sowie Steuer- und Kontrollaufgaben.

Eine Datenübertragungseinrichtung verfügt über verschiedene Komponenten, die jeweils bestimmte Funktionen im Zusammenhang mit der Übertragung übernehmen. Die Komponenten und kurze Beschreibungen ihrer Funktionen sind in Abb. 3.7 zusammengefasst.

Wird z. B. ein PC über eine Telefonleitung an ein Netz angeschlossen, so wird üblicherweise ein so genanntes **Modem** als Datenübertragungseinrichtung verwendet. Im lokalen Netzwerk eines Unternehmens dagegen wird die Datenübertragungseinrichtung durch eine auf den Typ des Netzwerks zugeschnittene **Netzwerkkarte** realisiert.

Komponente	Funktionen
Signalumsetzer	Übernimmt die Transformation und Rücktransformation der Signale zwischen rechnerinterner und übertragungsgerechter Repräsentation von Daten.
Anschalteinheit	Versetzt die Datenstation in den Sende- oder Empfangszustand.
Fehlerschutzeinheit	Erkennt und behebt Übertragungsfehler.
Synchronisiereinheit	Stellt sicher, dass sich sendende und empfangende Datenstation während der Übertragung im Gleichtakt befinden.

Abb. 3.7 Komponenten einer Datenübertragungseinrichtung

3.2.3 Übertragungsmedien

► Als **Übertragungsmedium** (engl. transmission medium) bezeichnet man jeden physikalischen Träger (z. B. Kupferkabel, Glasfaserkabel, Funkwellen), der sich für die Weiterleitung von Signalen über räumliche Distanzen eignet.

Die zur Datenübertragung verwendeten Übertragungsmedien lassen sich einerseits nach der physikalischen Beschaffenheit der Verbindung sowie andererseits nach den Eigenschaften der übertragenen Signale klassifizieren (vgl. Abb. 3.8).

Wesentliche Leistungsmerkmale eines Übertragungsmediums sind seine Übertragungsleistung und seine Reichweite. Als Maß zur Beurteilung der Übertragungsleistung von Übertragungsmedien dient die auch im Zusammenhang mit Datenspeichern verwendete Übertragungsraten. Sie gibt die Anzahl der pro Zeiteinheit übertragenen Informationseinheiten an. Üblicherweise wird die Übertragungsraten in Megabit, Kilobit oder Bit pro Sekunde angegeben.

Einen groben Überblick über die praktisch erzielbaren Übertragungsraten und -reichweiten verschiedener Übertragungsmedien gibt Abb. 3.9.

Auf technische Details der verschiedenen Übertragungsmedien soll hier nicht näher eingegangen werden. Aufgrund ihrer unterschiedlichen physikalischen Eigenschaften besitzen die genannten Übertragungsmedien jedoch spezifische Vor- und Nachteile, die im Folgenden kurz skizziert werden.

- **Verdrillte Kupferkabel** sind in der Anschaffung preiswert und lassen sich einfach verlegen. Ohne besondere Abschirmung sind sie jedoch empfindlich gegenüber Störungen und nicht abhörsicher. Die Bandbreite, d. h. das Frequenzspektrum der übertragenen Signale, ist beschränkt, ebenso die erzielbaren Übertragungsraten. Allerdings erreichen neuere mehrfach abgeschilderte Varianten deutlich höhere Leistungswerte. Verdrillte Kupferkabel sind das typische Medium in öffentlichen Fernsprechnetzen und innerbetrieblichen Telefonanlagen.

		Physikalische Beschaffenheit der Verbindung	
		kabelgebunden	drahtlos
Physikalische Eigenschaften der übertragenen Signale	elektrisch	<ul style="list-style-type: none"> verdrillte Kupferkabel Koaxialkabel Stromleitungen 	—
	elektro-magnetisch	—	<ul style="list-style-type: none"> terrestrischer Funk Satellitenfunk
	optisch	<ul style="list-style-type: none"> Glasfaserkabel 	<ul style="list-style-type: none"> Infrarot-Wellen Laser-Wellen

Abb. 3.8 Klassifikation von Übertragungsmedien

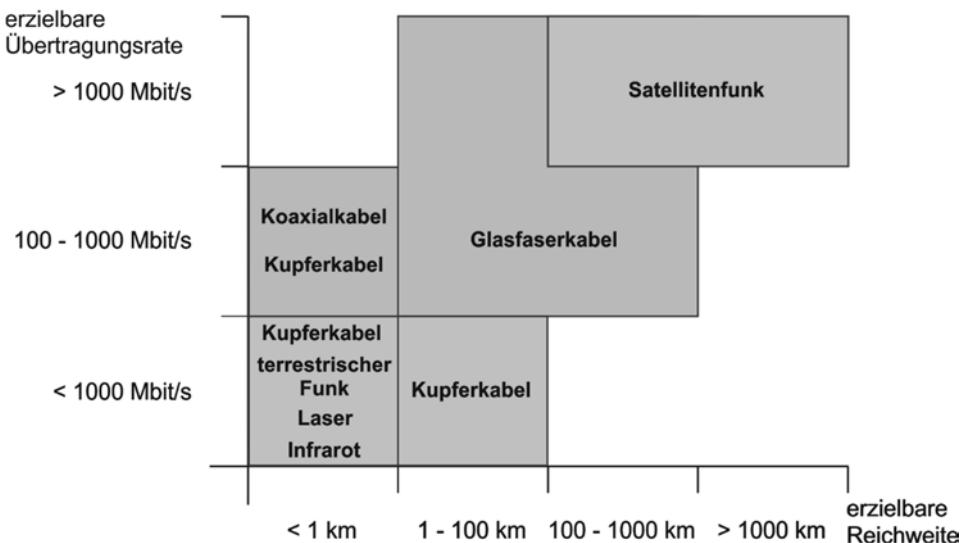


Abb. 3.9 Praktische Einsatzbereiche von Übertragungsmedien

- **Koaxialkabel** bieten aufgrund ihrer Bauweise einen etwas besseren Schutz gegenüber äußeren Störeinflüssen als verdrillte Kupferkabel. Daher können mit diesem Kabeltyp auch erheblich größere Bandbreiten übertragen werden. Die realisierbaren Übertragungsraten liegen im niedrigen bis mittleren Bereich. Allerdings sind auch sie nicht gegen Abhören geschützt. Koaxialkabel werden beispielsweise in den TV-Kabelnetzen verwendet; die Mitnutzung dieser Netze zur Datenübertragung erscheint daher wirtschaftlich attraktiv.
- Zunehmend versucht man, die allgegenwärtigen **Stromleitungen** für die Datenübertragung mitzunutzen. Grundsätzlich sind damit Bandbreiten und Übertragungsraten im

niedrigen bis mittleren Bereich realisierbar. Ein wichtiger Vorteil ist ihre Wirtschaftlichkeit aufgrund der eingesparten Verlegungskosten. Allerdings sind Stromleitungen sehr störanfällig. Ein angeschlossenes defektes Elektro-Haushaltsgerät kann sich beispielsweise negativ auf die Datenübertragung auswirken.

- **Glasfaserkabel** ermöglichen noch höhere Bandbreiten und höhere Übertragungsraten als Koaxialkabel. Darüber hinaus eignen sie sich aufgrund einer sehr geringen Signaldämpfung für die Überbrückung größerer Entfernung ohne Zwischenverstärker. Sie sind in hohem Maße abhörsicher, biegsamer und sparsamer im Platzbedarf als Koaxialkabel und insofern leichter zu verlegen. Allerdings ist ihre Anschaffung relativ teuer.
- **Terrestrische (erdgebundene) Funkverbindungen** bieten den Vorteil, dass sie keiner Verlegung bedürfen und daher auch keine entsprechenden Arbeitskosten verursachen. Die Leistungsfähigkeit einer Funkverbindung ist von vielen Faktoren abhängig, z. B. von der Sendeleistung und der verwendeten Trägerfrequenz. Grundsätzlich lassen sich jedoch mit Funkverbindungen Übertragungsraten im mittleren bis höheren Bereich realisieren. Im Vergleich zum Rundfunk, d. h. ungerichtet abgestrahlten Funksignalen, besitzt der Richtfunk, d. h. die gebündelte Abstrahlung von Mikrowellen auf eine Empfängerantenne, einen höheren Abhörschutz. Allerdings sind mit Richtfunk in der Regel nur Reichweiten von einigen hundert Metern zu überbrücken. Zur Kommunikation mit mobilen Datenstationen (z. B. Notebooks, Tablets oder Smartphones) wird der so genannte zellulare Funk verwendet. Funkverbindungen geringerer Leistung finden vor allem im Bürobereich Anwendung, wo es um die spontane, drahtlose Datenübertragung zwischen Rechnern und Peripheriegeräten über Distanzen von wenigen Metern geht.
- Via **Satellitenfunk** sind breitbandige, schnelle Übertragungen mit Übertragungsraten im höheren Bereich über sehr große Entfernung, z. B. über Kontinente hinweg, möglich. Die Kosten für die Aufstellung und den Betrieb entsprechender Anlagen sind jedoch sehr hoch.
- Zur Gerätekommunikation über geringe Entfernung im Bürobereich werden häufig **Infrarot-Verbindungen** eingesetzt. Gegenüber Funkverbindungen besitzen sie den Nachteil, eine genaue Ausrichtung von Sender und Empfänger zu erfordern. Die Übertragungsraten sind hier ebenfalls relativ gering. Zur Übertragung im Freien werden – dem Mikrowellen-Richtfunk vergleichbar – häufig auch gerichtete Übertragungsstrecken mit Hilfe modulierter **Laserstrahlen** realisiert.

3.2.4 Übertragungsverfahren

- Als **Übertragungsverfahren** bezeichnet man die technischen und ablauforganisatorischen Festlegungen, auf denen die Übertragung von Daten über ein Übertragungsmedium beruht.

Übertragungsverfahren lassen sich anhand der Merkmale

- verwendete Signalart,
- Anzahl der gleichzeitig übertragenen Bits,
- Gleichlauf der verbundenen Datenstationen,
- Richtung der Übertragung sowie
- Prinzip der Vermittlung

unterscheiden. Abb. 3.10 gibt einen Überblick über die genannten Merkmale von Übertragungsverfahren und ihre möglichen Ausprägungen. Diese werden im Folgenden näher erläutert.

Analoge Übertragungsverfahren ermöglichen den Datentransfer über herkömmliche analoge Telefonverbindungen. Dazu werden die binär repräsentierten Daten der sendenden Datenstation zunächst in analoge elektrische Schwingungen umgewandelt, bevor letztere übertragen werden. Auf Empfängerseite erfolgt eine entsprechende Rücktransformation der analogen Schwingungen in digitale Signale. Das Gerät, das die Transformation zwischen beiden Signalformen besorgt, wird als **Modem** (kurz für: Modulator/Demodulator) bezeichnet. In allen anderen Netzen werden üblicherweise **digitale Übertragungsverfahren** verwendet, bei denen die Bits ohne Zwischen-Umwandlung in analoge Signale als digitale elektrische Impulse übertragen werden. Mit digitalen Übertragungsverfahren erreicht man höhere Übertragungsraten. Als Beispiel für ein Netz, das digitale Übertragungsverfahren verwendet, sei ADSL (asymmetric digital subscriber line) genannt.

Bitserielle Übertragungsverfahren übermitteln die zu übertragenden Bits nacheinander über das Übertragungsmedium. **Bitparallele Übertragungsverfahren** dagegen übertragen mehrere Bits (z. B. alle Bits eines Zeichens) gleichzeitig. Mit bitparallelen Übertragungsverfahren lassen sich dementsprechend höhere Übertragungsraten erzielen. Allerdings werden bei Übertragungen über größere Entfernung überwiegend bitserielle Übertragungsverfahren eingesetzt.

Merkmal	Ausprägungen		
Verwendete Signalart	analog	digital	
Anzahl gleichzeitig übertragener Bits	bitseriell	bitparallel	
Gleichlauf der Datenstationen	asynchron		synchron
Richtung der Übertragung (Betriebsart)	simplex	halbduplex	duplex
Vermittlungsprinzip	Leitungsvermittlung		Paketvermittlung

Abb. 3.10 Merkmale von Übertragungsverfahren und ihre Ausprägungen

Bitserielle Übertragungsverfahren lassen sich weiter einteilen in asynchrone und synchrone Übertragungsverfahren. **Asynchrone Übertragungsverfahren** fügen vor und nach jedem zu übertragenden Zeichen ein Steuerbit ein, über das der Start bzw. das Ende der Übertragung des Zeichens markiert wird. Demgegenüber übermitteln **synchrone Übertragungsverfahren** längere Zeichenfolgen in einem unterbrechungsfreien Bitstrom, dessen Anfang und Ende mit je einem Steuerzeichen gekennzeichnet sind. Da die Steuerbits vor und nach jedem übertragenen Zeichen entfallen, ist mit synchronen Übertragungsverfahren grundsätzlich eine effizientere Datenübertragung möglich.

Mit dem **Simplexverfahren** ist die Datenübertragung zwischen zwei Datenstationen nur in eine Richtung möglich. Als anschauliches Beispiel für eine Simplex-Übertragung lässt sich die Ausstrahlung von TV-Programmen nennen. Simplex-Übertragungen sind auch in der Prozessdatenverarbeitung zwischen Sensor und Prozessrechner üblich. Als **Halbduplexverfahren** bezeichnet man ein Übertragungsverfahren, bei dem die Datenstationen zwischen Sende- und Empfangsbetrieb umschalten können. Demgegenüber erlaubt das (**Voll-)**Duplexverfahren eine gleichzeitige und unabhängige Übertragung in beide Richtungen ohne Umschalten.

Die Datenübertragung nach dem Prinzip der **Leitungsvermittlung** erfordert bis zum Abschluss der Übertragung eine direkte physikalische Verbindung zwischen den kommunizierenden Datenstationen. Leitungsvermittelte Übertragungen können mit Wählerbindungen oder Standleitungen realisiert werden. In Fernsprechnetzen sind Wählerbindungen üblich; diese werden nur für die Dauer eines Übertragungsvorgangs aufrechterhalten. Standleitungen dagegen bestehen permanent, auch wenn zeitweise keine Übertragung stattfindet. Im Unterschied zur Leitungsvermittlung braucht bei der **Paketvermittlung** keine direkte physikalische Verbindung zwischen sender und empfangender Datenstation zu bestehen. Vielmehr werden die zu übertragenden Daten in Übertragungseinheiten (Pakete) fester Größe eingeteilt, die jeweils mit Adress- und Steuerinformationen versehen und unabhängig voneinander – ggf. auf unterschiedlichen Wegen über mehrere Vermittlungsstationen – an den Empfänger verschickt werden.

3.2.5 Kommunikationsschnittstellen

Kommunikationsschnittstellen in Datenübertragungssystemen wurden bereits in Abschn. 3.2.1 angesprochen und veranschaulicht (vgl. Abb. 3.5). Sie werden im Folgenden präzisiert.

- Als **Kommunikationsschnittstellen** in Datenübertragungssystemen bezeichnet man die mechanischen, elektrischen und funktionalen Festlegungen, die einerseits für den Anschluss einer Datenübertragungseinheit an ein Übertragungsmedium (Netzzugangsschnittstelle) und andererseits für den Anschluss einer Datenendeinrichtung an eine Datenübertragungseinrichtung (Netzwerkschnittstelle) gelten.

Mit der Spezifikation einer Kommunikationsschnittstelle werden Festlegungen bezüglich der

- mechanischen Eigenschaften (Form von Stecker und Buchse), der
- elektrischen Eigenschaften (Beschaltung der Kontakte, verwendete Spannung) sowie der
- funktionalen Eigenschaften (Bedeutung und Abfolge der Signale)

der Schnittstelle getroffen.

Mit der unverzichtbaren Standardisierung von Kommunikationsschnittstellen befassen sich internationale Normungsgremien. Eine wichtige Rolle spielen die Empfehlungen der ITU-TSS (International Telecommunications Union – Telecommunication Standardization Sector).

Für die Schnittstelle zwischen Datenübertragungseinrichtung und Übertragungsmedium, also die Netzzugangsschnittstelle, gilt beispielsweise für den Anschluss eines (A)DSL-Modems an die Übermittlungstechnik des Telekom-Telefonnetzes der Schnittstellen-Standard 1TR112 der Deutschen Telekom. Dieser stützt sich in weiten Teilen auf Empfehlungen der ITU-TSS-Normen G.991ff.

Die Schnittstelle zwischen Datenendeinrichtung und Datenübertragungseinrichtung, also die Netzwerkschnittstelle, kann im Fall eines (A)DSL-Modems z. B. nach den Empfehlungen der V-Serie der ITU-TSS gestaltet werden. Da gängige (A)DSL-Modems häufig gleichzeitig die Funktion eines Routers für ein Heimnetzwerk übernehmen, erfolgt der Anschluss von Datenendeinrichtungen (d. h. von Rechnern) an das Modem jedoch in der Regel nach den Standards des jeweiligen lokalen Netzwerks, z. B. gemäß dem Ethernet-Standard.

3.2.6 Kommunikationsprotokolle

In allgemeiner Form lässt sich jeder Kommunikationsvorgang in fünf Phasen gliedern:

- (1) Verbindungsauftbau,
- (2) Aufforderung zur Übertragung,
- (3) Übertragung,
- (4) Beendigung der Übertragung,
- (5) Verbindungsauflösung.

Die Phasen 1 und 5 sind nur im Fall von **Wählverbindungen** erforderlich. Damit sendende und empfangende Datenstationen einander „verstehen“, müssen beide Seiten einheitliche Regeln über den organisatorischen Ablauf des Kommunikationsvorgangs einhalten.

► Ein **Kommunikationsprotokoll** ist ein Regelwerk zur einheitlichen Abwicklung von Kommunikationsvorgängen. Es legt fest,

- wie die zwischen zwei Datenstationen auszutauschenden Nachrichten aufgebaut sein müssen, sowie
- welche logischen Abhängigkeiten zwischen den Nachrichten bestehen, d. h., in welcher Abfolge bestimmte Nachrichten auszutauschen sind.

Offene Rechnernetze, in denen Rechner unterschiedlicher Hersteller und mit unterschiedlichen Betriebssystemen miteinander kommunizieren können, erfordern eine hardware- und betriebssystemunabhängige Standardisierung von Kommunikationsprotokollen. Als eine allgemeine Rahmenempfehlung zur Gestaltung offener Systeme hat das Referenzmodell der ISO (International Standardization Organization) besondere Bedeutung erlangt. Aufgrund seiner Ausrichtung auf Kommunikationsverbindungen in offenen Systemen (engl. open systems interconnection, OSI) wird es auch als ISO/OSI-Referenzmodell bezeichnet.

Das **ISO/OSI-Referenzmodell** unterscheidet verschiedene Teilaufgaben der logischen Ebene, so genannte Kommunikationsdienste, die im Zusammenhang mit der Nachrichtenübermittlung anfallen. Diese werden nach ihrer Nähe zur konkreten physikalischen Verbindung jeweils verschiedenen Abstraktionsebenen, den so genannten Schichten, zugeordnet. Insgesamt ergibt sich auf diese Weise eine Hierarchie von sieben Schichten. Die Schichten des ISO/OSI-Referenzmodells, ihre Bezeichnungen und eine Kurzbeschreibung ihrer Aufgaben sind der Abb. 3.11 zu entnehmen.

Schicht	Aufgaben
7. Anwendung (application layer)	Bereitstellung von kommunikationsbezogenen Anwendungsdiensten für den Benutzer bzw. für Anwendungsprogramme.
6. Darstellung (presentation layer)	Transformation zwischen dem Übertragungsformat der Daten und dem anwendungsseitig benötigten Format.
5. Sitzung (session layer)	Aufbau, Abbau und Überwachung der logischen Kommunikationsverbindung zwischen Sender und Empfänger bis zur vollständigen Abwicklung des Kommunikationsvorgangs.
4. Transport (transport layer)	Überwachung der Vollständigkeit und Herstellung der richtigen Reihenfolge der übertragenen Informationseinheiten (Pakete).
3. Vermittlung (network layer)	Wahl des physischen Übertragungsweges vom Sender zum Empfänger über mehrere Zwischenstationen.
2. Sicherung (data link layer)	Aufteilung der übertragenen Informationen in durch Prüfziffern gesicherte Blöcke; Erkennung und Behebung von Übertragungsfehlern; Regelung des Netzzugangs.
1. Bitübertragung (physical layer)	Medienspezifische Darstellung der zu übertragenen Bits durch digitale Signale; Übertragung einzelner Bits über ein konkretes Medium.

Abb. 3.11 Die Schichten des ISO/OSI-Referenzmodells

Jede Schicht erbringt die ihr zugewiesenen Teilaufgaben über eine definierte Schnittstelle als Dienstleistung für die nächsthöhere Schicht und nimmt zur Erfüllung der ihr übertragenen Aufgaben wiederum selbst Dienste der nächsttieferen Schicht in Anspruch. Darüber hinaus sorgt jede Schicht für die Einhaltung eines schichtenspezifischen Protokolls. Die oberste Schicht stellt ihre Dienste dem Benutzer bzw. beliebigen Anwendungsprogrammen zur Verfügung; die unterste Schicht bedient schließlich das physikalische Medium, über das die eigentliche Übertragung stattfindet. Für jede Schicht ist somit nur die Schnittstelle zur jeweils unmittelbar darunter liegenden Schicht sichtbar; deren konkrete Realisierung sowie ggf. weitere, tiefer liegende Schichten sind für sie unsichtbar (nicht transparent). Wesentlich ist zudem, dass das ISO/OSI-Referenzmodell keine konkreten Protokolle für die einzelnen Schichten definiert, sondern nur einen Vorschlag für die schichtenweise Anordnung abstrakter Kommunikationsdienste angibt. Konkrete Kommunikationsprotokolle sind Gegenstand von Abschn. 3.3.

Die **Kommunikation** in solchen schichtenartig aufgebauten Systemen erfolgt schrittweise: Die anwendungsseitig zu übertragenden Informationen – z. B. eine Textnachricht, eine Abfrage an eine entfernte Datenbank oder der Aufruf eines auf einem anderen Rechner befindlichen Programms – werden von oben nach unten durch die Schichtenhierarchie weitergereicht (vgl. Abb. 3.12). Dabei fügt jede Schicht der ihr übergebenen Nachricht

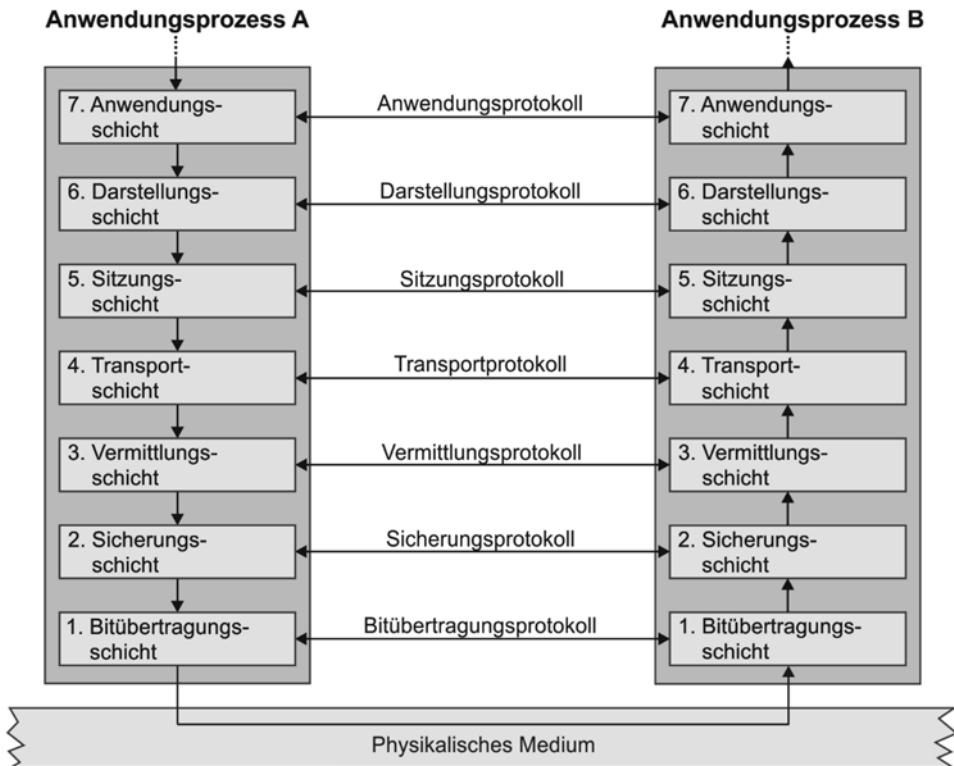


Abb. 3.12 Kommunikation nach dem ISO/OSI-Referenzmodell

weitere, dem schichtenspezifischen Protokoll entsprechende Informationen hinzu, die zur richtigen Behandlung der Nachricht durch dieselbe Schicht auf Empfängerseite erforderlich sind. Erst auf der untersten Schicht wird die so erweiterte Nachricht an das Übertragungsmedium übergeben, über das der physische Versand der Nachricht an die empfangende Datenstation erfolgt. Dort legt die Nachricht den umgekehrten Weg zurück: Sie wird von der untersten Schicht in Empfang genommen, um die mitübertragenen Protokollinformationen der untersten Schicht nach deren Interpretation bereinigt und anschließend an die darüber liegende Schicht weitergereicht. Dort wiederholt sich dieser Vorgang, bis der ursprüngliche Nachrichteninhalt von der obersten Schicht an die angesprochene Anwendung übergeben wird.

Die Kommunikation funktioniert in der beschriebenen Weise nur dann, wenn die schichtenspezifischen Protokolle auf Sender- und Empfängerseite übereinstimmen. Ist das der Fall, so bestehen zwischen gleichrangigen Schichten beider Seiten Kommunikationsbeziehungen, die durch das jeweilige schichtenspezifische Protokoll geregelt werden. Es handelt sich dabei um virtuelle Kommunikationsbeziehungen, da die eigentliche Übertragung ausschließlich über das physikalische Medium unterhalb von Schicht 1 stattfindet.

Einige der Aufgaben, die laut ISO/OSI-Referenzmodell von Netzwerkprotokollen zu übernehmen sind, erfordern den Einsatz komplexer Algorithmen. Hierzu gehören z. B. die Wegeberechnung in Schicht 3 und die Regelung des Netzzugangs in Schicht 2. Exemplarisch wird nachfolgend das Problem des Netzzugangs betrachtet.

Das Netzzugangsproblem resultiert aus der Konkurrenz vieler an ein (weltweites) Netzwerk über eine Datenstation angeschlossenen Nutzer um die Zuteilung der Ressource „Netz“. Speziell bei dem sendenden Zugriff von Rechnern zum gemeinsam genutzten Netz kann es zu Konflikten kommen. Um solche Konflikte zu vermeiden, bedarf es in Netzwerken bestimmter Regelungen, nach denen den einzelnen Datenstationen Sendeberechtigungen zugeteilt werden. Solche Regelungen bezeichnet man als Zugangsverfahren. Sie sind Gegenstand der Protokolle der Schicht 2 des ISO/OSI-Referenzmodells.

Die beiden wichtigsten Standard-Zugangsverfahren sind das CSMA/CD-Verfahren und das Token-Verfahren:

- Bei dem **Verfahren CSMA/CD** (engl. carrier sense multiple access with collision detection) sind alle Knoten gleichermaßen sendeberechtigt. Vor jedem Senden horcht eine Datenstation zunächst das Übertragungsmedium ab. Ist die Leitung frei, sendet der Knoten. Allerdings ist nicht auszuschließen, dass sich nahezu zeitgleich eine andere Datenstation zum Senden entschließt. Dieser Fall wird auf Senderseite erkannt; beide Sendeversuche werden abgebrochen und mit zeitlichem Abstand wiederholt. Das CSMA/CD-Verfahren ist ein so genanntes konkurrierendes Zugangsverfahren (Wettkampfverfahren) und wird vornehmlich in Busnetzen oder Baumnetzen eingesetzt.
- Bei dem **Token-Verfahren** ist zu jedem Zeitpunkt immer nur ein Knoten sendeberechtigt. Dieser erkennt seine Berechtigung am Empfang eines freien Token, einer speziellen Daten-, „Marke“, die von Station zu Station weitergereicht wird. Beim Token-Verfahren handelt es sich um ein koordinierendes Zugangsverfahren. Es tritt in verschiedenen Varianten auf und wird bevorzugt in Ringnetzen verwendet.

3.2.7 Verbindungstechnologie

Um einen Datenaustausch zwischen Rechnern verschiedener Rechnernetze zu ermöglichen, müssen Verbindungen zwischen heterogenen Netzen hergestellt werden. Die hierzu verfügbare Verbindungstechnologie besteht aus so genannten Kopplungseinheiten.

► Als **Kopplungseinheiten** (engl. gateways) bezeichnet man Netzwerk-Komponenten, die der Verbindung heterogener Netzwerke dienen und die hierbei erforderliche Anpassung unterschiedlicher Protokolle und Übertragungsverfahren sowie ggf. noch weitere Aufgaben, wie etwa die Wahl von Übertragungswegen, übernehmen.

Die Komplexität der von einer Kopplungseinheit zu erbringenden Anpassungsleistung hängt davon ab, auf welchen Ebenen des ISO/OSI-Referenzmodells die zu verbindenden Netze Unterschiede aufweisen. Entsprechend unterscheidet man verschiedene Arten von Kopplungseinheiten, nämlich Repeaters, Bridges, Router und Anwendungs-Gateways.

- **Repeaters** sind reine Signalverstärker, die z. B. zur Erhöhung der Reichweite von Netzwerkverbindungen eingesetzt werden. Sie können nur solche Netzwerke miteinander verbinden, die auf allen Ebenen des ISO/OSI-Referenzmodells identische Protokolle betreiben.
- Eine **Bridge** (Netzwerkbrücke) verbindet Netze, die sich nur in Bezug auf die in Schicht 1 verwendeten Standards unterscheiden. Ein Beispiel sind zwei Netze mit unterschiedlichen Übertragungsmedien (z. B. verdrillte Kupferkabel und Glasfaserkabel), aber gleichem Netzzugangsverfahren (z. B. CSMA/CD). Die Protokolle auf den darüberliegenden Schichten (zwei bis sieben) müssen in beiden Netzen identisch sein.
- Ein **Router** ist grundsätzlich in der Lage, zwischen Netzen mit verschiedenen Protokollen auf den Schichten 1 und 2, z. B. mit unterschiedlichen Netztopologien und Zugangsverfahren, zu vermitteln. Auf den Schichten ab der Netzwerkschicht (Schicht 3) aufwärts müssen die zu verbindenden Systeme über dieselben Protokolle verfügen. Die Hauptaufgabe eines Routers besteht darin, anhand von Adressangaben den Übertragungsweg zu bestimmen, auf dem ein Datenpaket über die Grenzen eines Netzes hinweg weitergeleitet wird. Dabei können auch mehrere Zwischenstationen zwischen Sender und Empfänger liegen, sodass sich mit Hilfe von Routern große, übergreifende Netzwerke bilden lassen.
- Ein Anwendungs-**Gateway** (engl. application gateway) ist die allgemeinsten Kopplungseinheit. Sie ist in der Lage, Systeme mit unterschiedlichen Protokollen auch auf hohen Ebenen des ISO/OSI-Referenzmodells zu verbinden. Sie werden z. B. eingesetzt, um die Übertragung zwischen proprietären Netzen verschiedener Hersteller oder zwischen proprietären und offenen Netzen zu ermöglichen.

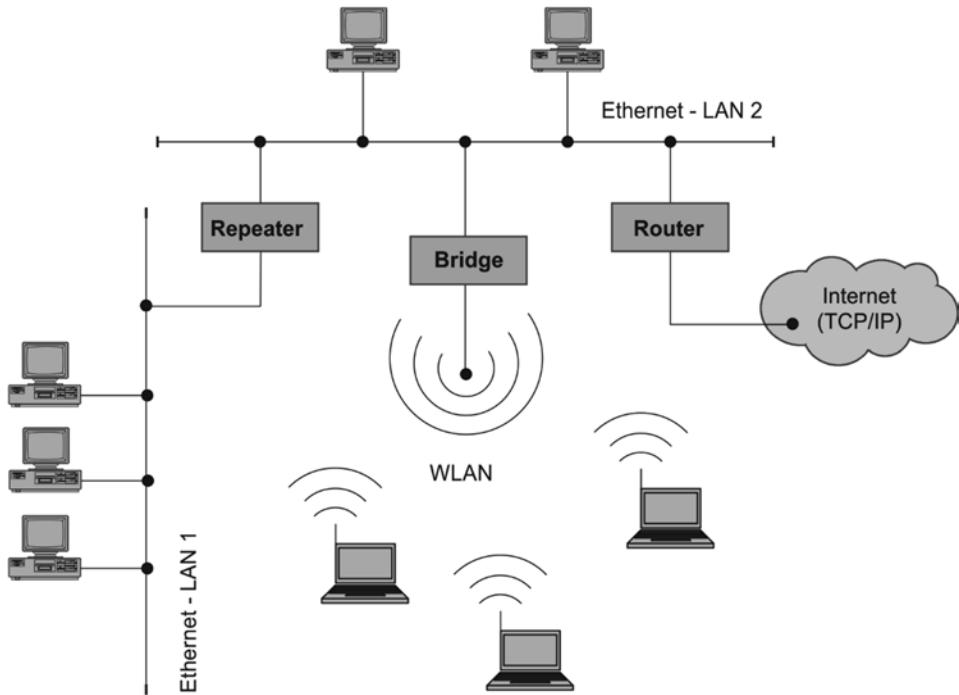


Abb. 3.13 Verbindung von Netzen mittels Kopplungseinheiten (Beispiel)

Ein Beispiel für ein mit Hilfe von Kopplungseinheiten aus mehreren Einzelnetzen zusammengesetztes Netzwerk zeigt Abb. 3.13. Von den vier Einzelnetzen in Abb. 3.13 werden zwei Netze, Ethernet-LAN 1 und Ethernet-LAN 2, mit identischen Protokollen betrieben. Sie können daher mittels eines Repeaters gekoppelt werden. Der Anschluss von Ethernet-LAN 2 an das Internet erfordert dagegen einen Router, da die Protokolle der Schichten 1 und 2 verschieden sind. Im Falle der Verbindung von Ethernet-LAN 2 und WLAN sind lediglich die Protokolle der Schicht 1 verschieden. Für die Kopplung genügt daher eine Bridge.

Die grundsätzliche Funktionsweise einer Kopplungseinheit soll nun an einem einfachen Beispiel veranschaulicht werden (vgl. Abb. 3.14). Angenommen, zwischen zwei Netzwerken mit unterschiedlichen Protokollen auf den Ebenen 1 und 2 soll eine Nachricht ausgetauscht werden. Die sendende Datenstation befindet sich in Netzwerk A, die empfängende Datenstation in Netzwerk B. Die Nachricht wird innerhalb von Netzwerk A an die Kopplungseinheit übermittelt. Diese entfernt die für die weitere Behandlung und Weiterleitung der Nachricht erforderlichen Steuerinformationen der in System A geltenden Protokolle von Schicht 1 an bis zur ersten Schicht mit gemeinsamem Protokoll (Schicht 3). Dort wird die Nachricht wieder mit Steuerinformationen versehen, diesmal gemäß den Protokollen der Schichten 1 und 2 der empfängerseitig gültigen Protokolle, und in das Zielnetzwerk eingespeist, wo sie zum Empfänger weitergeleitet wird.

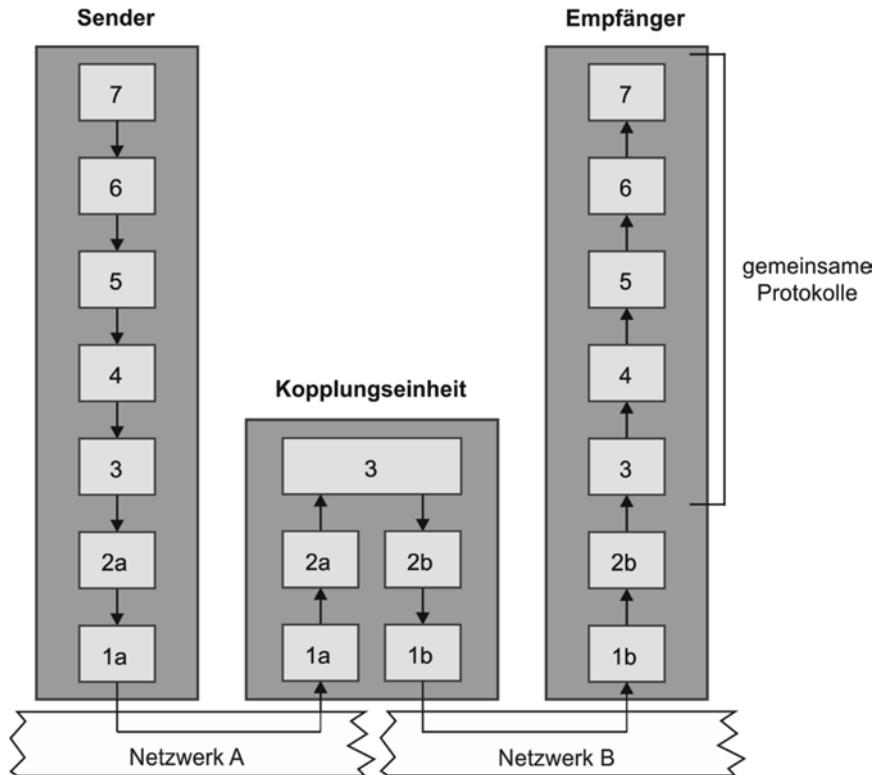


Abb. 3.14 Funktionsprinzip einer Kopplungseinheit

3.3 Übertragungsstandards und -netze

Um die Kommunikation zwischen Rechnern in heterogenen Netzwerken zu ermöglichen, sind standardisierte Protokolle und Techniken erforderlich. Diese setzen auf den standardisierten Kommunikationsschnittstellen (vgl. Abschn. 3.2.5) auf und werden von internationalen Gremien und Konsortien spezifiziert. Da die heute verbreiteten Standards jedoch häufig unabhängig von dem ISO/OSI-Referenzmodell eingeführt wurden, ist ihre Zuordnung zu den Ebenen des ISO/OSI-Referenzmodells nicht immer eindeutig möglich.

Die unter der Abkürzung **TCP/IP** (transmission control protocol/internet protocol) bekannten Protokolle der Internet-Protokollfamilie sind derzeit mit Abstand die wichtigsten Standardprotokolle zur Realisierung offener Kommunikationsarchitekturen. Sie können in guter Annäherung den Schichten 3 bis 7 des ISO/OSI-Referenzmodells zugeordnet werden. Bezuglich der darunter liegenden Schichten, der Bitübertragungs- und Sicherungsschicht, trifft dieser Standard allerdings keine Festlegungen. Daher können die **Internet-Protokolle** mit unterschiedlichsten Techniken und Protokollen der unteren beiden Schichten des ISO/OSI-Referenzmodells zusammenarbeiten.

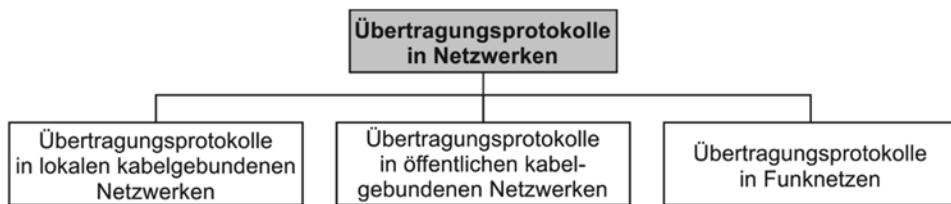


Abb. 3.15 Einteilung von Übertragungsstandards nach der Netzwerkart

Die Internet-Protokolle werden in einem eigenen Abschnitt (vgl. Abschn. 4.3) näher erläutert. Im vorliegenden Abschnitt sollen solche Übertragungsstandards und -netze betrachtet werden, die überwiegend den Schichten 1 und 2 der ISO/OSI-Hierarchie zuzuordnen sind. Sie lassen sich in lokale und öffentliche kabelgebundene Netze sowie in Funknetze einteilen (vgl. Abb. 3.15).

In den folgenden drei Abschnitten werden je einige der wesentlichsten Standards für lokale kabelgebundene Netze (vgl. Abschn. 3.3.1), öffentliche kabelgebundene Netze (vgl. Abschn. 3.3.2) und Funknetze (vgl. Abschn. 3.3.3) behandelt. Im Vordergrund stehen dabei Netztopologie, Übertragungstechnik und -medien sowie Übertragungsleistung.

3.3.1 Übertragungsstandards für lokale kabelgebundene Netze

Bei lokalen kabelgebundenen Netzen geht es um die Datenübertragung innerhalb von Gebäudeteilen, Gebäuden, Gebäudekomplexen oder Fabrikanlagen auf einem in sich geschlossenen Gelände. Also um die Übertragung innerhalb von Grundstücksgrenzen bzw. im privaten Bereich. Die Übertragung erfolgt über Kabel, d. h. eine entsprechende Verkabelung muss vorhanden sein oder vorgenommen werden. Als Übertragungsmedien kommen Kupfer- und Glasfaserkabel sowie das Stromnetz zum Einsatz. Übertragungsprotokolle für derartige private Kabelnetze beziehen sich jeweils auf eine bestimmte physische oder logische Topologie und ein bestimmtes Netzzugangsverfahren. Für die Übertragung stehen im Wesentlichen drei LAN-Standards zur Verfügung (vgl. Abb. 3.16):

- der Tokenring-Standard,
- der Ethernet-Standard und
- der FDDI-Standard für Glasfaserkabel.

Tokenring ist ein durch den Standard 802.5 der IEEE (engl. institute of electrical and electronics engineers) spezifizierter Standard, der auf dem Token-Verfahren beruht. Die Spezifikation verlangt einen logischen Ring; die physische Topologie wird dagegen nicht vorgeschrieben. Als Übertragungsmedien kommen neben verdrillten Kupferkabeln auch Koaxialkabel oder Glasfaserleitungen in Betracht. Die maximale Übertragungsrate beträgt 16 Mbit/s.

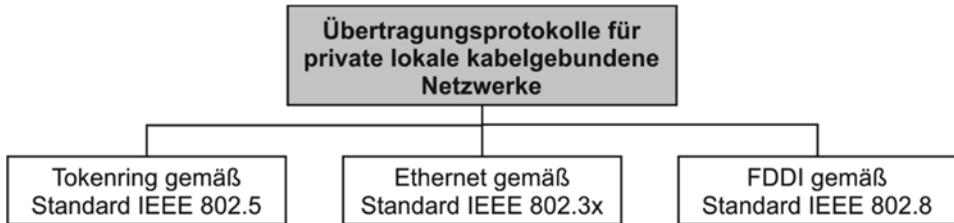


Abb. 3.16 Übertragungsstandards für private, lokale kabelgebundene Netzwerke

Mit **Ethernet** bezeichnet man eine ganze Entwicklungslinie von Protokollen, die in der Normenreihe die IEEE 802.3x standardisiert ist. Sie arbeiten nach dem CSMA/CD-Verfahren auf einer logischen Bus-Architektur. Ethernet nach 802.3 erlaubt Übertragungsraten von 10 Mbit/s. Aufgrund seiner geringen Einrichtungskosten und hohen Verfügbarkeit ist dieser Standard sehr weit verbreitet. Die Verkabelung erfolgt traditionell über Koaxialkabel, heute jedoch überwiegend über verdrillte Kupfer- oder Glasfaserkabel. Weiterentwicklungen sind Fast Ethernet (IEEE 802.3u, 100 Mbit/s), Gigabit-Ethernet (IEEE 802.3ab, 1 GB/s) sowie 10-Gigabit-Ethernet (IEEE 802.3ae, 10 Gbit/s).

FDDI (engl. fibre distributed data interface) nach IEEE 802.8 ist ein Standard für die Datenübertragung nach dem Token-Verfahren in Glasfasernetzen mit einer Übertragungsrate von 100 Mbit/s. Es handelt sich um eine Ringtopologie, die zur Erhöhung der Ausfallsicherheit doppelt ausgelegt ist. Eine Variante für verdrillte Kupferkabel mit gleicher Übertragungsleistung liegt mit CDDI (engl. copper DDI) vor. Auf Basis von FDDI werden z. B. Hochleistungsnetze für den Zusammenschluss mehrerer lokaler Netze zu einem unternehmensweiten Netz, auch Backbone-Netz genannt, aufgebaut.

Mittels der so genannten Powerline-Technik können auch Stromnetze für die Datenübertragung im lokalen Bereich genutzt werden. Ihr gelegentlicher Einsatz beschränkt sich auf Verbindungen innerhalb von Gebäuden und auf die Herstellung eines Zugangs zu öffentlichen Netzen.

3.3.2 Übertragungsstandards für öffentliche kabelgebundene Netze

Öffentliche kabelgebundene Netze dienen der Datenübertragung über Grundstücksgrenzen hinweg, d. h. zwischen (weit) entfernten privaten Datenstationen oder privaten lokalen Datennetzen. Als Übertragungsmedien kommen Kupferkabel (Telefonleitungen), Glasfaserkabel, TV-Kabelnetze und auch Stromnetze infrage. Die beiden letzteren jedoch mit Einschränkungen, da der erforderliche Aufwand auf Anschlussseite und im Falle von Stromnetzen die Störanfälligkeit der Verbindung relativ hoch sind.

Öffentliche kabelgebundene Netze haben in der Regel eine gemischte Topologie, bestehend aus Sternnetzen, die durch ein Maschennetz verbunden sind. Was die Übertragungsverfahren betrifft, findet auf den Fernleitungen inzwischen fast ausschließlich eine digitale Signalübertragung statt, meist mittels Glasfaserkabeln. Anschlussseitig werden, vor allem

im ländlichen Raum, auch noch Kupferkabel zwischen den Hausanschlüssen und den Vermittlungsstellen bzw. Netzknoten verwendet. Bei diesen Anschlussleitungen hängt das Übertragungsverfahren von der Art des Teilnehmeranschlusses ab: digitale Signalübertragung bei digitalem Anschluss und analoge Übertragung bei analog aufgeschalteten Teilnehmern. Im letzten Fall findet z. B. empfangsseitig eine Umwandlung digitaler in analoge Signale mittels eines Digital-Analog-Umsetzers in der Vermittlungsstelle statt. Lange Anschlussleitungen beeinträchtigen die Möglichkeit, Teilnehmer breitbandig – also mit hohen Übertragungsraten – zu versorgen.

Im Zeitablauf wurden sukzessive mehrere Übertragungsstandards und -netze eingeführt, wobei sich ein schon weitgehender Übergang von analogen zu digitalen Übertragungstechnologien vollzogen hat. Die Standards beruhen durchweg auf Empfehlungen der ITU (International Telecommunication Union), die sich mit der internationalen Zusammenarbeit im Fernmeldebereich befasst. Von dem ITU-T (Telecommunication Standardization Sector) verabschiedete Standards sind weltweit anerkannt. Standards für die Telekommunikation wurden auch von verschiedenen Organisationen in Europa, den USA und weiteren Ländern entwickelt. Aufgrund der Abstimmung mit der ITU sind sie mit den ITU-T-Empfehlungen kompatibel und werden daher nicht aufgelistet. Einige (früher) bedeutsame Standards sowie ein geplantes künftiges Netz sind (vgl. Abb. 3.17):

- X-Serie des ITU-T, insbesondere X.25;
- I-Serie des ITU-T bzw. ISDN-Standard;
- G-Serie des ITU-T bzw. DSL-Standard;
- NGN – Next Generation Network.

Aus der X-Serie der ITU-T ist insbesondere der Standard X.25 von Bedeutung, der eine Übertragung von Datenpaketen über Telefonnetze mit einer Übertragungsrate von bis zu 64 Kbit/s gestattet. Seit den frühen 1980er-Jahren wurde das auf X.25 beruhende „paketvermittelnde Netz“ unter dem Produktnamen Datex-P von der Deutschen Bundespost und später von der Telekom betrieben. Ein wesentlicher Vorteil von Datex-P war die relativ sichere Informationsübertragung in störungsanfälligen Telefonnetzen. Während Datex-P-Dienste in Deutschland kaum noch angeboten werden, spielt X.25 in vielen Ländern der Dritten Welt noch eine gewisse Rolle als preiswertes und sicheres Zugangsverfahren zum Internet.

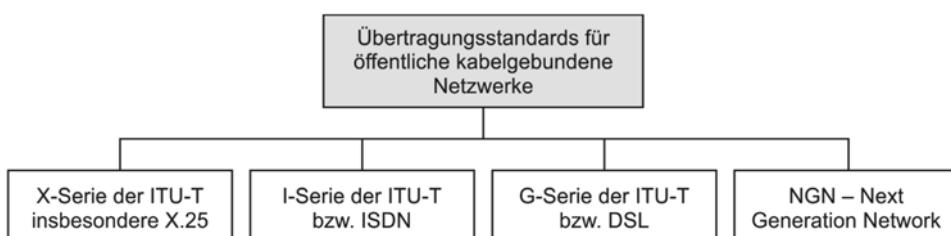


Abb. 3.17 Übertragungsstandards für öffentliche kabelgebundene Netze

Die I-Serie der ITU-T, auch bekannt unter der Abkürzung ISDN (engl. integrated services digital network), spezifiziert Verfahren, die je nach Konfiguration Übertragungen mit einer Rate von 64 oder 128 Kbit/s in dienstintegrierenden, digitalen Netzen erlauben. Mit „dienstintegrierend“ wird die Eigenschaft von ISDN bezeichnet, bislang in separaten Netzen angebotene Dienste in einem Netz zu vermitteln und auszuführen. So wurden z. B. Dienste wie Fernschreiben (Telex-Dienst), paketvermittelte Datenübertragung (Datex-P-Netz) und Telefonie (Telefonnetz) in ISDN einbezogen. Aus Sicherheitsgründen wurde ISDN als digitales Netz konzipiert. Die Umstellung von analogen auf digitale Ortsvermittlungsstellen wurde in Deutschland in der ersten Hälfte der 1990er-Jahre durchgeführt. Etwas später war ISDN flächendeckend verfügbar. Bestehende analoge Teilnehmeranschlüsse mussten jedoch nicht digitalisiert werden. So werden z. B. die über die Teilnehmeranschlussleitungen gesendeten Signale von den Vermittlungsstellen vor ihrer Weitervermittlung digitalisiert. Im Zuge des Übergangs zu dem DSL-Standard wurde der ISDN-Dienst in Deutschland im Netz der Telekom sukzessive eingestellt. Andere Anbieter folg(t)en mit etwas Verzögerung.

Die G-Serie der ITU-T spezifiziert eine Reihe von Standardisierungen, die unter der Abkürzung DSL (engl. digital subscriber line) zusammengefasst werden. Die sukzessive DSL-Einführung zielt auf die Behebung eines gravierenden Nachteils der Vorgänger-Standards, insbesondere auch ISDN, ab: die schmalbandige Versorgung der Masse der Teilnehmeranschlüsse. Das für die Signalübertragung über die Kupferkabel der Teilnehmeranschlussleitungen genutzte schmale Frequenzband im niederfrequenten Bereich lässt nur geringe Übertragungsraten zu. Sie sind für anspruchsvollere Internet-Anwendungen völlig unzureichend. Mit DSL stehen dagegen Übertragungsraten im erwünschten Mbit-Bereich zur Verfügung. Erreicht wird dies durch die breitbandige Signalübertragung über die Kupfer-Anschlussleitungen der Teilnehmer, d. h. die Nutzung eines breiten Frequenzbandes im höherfrequenten Bereich. DSL steht in unterschiedlichen Varianten zur Verfügung:

- **ADSL** (Asymmetric DSL) ist ein asymmetrisches Übertragungsverfahren, das unterschiedliche Übertragungsraten hin zum Teilnehmer, bezeichnet als Downstream, und weg vom Teilnehmer, Upstream genannt, verwendet. Die Übertragungsraten betragen bis zu 8 Mbit/s (Downstream) und bis zu 1 Mbit/s (Upstream). Neben dieser breitbandigen Datenübertragung kann gleichzeitig der schmalbandige Telefonie-Dienst über das gleiche Kupferkabel abgewickelt werden.
- Weiterentwickelte Varianten von ADSL sind ADSL2+ mit Übertragungsraten von bis zu 25/3,5 Mbit/s Downstream/Upstream und VDSL (Very High Speed DSL) mit bis zu 52/2,3 Mbit/s Downstream/Upstream für die asymmetrische Form von VDSL.
- **SDSL** (Symmetric DSL) verwendet gleiche Übertragungsraten in beiden Richtungen (Downstream und Upstream) von bis zu 20 Mbit/s. Bei der symmetrischen Form von VDSL bzw. VDSL2 sollen Raten von bis zu 210 Mbit/s möglich sein. Dies aber wegen der mit der Übertragungsgeschwindigkeit zunehmenden Signaldämpfung auf relativ kurzen Strecken. Symmetrische DSL-Standards sind insbesondere für Unternehmen von Interesse, da Down- und Upstream gleiche Übertragungsgeschwindigkeiten zur Verfügung stehen.

Die Bezeichnung „DSL“ wird von verschiedenen Anbietern auch als Bestandteil eines Produktnamens verwendet. So z. B. T-DSL von Telekom für den Internetzugang per Satellit oder cableDSL von der TELES AG für den Internetzugang per Kabelanschluss. Unabhängig davon bereitet der mit DSL verbundene Anspruch des breitbandigen Internetzugangs im ländlichen Raum teils Schwierigkeiten. So können z. B. eine zu lange Teilnehmeranschlussleitung, eine zu geringe Anschlusskapazität der lokalen Vermittlungsstelle und eine lokal zu geringe Anzahl von Teilnehmern einen DSL-Anschluss verhindern.

Die Weiterentwicklung der Telekommunikation strebt das so genannte Next Generation Network an, mit dem sich die ITU-T und weitere Organisationen befassen:

► Als **Next Generation Network (NGN)** bezeichnet man ein paketvermittelndes Telekommunikationsnetz, das den uneingeschränkten, breitbandigen und auch mobilen Zugang zu konkurrierenden Diensteanbietern und den von ihnen angebotenen Telekommunikationsdiensten unabhängig von der jeweils genutzten Transporttechnologie ermöglicht.

Mit NGN sollen die herkömmlichen leitungsvermittelten Telekommunikationsnetze auf eine einheitliche paketvermittelnde Telekommunikationstechnologie umgestellt werden. Dieser Anspruch folgt dem Gedanken der Konvergenz, d. h. dem Aufgehen der sehr heterogenen traditionellen Infrastruktur im Telekommunikationsbereich mit ihren vielfältigen Telefonie- und Datenübertragungstechniken in einer einheitlichen paketvermittelnden Netztechnologie. Die Umstellung soll durch Nutzung des **Internet Protocol (IP)** erfolgen, da IP die Grundlage für die Paketvermittlung im Internet bildet. Ein Schritt in diese Richtung ist das schon weit verbreitete Angebot von IP-Telefoniediensten, auch bezeichnet als **Voice-over-IP (VoIP)**.

Der uneingeschränkte, breitbandige und mobile Zugang soll dem Nutzer einen jederzeitigen Zugang zu Telekommunikationsdiensten unabhängig von einer Standortveränderung und der jeweiligen technischen Umgebung ermöglichen. Zudem sollen Nutzer zwischen konkurrierenden Anbietern und Diensten wählen können, wobei eine Entkopplung zwischen den Funktionen eines Dienstes und der Beförderungstechnologie, d. h. der Art der technologischen Übermittlung, gegeben sein soll. Es soll also die traditionell häufig bestehende Abhängigkeit zwischen Diensthalt und verwendeter Technologie aufgelöst werden.

Neben den angesprochenen NGN-Merkmalen sieht die NGN-Spezifikation der ITU-T noch eine ganze Reihe weiterer Merkmale vor, beispielsweise auch die Zusammenarbeit mit vorhandenen Netzen über offene Schnittstellen. Dies ist insofern von Bedeutung, als die Umstellung auf NGN ein äußerst komplexer Prozess ist, der viele Jahre beansprucht. Während dieser Zeit liegt zumindest die Möglichkeit des Übergangs zwischen den vorhandenen Netzen im Nutzerinteresse.

3.3.3 Funknetze

Mit der inzwischen sehr großen und weiter zunehmenden Verbreitung mobiler Datenstationen, wie etwa Smartphones, Tablet-PCs, Auto-PCs sowie auch RFID-Endgeräten wie Tags und Etiketten, ergab sich ein enormes Potenzial für die flexible Vernetzung derartiger Geräte. Gedeckt wurde dieser Bedarf durch die Entwicklung von Funknetzen. Neben der Verbindung mobiler Datenstationen erstreckt sich ihr Einsatzgebiet auch auf die Einbindung mobiler Rechner, z. B. Tablets oder Notebooks, in bereits bestehende kabelgebundene LAN oder auf die Erweiterung eines kabelgebundenen LAN, wenn die Verlegung weiterer Kabel nicht möglich oder zu kostspielig ist.

Der stürmische Anstieg der Nutzerzahlen, sowohl im privaten Bereich als auch im geschäftlichen Bereich des Mobile Business (M-Business) (vgl. Kap. 12), war begleitet von einer nicht weniger stürmischen Entwicklung des **Mobilfunks**. Sie hat inzwischen zu je einer Vielzahl von

- globalen Mobilfunknetzen (vgl. Abschn. 3.3.3.1) und
- lokalen Mobilfunknetzen (vgl. Abschn. 3.3.3.2)

geführt.

Abb. 3.18 zeigt eine Übersicht der globalen und lokalen Mobilfunknetze. Die unter „global“ ausgewiesenen Netze müssen nicht weltumspannend sein, jedoch eine Auslegung als Weitverkehrsnetz aufweisen. Bei den als „lokal“ bezeichneten Netzen können auch sehr einfache Strukturen auftreten, die im Grenzfall aus nur einer Verbindung – z. B. mobile Kopplung eines Tablet-PC mit dem Internet per WLAN-Verbindung – bestehen.

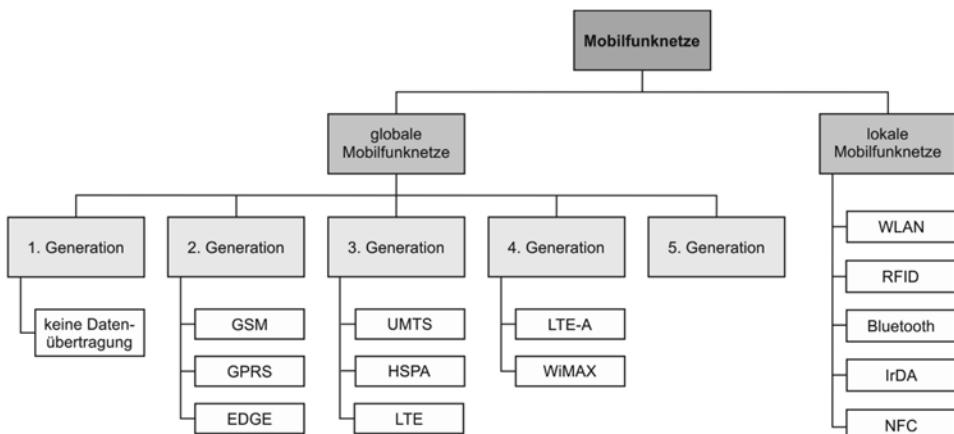


Abb. 3.18 Übersicht der Mobilfunk-Technologien

3.3.3.1 Globale Mobilfunknetze

Die globalen Mobilfunknetze werden üblicherweise in Generationen eingeteilt, wobei teils unterschiedliche Zuordnungen vorgenommen werden und teils auch Übergangsstufen oder „plus“-Generationen ausgewiesen werden. Aufgrund der hohen Investitionskosten sind Netzbetreiber an einem möglichst langfristigen Netzbetrieb interessiert. Die Netze der einzelnen Generationen werden daher in der Praxis teils noch nebeneinander genutzt.

Aus der Anwendungsperspektive bestehen die Unterschiede zwischen den Generationen der globalen Mobilfunknetze primär in der maximal erreichbaren Übertragungsgeschwindigkeit von Daten. Von ihr hängt es ab, in welchem Umfang z. B. Anwendungen des M-Business realisiert werden können. Während bei Netzen der 1. Generation praktisch keine Datenübertragung möglich war, gestatten Netze der 2. Generation eine Datenübertragungsrate von bis zu 237 kBit/s (Kilobit pro Sekunde). Mobilfunktechnik der 3. Generation ermöglicht Datenübertragungsraten von bis zu 42,2 MBit/s, die Technologien der 4. Generation streben Übertragungsraten von bis zu 1 GBit/s an. Aktuell setzen sich Mobilfunkfirmen mit Projekten zu der 5. Generation auseinander, die Datenübertragungsraten bis 10 Gbit/s anstreben.

Die Mobilfunknetze der ersten Generation eignen sich aufgrund ihrer mangelnden Datenübertragungsfähigkeiten nicht für das M-Business und werden hier daher nicht behandelt.

Bei **Mobilfunknetzen der 2. Generation** handelt es sich primär um:

- GSM (Global System for Mobile Communication),
- GPRS (General Packed Radio Services) und
- EDGE (Enhanced Data Rates for GSM Evolution),

Bei **GSM** beträgt die Übertragungsrate 9,6 KBit/s, wobei ein Kanal zwei Kommunikationspartnern für die Dauer der Übertragung zur Verfügung gestellt wird – es liegt also eine leitungsvermittelte Verbindungsart vor. Neben dem Aufbau von Wählverbindungen ist auch die Verwendbarkeit beliebiger Kommunikationsprotokolle ein charakteristisches Merkmal von GSM. GSM gestattet die Übertragung von Textnachrichten (SMS), Voice-Mail oder Fax. Die Anwendungsmöglichkeiten im M-Business beschränken sich auf den mobilen Abruf nicht-multimedialer Internetseiten sowie einfache mobile Anwendungen und Services.

GPRS ist eine auf die Paketvermittlung ausgerichtete GSM-Erweiterung, die Übertragungsraten von bis zu 171 KBit/s ermöglicht. Im Unterschied zu GSM ist bei GPRS ein mobiles Endgerät stets aktiv. Es besteht also eine ständig durchgeschaltete Verbindung zu einem Netzwerk, meist dem Internet. Die GPRS-Anbieter zielen primär auf die Schaffung eines mobilen Zugangs zum Internet ab. Die Herstellung von Verbindungen zu anderen Netzen ist jedoch möglich. Die paketbezogenen Übertragungsleistungen werden auch paketbezogen abgerechnet, d. h. auf der Basis der übertragenen Datenmengen und nicht der Verbindungszeiten wie bei GSM. Der mobile Internetzugang und die permanente Netzverbindung ermöglichen bereits fortgeschrittenere Anwendungen des M-Business.

EDGE stellt eine Weiterentwicklung von GSM dar, die auf einem verbesserten Übertragungsverfahren und der Bündelung mehrerer Übertragungskanäle beruht. Für den Empfang von Daten bündeln EDGE-fähige Endgeräte vier Kanäle, weshalb man im praktischen Einsatz Übertragungsraten von bis zu 237 kBit/s erreichen kann. Als Verbindungsarten kommen Leitungs- und Paketvermittlung in Frage. Die relativ hohe Übertragungsleistung ermöglicht ebenfalls fortgeschrittenere Anwendungen des M-Business.

Zu den **Mobilfunknetzen der 3. Generation** gehören u. a.:

- UMTS (Universal Mobile Telephone System),
- HSPA (High Speed Packet Access) sowie HSPA+ und
- LTE (Long Term Evolution).

UMTS basiert auf einer eigenständigen Technologie, die aus zwei wesentlichen Komponenten besteht, einem Funknetz und einem Trägernetz. Das Funknetz dient der Herstellung von Funkverbindungen zwischen mobilen Endgeräten und (nächstgelegenen) Basisstationen. Dagegen verbindet das Trägernetz die Basisstationen per Funk und stellt zudem Verbindungen zum Internet und zu anderen Netzen her. Das Funknetz besteht aus einer terrestrischen Komponente, die flächendeckende Funkverbindungen ermöglicht, und aus einer satellitengestützten Komponente zur Realisierung globaler Funkverbindungen. UMTS ermöglicht Übertragungsraten von bis zu 384 kBit/s. Als Verbindungsarten stehen wie bei EDGE die Leitungs- und die Paketvermittlung zur Verfügung. Die im Vergleich zur 2. Generation höhere Übertragungsleistung und die permanente Internetverbindung ermöglichen die Nutzung fortgeschrittenener M-Business-Anwendungen.

Die Techniken **HSPA** und **HSPA+** erweitern den ursprünglichen UMTS-Standard und ermöglichen eine noch effizientere Übertragung von Daten (bis zu 7,2 MBit/s bei HSPA und bis zu 42,2 MBit/s bei HSPA+). Diese deutlich höhere Übertragungsleistung ermöglicht auf mobilen Endgeräten vielfältige multimediale Anwendungen wie Video-Telefonie oder komplexe BtB-Anwendungen.

Ein weiterer Entwicklungsschritt, der häufig noch zur dritten Generation der Mobilfunktechnologien gezählt wird, ist **LTE** (Long Term Evolution). LTE beschränkt sich auf die IP-basierte Datenübertragung: Sprachdienste werden per GSM oder UMTS realisiert und spielen keine Rolle. Neben der nochmals höheren Datenübertragungsraten von bis zu 100 MBit/s ist die deutlich verringerte Reaktionszeit hervorzuheben. Davon profitieren insbesondere solche M-Business-Anwendungen, die eine hohe Interaktionshäufigkeit mit dem Benutzer erfordern.

Die **Mobilfunknetze der 4. Generation** erreichen eine Datenübertragungsraten von bis zu 1 GBit/s erlauben. Zu den 4G-Technologien gehören insbesondere

- LTE-A (Long Term Evolution Advanced) und
- WiMAX (Worldwide Interoperability for Microwave Access).

Im Unterschied zu LTE ermöglicht **LTE-A** die simultane Nutzung mehrerer unabhängiger Frequenzbänder, wodurch die bestehenden Übertragungskapazitäten besser ausgelastet werden können.

Das drahtlose Kommunikationssystem **WiMAX** implementiert den Standard IEEE 802.16, der drahtlosen Breitbandzugang ermöglicht. WiMAX steht in direkter Konkurrenz zu DSL und einem kabelgebundenen Internetzugang. Es bietet daher einen Breitband-Internetzugang für ländliche Regionen ohne Zugang zu DSL-Netzen und könnte dort insbesondere das Problem der „letzten Meile“ lösen (vgl. Abschn. 4.2.3).

In dem laufenden Projekt „Next Generation Mobile Networks“ (NGMN) beschäftigen sich Mobilfunkanbieter mit „5G“, der **5. Generation der Mobilfunknetze**. 5G-Netze bauen noch auf dem LTE-Standard auf und erreichen Datenraten von bis zu 10 GBit/s. Ermöglicht wird dies durch die Verwendung höherer Frequenzbänder. Erste 5G-Realisierungen zielen auf die Breitbandversorgung von Mobilfunkgeräten mit hohen Datenraten ab. Ein weiteres Ziel ist, z. B. die Schaffung vieler Verbindungen mit niedrigeren Datenraten im Rahmen des Internet der Dinge. In der nächsten Entwicklungsstufe sind „5G-Kernnetze“ vorgesehen, die auf die LTE-Technologie verzichten (5G Standalone). In Planung sind bereits **6G-Mobilfunknetze**, die Daten mehr als 100 Mal schneller als 5G-Netze übertragen werden (bis 1 Terabit pro Sekunde).

3.3.3.2 Lokale Mobilfunknetze

Die lokalen Mobilfunknetze beruhen auf dem Kurzstreckenfunk und ermöglichen eine lokale Mobilität. Lokale Mobilfunknetze sind das auf dem Standard IEEE 802.11 beruhende WLAN (Wireless Local Area Network) sowie weitere lokale Netze, die auf der RFID-Technologie (Radio Frequency Identification), dem Bluetooth-Standard, der IrDA-Technologie (Infrared Data Association) und der NFC-Technologie (Near Field Communication) aufsetzen. Die Zusammenfassung dieser Technologien unter der Bezeichnung „Lokale Mobilfunknetze“ setzt eine weite Auslegung des Funkbegriffs voraus. Neben Funk i. e. S., d. h. Radiowellen, umschließt er auch Lichtwellen (IrDA-Technologie) und elektrische Felder (NFC-Technologie).

Im Folgenden werden die in Abb. 3.18 genannten Mobilfunknetze WLAN, RFID, Bluetooth, IrDa und NFC je kurz erläutert.

RFID ermöglicht die Realisierung von lokalen Funknetzen auf dem Gelände von Unternehmen, mit denen Entfernungen von bis zu einigen Kilometern überbrückt werden können. Als Endgeräte kommen primär so genannte RFID-Tags, -Clips, -Etiketten, -Transponder bzw. -Labels zum Einsatz. Sie können an Wagen, Behälter, bewegliche Transportmittel und sonstige Objekte angebracht werden. In den RFID-Tags gespeicherte Informationen können automatisch – z. B. bei dem Vorbeibewegen oder -fahren von Transportmitteln – von geeignet positionierten RFID-Lesern „gelesen“ und zur Weiterverarbeitung an z. B. Kassensysteme oder Warenwirtschaftssysteme übermittelt werden. Der Einsatz von RFID-Technologien in der Praxis entwickelt sich stürmisch. Als Anwendungsschwerpunkt kristallisiert sich die inner- und zwischenbetriebliche Supply Chain heraus.

Der **WLAN-Standard** gemäß IEEE 802.11 hat inzwischen eine große Bedeutung für den Aufbau lokaler Funknetze erlangt. Diese bestehenden z. B. aus WLAN-Zugangspunkten, die – angeschlossen an ein Ethernet-LAN – mit WLAN-Adaptoren kommunizieren. WLAN-Adapter dienen, wie etwa Netzwerkkarten, dem Netzanschluss, also hier dem LAN-Anschluss. Sie sind ggf. standardmäßig in Rechner wie Tablets und Smartphones integriert. Mit dieser Technologie können Entferungen von bis zu 500 m zwischen mobilem Endgerät und WLAN-Zugangspunkt bei einer Datenübertragungsrate von 54 MBit/s überbrückt werden. Da sich der Standard IEEE 802.11 auf die Schichten 1 und 2 des ISO/OSI-Referenzmodells bezieht, können Protokolle höherer Schichten – so z. B. das Internetprotokoll TCP/IP – auf dem WLAN-Standard aufsetzen. Im genannten Beispiel ist folglich ein Internetzugang leicht herstellbar.

Der Standard **Bluetooth** dient der drahtlosen Datenübertragung zwischen Bluetooth-fähigen Geräten wie Rechner, Drucker, Tastatur und Maus über Entfernungen von bis zu 100 Metern und mit einer Datenübertragungsrate von etwa 1 MBit/s. Der Zweck der Bluetooth-Technologie besteht im Ersetzen kurzer Kabelverbindungen zwischen Endgeräten durch Funkverbindungen und damit der Verbesserung lokaler Mobilität. So können z. B. Maus, Tastatur und Smartphone mit einem PC per Funk verbunden werden. Vor allem früher wurde die Technologie auch genutzt, um PCs über Bluetooth-fähige Modems für analoge Telefonnetze einen drahtlosen Internet-Zugang zu ermöglichen.

Ähnlich wie Bluetooth bezweckt der **Standard IrDA** die drahtlose Übertragung von Daten zwischen IrDA-fähigen Endgeräten, etwa zwischen einem PC und einem Drucker. Als Übertragungsmedium dienen Lichtwellen im Infrarotbereich. Bis zu einer Distanz von etwa 5 Metern können Daten mit einer Rate von maximal 4 MBit/s übertragen werden. Bei dem auf einer Weiterentwicklung beruhenden Standard VFIR (very fast infrared) beträgt die Datenübertragungsrate etwa 16 MBit/s.

Die **NFC-Technologie** ist geeignet, Daten über sehr kurze Distanzen (wenige Zentimeter) mit einer Rate von maximal 484 Kbit/s per Funkwellen zu übertragen. Letztlich handelt es sich dabei um eine gezielte Ausprägung der RFID-Technologie, bei der z. B. mit RFID-Tags oder -Transpondern ausgestattete Ausweise, Scheckkarten, Smartphones als Zugangsschlüssel sowie für diverse Dienste genutzt werden können. Ein Beispiel ist der Ticketkauf im öffentlichen Personennahverkehr mittels eines NFC-fähigen Smartphones, das zu diesem Zweck vor ein NFC-Sensorfeld gehalten wird, das an einem Ticketentwarter angebracht ist. Ein weiteres Anwendungsbeispiel ist die bargeldlose Zahlung kleinerer Geldbeträge, d. h. das Micropayment.

3.4 Verteilte Verarbeitung in Rechnernetzen

Bereits in Abschn. 3.1 wurde auf den Rechnerverbund als Mittel der Lastverteilung zwischen Rechnern hingewiesen. Rechnerverbünde mit ihren unterschiedlichen Zielen stellen eine Form der verteilten Verarbeitung dar. Darüber hinaus interessiert aus Unternehmens-

sicht vor allem eine weitere Form der **verteilten Verarbeitung**, die einer (sehr) großen Anzahl von Nutzern den Zugang zu zentral im Rechnernetz bereitgestellten Ressourcen gestattet. Kernanliegen der verteilten Verarbeitung in diesem Sinne ist eine ausgewogene Kombination von dezentraler Verarbeitung am Rechner-Arbeitsplatz und zentraler Bereitstellung von Verarbeitungsressourcen für die dezentrale Nutzung (vgl. Abeck et al. 2003).

Für die Gestaltung der Zusammenarbeit von verbundenen Rechnern haben sich verschiedene Architekturkonzepte herausgebildet. Die Verteilungsarchitekturen werden in Abschn. 3.4.1 betrachtet. Zur Steuerung der Zusammenarbeit von Rechnern in Netzen werden spezielle Softwaresysteme benötigt: die Netzwerk-Betriebssysteme. Ihre Funktionalität wird durch das Leistungsspektrum von Betriebssystemen für unvernetzt betriebene Rechner nicht abgedeckt. Auf Netzwerk-Betriebssysteme geht Abschn. 3.4.2 ein. Danach wird in Abschn. 3.4.3 mit der Middleware eine Kategorie von systemnaher Software näher betrachtet, die für die Realisierung verteilter Systeme in heterogenen Netzwerken hilfreich ist. Schließlich wird in Abschn. 3.4.4 mit der serviceorientierten Architektur (SOA) ein Konzept vorgestellt, das auf die prozessorientierte Gestaltung von verteilten Anwendungssystemen mittels aufeinander aufbauender Dienste abzielt.

3.4.1 Architekturen für die verteilte Verarbeitung

Als grundlegende Organisationsformen der Arbeitsverteilung zwischen den Rechnern in einem Netzwerk haben sich zwei Architekturkonzepte für verteilte Systeme etabliert: Client/Server-Architekturen (vgl. Abschn. 3.4.1.1) und Peer-to-Peer-Netzwerke (vgl. Abschn. 3.4.1.2).

3.4.1.1 Client/Server-Architekturen

Trotz der weit fortgeschrittenen Dezentralisierung der Informationsverarbeitung in Rechnernetzen ist es sinnvoll, bestimmte und übergreifend benötigte IT-Ressourcen an zentraler Stelle bereitzuhalten und über Kommunikationsverbindungen dezentralen Verarbeitungsprozessen zugänglich zu machen. Bei diesen IT-Ressourcen kann es sich z. B. um Hard-/Software-Systeme oder -Komponenten zur Datenbankverwaltung, zur Ausführung von Aufgaben der operativen Informationsverarbeitung und zur Druckausgabe von Daten handeln. Eine verbreitete Form der Arbeitsteilung zwischen den Rechnern in einem Netzwerk, die dezentrale und zentrale Aspekte der Informationsverarbeitung vereinigt, ist die so genannte **Client/Server-Architektur**. Die konzeptionellen Basiskomponenten dieser Architektur sind Clients und Server. Client und Server lassen sich begrifflich etwa wie folgt abgrenzen.

- ▶ Ein **Client** (engl. client) ist ein Computerprogramm, das der Bearbeitung einer Informationsverarbeitungsaufgabe dient und hierzu die Dienste eines Servers anfordert und nutzt.

- Ein **Server** (engl. server) ist ein Computerprogramm, das der Bearbeitung einer bestimmten Informationsverarbeitungsaufgabe dient und die Durchführung dieser Aufgabe als aufrufbaren Dienst für andere Computerprogramme zur Verfügung stellt.

Das Zusammenspiel von Client und Server in einem Rechnernetz basiert demnach auf der Anforderung eines Dienstes durch einen Client (engl. request) und der Bereitstellung des angeforderten Dienstes durch einen Server (engl. response). Diese **Request-Response-Beziehung** wird in Abb. 3.19 veranschaulicht.

In Abb. 3.19 führt ein Benutzer zwecks Bearbeitung einer Aufgabe, z. B. Erstellung eines Angebots, ein Clientprogramm aus. Im Zuge der Bearbeitung benötigt der Client bestimmte Eingabedaten, z. B. eine Kundenadresse. Er fordert daher die Bereitstellung der Daten durch Aufruf eines Serverprogramms an, das Kundenadressen verwaltet. Nach Bereitstellung der Daten durch den Server kann der Client die Bearbeitung der Aufgabe abschließen.

Grundsätzlich können Client- und Server-Programme auf ein-und-derselben Rechner ablaufen. Neben solchen rechnerinternen Client-Server-Beziehungen werden Client- und Server-Programme für bestimmte Aufgaben dauerhaft auf (eigens dafür konfigurierten) separaten Rechnern betrieben. Die von solchen Rechnern angebotenen Serverdienste können von Clientprogrammen, die auf anderen Rechnern installiert sind, angefordert werden. Client und Server befinden sich somit auf unterschiedlichen Knoten eines Netzwerks und kooperieren zur Erfüllung ihrer Aufgaben über Kommunikationsbeziehungen.

Ausdrücklich sei darauf hingewiesen, dass mit den Kurzbegriffen „Client“ und „Server“ nicht nur Client- und Server-Programme bezeichnet werden, sondern auch die eigens für diese Programme eingesetzten Rechner. Ob mit Client oder Server im Einzelfall ein Programm oder ein Rechner bezeichnet wird, ist dem jeweiligen Kontext zu entnehmen.

Einige Beispiele für Client- und Server-Programme sind in Abb. 3.20 zusammengestellt. Die dort vorgenommene Unterscheidung zwischen Terminalserver und Applikationsserver betrifft die Aufteilung der Programmlogik einer gesamten Anwendung zwischen Client und Server:

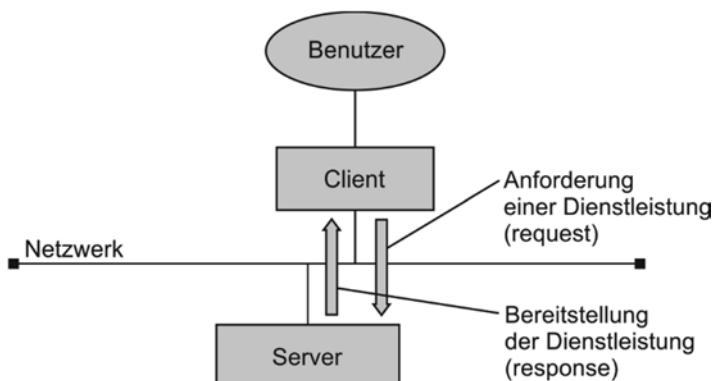


Abb. 3.19 Request-Response-Beziehung zwischen Client und Server

Client-Beispiele	Beschreibung
Browser	Clientprogramm zur Anforderung der Dienste von Web-Servern, z. B. Surfen im Internet und Bereitstellen von Internetseiten.
E-Mail-Client	Clientprogramm zur Erstellung von E-Mails, zur Anzeige von E-Mails usw. sowie zur Anforderung von Diensten des E-Mail-Servers, z. B. Bereitstellen von E-Mails.
GUI-Client	Clientprogramm, das die Benutzerschnittstelle eines Anwendungsprogramms realisiert und den Aufruf von Verarbeitungsfunktionen eines Application-Servers ermöglicht.

a) Beispiele für Client-Programme.

Server-Beispiele	Beschreibung
File-Server	Serverprogramm zur Verwaltung von Dateien.
Datenbank-Server	Serverprogramm zur Verwaltung von Datenbanken.
Mail-Server	Serverprogramm zur Verwaltung von elektronischen Postfächern
Print-Server	Serverprogramm zur Druckerverwaltung und zur Bereitstellung von Drucker-Leistungen.
Terminal-Server	Serverprogramm zur vollständigen Bearbeitung von (betrieblichen) Informationsverarbeitungsaufgaben.
Application-Server	Serverprogramm zur Abwicklung der Hintergrundprozesse eines interaktiven, arbeitsteiligen Anwendungssystems.

b) Beispiele für Server-Programme.

Abb. 3.20 Beispiele für Client- und Server-Programme

- Im Fall des Terminalservers wird die gesamte Programmlogik auf/mit dem Server ausgeführt. Der Client, der nur Ein- und Ausgabezwecken dient, kann daher als **Thin-Client** konfiguriert werden.
- Im Fall des Applikationsservers werden Anwendungsprozesse, die keine Interaktion mit dem Nutzer erfordern, auf dem Server ausgeführt. Der Client übernimmt dagegen die Ausführung der Vordergrundprozesse, die insbesondere die Benutzerinteraktion einschließen. Er ist daher als leistungsstärkere Konfiguration, ggf. als **Fat-Client**, vorzusehen.

Aus übergreifender Sicht lassen sich in der betrieblichen Informationsverarbeitung drei Aktivitätsschwerpunkte erkennen: die Benutzerinteraktion, die fachbezogene Verarbeitung und die Datenverwaltung. Aus diesem Grunde hat sich eine Strukturierung von Anwendungssystemen in drei Softwareschichten herausgebildet:

- die **Präsentationsschicht**, die der Benutzerschnittstelle des Systems entspricht,
- die **Applikationsschicht**, die die Anwendungsfunktionalität des Systems beinhaltet, und
- die **Datenzugriffsschicht**, die Funktionen zur Datenverwaltung umfasst.

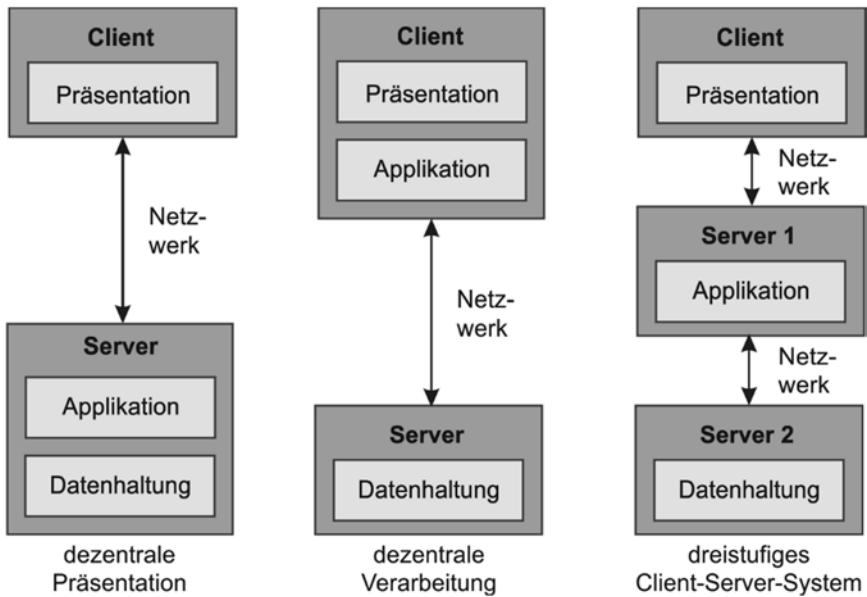


Abb. 3.21 Drei grundlegende Architekturvarianten von Client-Server-Systemen

Ausgehend von dieser Schichtenstruktur lassen sich nun verschiedene Varianten von Client/Server-Architekturen in der (betrieblichen) Informationsverarbeitung unterscheiden. Sie nehmen jeweils eine andere Aufteilung der drei Schichten auf Clients und Server vor. Abb. 3.21 zeigt drei grundlegende Konfigurationen von Client-Server-Systemen. Darüber hinaus sind häufig auch Zwischenformen anzutreffen, bei denen Schichten nicht als Ganzes auf Client und Server verteilt sind, sondern mitten durch Schichten verlaufende Trennlinien zwischen Client und Server aufweisen. Client und Server teilen sich in solchen Fällen somit die Aufgaben einer Schicht. Auf diese Weise entstehen Client-Server-Systeme mit verteilter Präsentation, verteilter Anwendung oder verteilter Datenhaltung.

Im Vergleich zur großrechnerzentrierten Informationsverarbeitung gelten gleichmäßige Lastverteilung, dadurch reduzierte Antwortzeiten, erweiterte Funktionalität und komfortable Bedieneroberflächen/GUIs als Vorteile von **Client-Server-Systemen**. Als weitere Vorteile werden Skalierbarkeit und Offenheit genannt (vgl. auch Abschn. 2.5.3.2):

- **Skalierbarkeit** bedeutet bekanntlich, dass durch Austausch, Hinzunahme und Entfernung von Hardware- und Softwarekomponenten in kleinen Einheiten das gesamte System laufend erweitert oder an sich ändernde Anforderungen angepasst werden kann.
- **Offenheit** besagt bekanntlich, dass es bei Verwendung offener Schnittstellen- und Protokollstandards grundsätzlich möglich ist, Hard- und Softwarekomponenten verschiedener Hersteller zu kombinieren und damit heterogene Systemstrukturen zu realisieren.

Andererseits verlangen Client-Server-Systeme einen höheren Aufwand hinsichtlich der Systemverwaltung, des Datenschutzes und der Gewährleistung eines angemessenen Niveaus

der Sicherheit der Informationsverarbeitung. So kann z. B. der Ausfall eines Servers, auf dem die wesentlichsten Programme der operativen Informationsverarbeitung abgewickelt werden, zur Lahmlegung des Geschäftsbetriebs eines Unternehmens führen. Geschäftskritische Komponenten von Client-Server-Systemen werden daher nicht selten gedoppelt.

3.4.1.2 Peer-to-Peer-Netzwerke

Client-Server-Systeme basieren auf dauerhaften, hierarchischen Request-Response-Beziehungen zwischen den beteiligten Clients und Servern, wobei den Clients die zur Verfügung stehenden Server nebst deren Diensten bekannt sind. Diese Merkmale treffen bei Peer-to-Peer-Systemen nicht zu:

- Ein **Peer-to-Peer-System** (engl. peer-to-peer system) besteht aus einer nicht fest vorgegebenen Menge von teilnehmenden Anwendungsprogrammen, den „Teilnehmern“, die über ein Kommunikationsnetz miteinander verbunden sind und sich als gleichrangige Teilnehmer gegenseitig Zugriff auf bestimmte lokale Ressourcen und Dienste in spontaner Weise gewähren. Jeder der gleichrangigen Teilnehmer oder Peers (engl. peers) kann sowohl die Rolle eines Clients einnehmen, der Dienste anfordert, als auch die eines Servers, der Dienste bereitstellt.

Eine schematische Darstellung des Aufbaus von Peer-to-Peer-Systemen zeigt Abb. 3.22. Ein Peer umfasst demnach ein Anwendungsprogramm sowie einen Client zum Anfordern von Diensten und einen Server zum Bereitstellen von Diensten. Aus Gründen der Übersichtlichkeit wurden die Netzwerkverbindungen nicht eingezeichnet. Dargestellt werden lediglich Request-Response-Beziehungen, wobei Rq für Request und Rp für Response

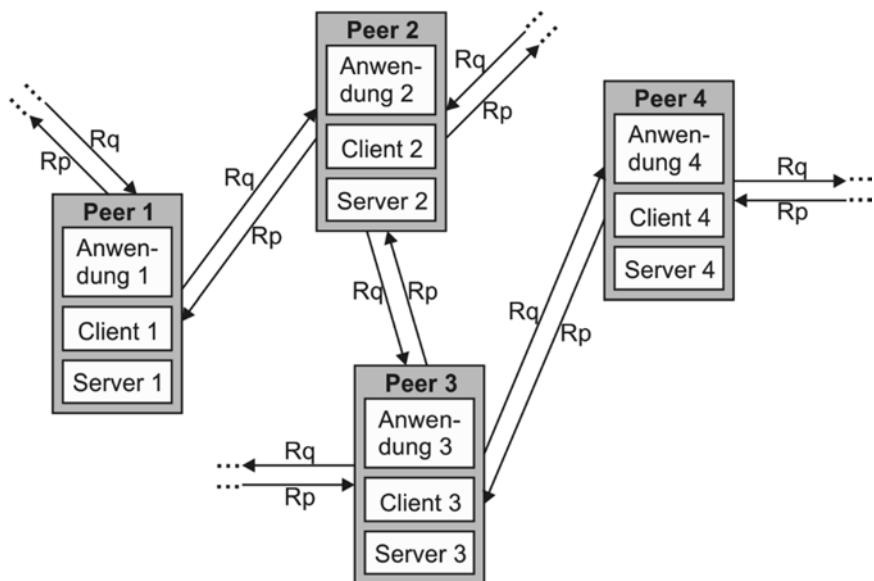


Abb. 3.22 Schematische Darstellung eines Peer-to-Peer-Systems

steht. Beispielsweise fordert Peer 2 einen Dienst von Peer 3 an und exportiert einen Dienst an Peer 1. Die nach außen weisenden Pfeile sollen andeuten, dass ein Peer-to-Peer-System keine fest vorgegebene Ausdehnung aufweisen muss.

Im Gegensatz zu Client-Server-Systemen handelt es sich bei Peer-to-Peer-Systemen um hochgradig dezentral organisierte Netze. Dedierte Server (engl. dedicated server), die für die Durchführung bestimmter Aufgaben spezialisiert und für Client-Server-Systeme typisch sind, fehlen in Peer-to-Peer-Netzen. Damit entfallen auch zentrale Knoten für die Kommunikation und den Leistungsaustausch, wie sie durch Server gegeben sind. Vielmehr werden Aufbau von Kommunikationsbeziehungen und Leistungsaustausch von den Peers selbst organisiert.

Einsatzfelder von Peer-to-Peer-Systemen finden sich im Bürobereich, im Filesharing und im Bereich der Distributed Ledgers. Außerdem basiert das Darknet, ein anonymes Netzwerk im Internet auf der Peer-to-Peer-Technologie (vgl. auch Abschn. 4.3.4).

Im Bürobereich lassen sich mit Hilfe der Peer-to-Peer-Funktionen heutiger lokaler Betriebssysteme recht einfach lokale Netzwerke einrichten, mit denen die angeschlossenen Rechner z. B. Dateiverzeichnisse auf anderen Rechnern nutzen oder einen lokal angeschlossenen Drucker teilen können. Peer-to-Peer-Netzwerke lassen sich jedoch nur mit relativ geringer Teilnehmerzahl sinnvoll betreiben, vor allem aufgrund des Fehlens einer zentralen Verwaltung. So muss auf jedem Teilnehmer-Rechner eine eigenständige Verwaltung der freigegebenen Ressourcen sowie der zugelassenen Benutzer und ihrer Zugriffs-berechtigungen erfolgen. Die systematische Administration eines solchen Netzes wird dadurch deutlich erschwert.

Im Internet werden Peer-to-Peer-Netzwerke beispielsweise für die Durchführung von Chats und für den Datenaustausch, vor allem von Musik- und Video-Dateien, eingesetzt. Ein verbreiteter offener Standard für den Aufbau von Peer-to-Peer-Netzen ist z. B. das Peer-to-Peer-Netzwerkprotokoll Gnutella. Gnutella wird primär für die Dateisuche und den Dateiaustausch, also das so genannte Filesharing, genutzt.

Auf der Peer-to-Peer-Technologie beruhende Distributed Ledgers dienen der verteilten, dauerhaften Aufzeichnung von Geschäftsvorfällen in unterschiedlichsten Anwendungsbe-reichen unter Nutzung von Architekturmodellen wie etwa Blockchain. Blockchains und Distributed Ledgers werden in Abschn. 15.4.5 behandelt.

3.4.2 Netzwerk-Betriebssysteme

► **Netzwerk-Betriebssysteme** sind Betriebssysteme, die über die Grundfunktionen zum Betrieb eines Einzelplatzrechners hinaus spezielle Funktionen für die Koordination der Zusammenarbeit von Rechnern in einem Netzwerk bereitstellen.

Ähnlich wie bei den Kernaufgaben eines Einzelplatzrechner-Betriebssystems (vgl. Abschn. 2.5.3) lassen sich die netzwerkbezogenen Aufgaben eines Netzwerk-Betriebssystems in Verwaltungs- und Steuerungsaufgaben einteilen. Beispiele für Aufgaben dieser Katego-rien sind in Abb. 3.23 wiedergegeben.

Aufgabenkategorie	Aufgaben (Beispiele)
Verwaltungsaufgaben	<ul style="list-style-type: none"> • Verwaltung der im Netzwerk zur Nutzung bereitgestellten Betriebsmittel (Ressourcen), z. B. Festplatten, Verzeichnisse, Dateien, Programme und Drucker. • Verwaltung der Benutzer, die Zugriff auf diese Betriebsmittel erhalten sollen. • Verwaltung der nutzerbezogenen Rechte zur Benutzung dieser Betriebsmittel.
Steuerungsaufgaben	<ul style="list-style-type: none"> • Überwachung des Betriebsmittelzugriffs unter Berücksichtigung der Nutzerrechte. • Zuteilung der Betriebsmittel an die entfernten Anwendungsprozesse.

Abb. 3.23 Aufgaben eines Netzwerk-Betriebssystems

Mit einem Netzwerk-Betriebssystem werden in der Regel verschiedene Dienstprogramme zur Unterstützung der **Netzwerkadministration** ausgeliefert. Diese bieten Werkzeuge an für Zwecke wie:

- Konfiguration der im Netzwerk unterstützten Protokolle,
- Überwachung der Netzlast,
- Protokollierung von Zugriffen auf die Betriebsmittel und dabei auftretenden Fehlern sowie
- Diagnose und Behebung dieser Fehler.

Darüber hinaus verfügen Netzwerk-Betriebssysteme in der Regel über verschiedene Mechanismen zur Wahrung der Datensicherheit und zum Schutz vor Datenverlust aufgrund von Hardwaredefekten.

Aus der Beschreibung der Verwaltungs- und Steuerungsaufgaben lässt sich ableiten, dass ein Netzwerk-Betriebssystem zumindest den Mehrbenutzerbetrieb und den Mehrprogrammbetrieb in der Teilhabervariante erlauben muss. Die weiteren Anforderungen an die **Netzwerkunterstützung** hängen von der Organisationsform des Netzwerks ab:

- In einem lokalen Netzwerk, das nach dem Client-Server-Prinzip organisiert ist, wird in der Regel ein spezieller, leistungsfähiger Server-Rechner mit der zentralen Netzwerkverwaltung und -steuerung betraut und zu diesem Zweck mit einem Netzwerk-Betriebssystem ausgestattet. Man spricht daher auch von einem Server-Betriebssystem. Da die Clients keine netzwerkbezogenen Verwaltungs- und Steuerungsaufgaben übernehmen müssen, genügt es grundsätzlich, ihre lokalen Betriebssysteme um Funktionen zur Kommunikation mit dem Server zu erweitern, sodass sie die vom Server bereitgestellten Dienste in Anspruch nehmen können. Dazu gehört vor allem die Unterstützung der im Netzwerk eingesetzten Kommunikationsprotokolle.

- In Peer-to-Peer-Netzwerken dagegen verwalten alle beteiligten Rechner ihre zur Nutzung im Netzwerk freigegebenen Ressourcen selbst, die Netzwerkverwaltung und -steuerung erfolgt dezentral. Daher müssen die lokalen Betriebssysteme auch rudimentäre Server-Funktionen zur Ausführung netzwerkbezogener Verwaltungs- und Steuerungsaufgaben anbieten. Es wurde bereits darauf hingewiesen, dass die meisten der heute erhältlichen Betriebssysteme für Arbeitsplatzrechner dazu in der Lage sind. Spezielle Server-Betriebssysteme sind in solchen Netzwerken nicht erforderlich.

Sofern die Betriebssysteme der in einem Netzwerk verbundenen Rechner offene Kommunikationsprotokolle – z. B. die Protokolle der TCP/IP-Familie – unterstützen, ist der Betrieb heterogener Netzwerke möglich, d. h. es können Rechner unterschiedlicher Hersteller und mit verschiedenen Betriebssystemen eingebunden werden.

Abschließend seien noch beispielhaft drei in der PC-Welt gebräuchliche **Netzwerk-Betriebssysteme** mit einer Kurzcharakteristik aufgeführt.

- Netware der Firma Novell ist ein Beispiel für ein reines Server-Betriebssystem, das speziell für den Betrieb von Datei- und Druckservern in Netzwerken entwickelt wurde und sich nicht für den Betrieb eines Arbeitsplatzrechners eignet. Es arbeitet jedoch auf Client-Seite mit allen wichtigen Arbeitsplatzrechner-Betriebssystemen zusammen.
- Ein wichtiges Netzwerk-Betriebssystem für PC-Netze ist Windows Server von Microsoft. Im Unterschied zu Novell Netware handelt es sich nicht um ein reines Server-Betriebssystem, sondern um eine um die Funktionalität eines Druck- und Dateiservers erweiterte Version des Arbeitsplatzrechner-Betriebssystems Windows XP.
- Linux von Linus Torvalds ist ein kostenfrei verfügbares, Unix-basiertes Betriebssystem, das wie alle Unix-Derivate von Haus aus umfangreiche Netzwerkfunktionalität besitzt. Aufgrund seiner starken Orientierung an offenen Standards, seiner Stabilität und seiner kostenfreien Verfügbarkeit besitzt es in PC-Netzwerken vor allem als Server-Betriebssystem große Bedeutung.

3.4.3 Middleware

Nicht immer genügt die Unterstützung und Verwendung offener Kommunikationsprotokolle, um sicherzustellen, dass einander ergänzende Softwarekomponenten in verteilten, heterogenen Systemlandschaften miteinander interagieren können. Als Ursache für diese mangelnde **Interoperabilität** können beispielsweise genannt werden:

- Unterschiedliche Hardware- und Betriebssystemplattformen. Dadurch wird es den Benutzern erschwert, rechnerübergreifend auf Dienste anderer Anwendungsprogramme im Netzwerk zuzugreifen.
- Realisierung einander ergänzender Software-Komponenten in unterschiedlichen Programmiersprachen. Da sich somit auch die syntaktischen Regeln unterscheiden, nach

denen die zugehörigen Programme aufgerufen werden, können die Komponenten nicht ohne weiteres interagieren.

- Das Fehlen standardisierter Schnittstellen auf Anwendungsebene. So kommt es z. B. vor, dass einzelne Anwendungsprogramme als Clients nicht in der Lage sind, auf andere in einem Netzwerk vorhandenen Datenbestände zuzugreifen, da diese in unterschiedlichen Datenbanksystemen mit individuell verschiedenen Schnittstellen gehalten werden.
- Fehlende Kenntnis der Clients über Art und Ort aller für sie in Frage kommender Server-Dienste innerhalb eines Netzwerks. Die Clients können daher diese Dienste nicht in Anspruch nehmen.

Um diesen Problemen zu begegnen, wird Middleware eingesetzt (vgl. Hansen et al. 2019, S. 545 f.).

► **Middleware** (engl. middleware), auch als Verteilungsplattform bezeichnet, ist eine Software, welche die Interaktion zwischen Softwarekomponenten in verteilten, heterogenen Systemen unterstützt, indem sie diesen Softwarekomponenten eine Menge anwendungsnutraler, plattformübergreifender Dienste, die so genannten Middleware-Dienste, zur Verfügung stellt. Sie tritt somit als vermittelnde Schicht zwischen den beteiligten, heterogenen Softwarekomponenten auf.

Abstrakt ausgedrückt besteht das Ziel des Einsatzes von Middleware in der Herstellung von **Transparenz**, d. h. im Verbergen (Unsichtbarmachen) von Heterogenität. Für die oben angeführten Beispiele bedeutet dies konkret, dass

- eine Middleware Anwendungsprogrammen eine einheitliche Schnittstelle für den Zugriff auf die benötigten Dienste zur Verfügung stellt, gerade auch dann, wenn diese auf verschiedenen Rechnern mit unterschiedlicher Hardware und unterschiedlichen Betriebssystemen angeboten werden;
- Anwendungsprogramme mit Hilfe von Sprachanbindungs-Middleware Dienste aufrufen können, die in anderen Programmiersprachen implementiert wurden, ohne selbst für eine entsprechende Sprachtransformation sorgen zu müssen;
- auf heterogene Datenbanken mittels einer Datenbank-Middleware über eine einheitliche Schnittstelle zugegriffen werden kann;
- eine Middleware Verzeichnis- und Vermittlungsdienste bereitstellt, mit deren Hilfe Clients auf entfernte Serverdienste zugreifen können, ohne Kenntnis über den jeweiligen Ausführungsort zu besitzen.

Ihrer Mittlerrolle entsprechend tritt Middleware gegenüber den Clients als Server, gegenüber den Zielservern jedoch als Client auf. Sie kann entweder dezentral, d. h. bei jedem einzelnen Client, oder aber zentral, d. h. als eigenständiger Serverdienst, installiert sein.

Abb. 3.24 veranschaulicht in schematischer Weise die Herstellung von Transparenz durch Middleware am Beispiel einer Menge von Serverdiensten, die in einem Netzwerk

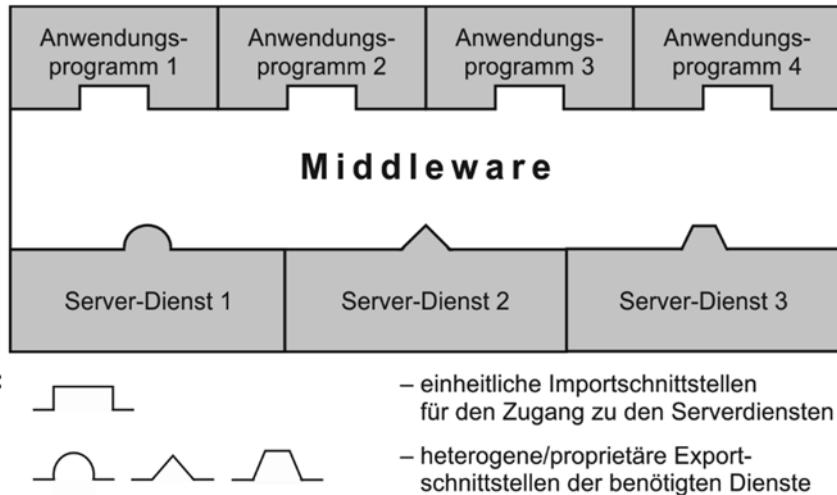


Abb. 3.24 Die Vermittlerrolle von Middleware

vorhanden sind, aber jeweils verschiedene, dienste- und plattformspezifische Schnittstellen besitzen. Um den unterschiedlichen Anwendungsprogrammen die Nutzung dieser Dienste zu ermöglichen, ohne dass diese jeweils jede Schnittstelle und plattformspezifische Besonderheit explizit berücksichtigen müssen, stellt eine Middleware den Anwendungsprogrammen eine vereinheitlichte Sicht auf die heterogenen Serverdienste zur Verfügung.

Middleware erleichtert die Entwicklung verteilter Anwendungssysteme mit Client-Server-Architektur erheblich, da der Entwickler von der Lösung von Infrastrukturproblemen entlastet wird und sich auf die Realisierung der Anwendungslogik konzentrieren kann. Als Beispiele für konkrete **Middleware-Konzepte** und **Middleware-Produkte** lassen sich nennen:

- **ODBC** (engl. open data base connectivity): Ein von Microsoft für das Betriebssystem Windows entwickelter Quasi-Standard für eine Middleware, die einen einheitlichen Zugriff auf Datenbanksysteme unterschiedlicher Hersteller ermöglicht.
- **RPC** (engl. remote procedure call): Ein Middleware-Konzept, das den entfernten Aufruf von Funktionen eines (Server-)Programms durch ein anderes (Client-)Programm erlaubt. Implementierungen von RPC sind programmiersprachenabhängig. Ein Beispiel für eine objektorientierte Variante des RPC-Konzepts für Java ist RMI (engl. remote method invocation).
- **CORBA** (engl. common object request broker architecture): Ein programmiersprachenunabhängiger Standard für die Bereitstellung und Vermittlung objektorientiert implementierter Dienste in verteilten Systemen, von denen einige als so genannte CORBA-Services standardisiert wurden. Beispiele für CORBA-Services sind der

Trading-Object-Service, ein Vermittlungsdienst, in dem Informationen über verfügbare Dienste hinterlegt sind, und der Time-Service, ein Dienst für die globale Zeitgebung in verteilten Systemen.

3.4.4 Serviceorientierte Architektur (SOA)

Wie Middleware betrifft auch die Serviceorientierte Architektur (SOA) die Integration von Anwendungssystemen in heterogenen Rechnernetzen. Während Middleware eine Verbindung von Anwendungssystemen über Integrationsdienste herstellt, wird im Fall der serviceorientierten Architektur die Anwendungsfunktionalität auf (viele) zusammenarbeitende Dienste verteilt. Charakteristisch für die serviceorientierte Architektur ist die Ausrichtung auf Geschäftsprozesse: Die Zusammenfassung und Koordination der Dienste zielt auf die automatisierte Abwicklung von Geschäftsprozessen ab. Der Begriff der serviceorientierten Architektur lässt sich daher etwa wie folgt abgrenzen (vgl. Melzer 2010; Hansen et al. 2019, S. 169 f.):

- Die **Serviceorientierte Architektur (SOA**, engl. service-oriented architecture) ist ein Architekturkonzept zur prozessorientierten Gestaltung verteilter Anwendungssysteme mittels so genannter Services oder Dienste (engl. services), die IT-Leistungen in Form von Anwendungsfunktionalität kapseln und über eindeutig definierte Schnittstellen für die automatisierte Abwicklung von Geschäftsprozessen in heterogenen Rechnernetzen zur Verfügung stellen.

Die als „**Orchestrierung**“ bezeichnete Konfigurierung und Zusammenfassung von Diensten erfolgt in Abstraktionsebenen, d. h. Dienste unterer Ebenen werden zu Diensten höherer Ebenen komponiert. Die ebenenweise Komposition von Diensten orientiert sich an der Zerlegung von Geschäftsprozessen in Teilprozesse bis hin zu Geschäftsprozessschritten – diese bilden die Dienste der untersten Abstraktionsebene. Ein vereinfachtes Beispiel für die Prozessaufgliederung zeigt Abb. 3.25.

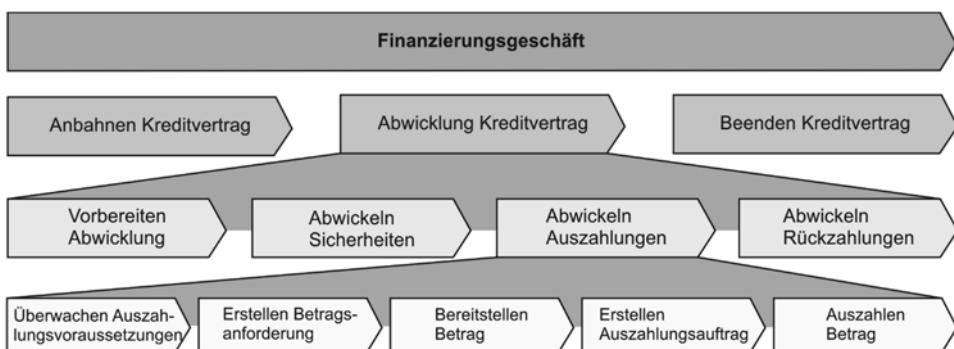


Abb. 3.25 Beispiel für die ebenenweise Prozesszerlegung

Die Zerlegung des Prozesses „Finanzierungsgeschäft“ einer Bank führt in der 4. Ebene zu Geschäftsprozessschritten. Diese können in Dienste abgebildet werden. Aus den Diensten der untersten Ebene lassen sich nun Dienste höherer Ebenen für die Durchführung von (Teil-)Prozessen komponieren. Die Zusammenarbeit und Kommunikation von Diensten kann über unterschiedliche Protokolle erfolgen. Auch können die Dienste in unterschiedlichen Sprachen implementiert sein und von unterschiedlichen Institutionen bereitgestellt werden: von den jeweiligen Unternehmen selbst oder von verschiedenen Dienstanbietern. Wesentliche Eigenschaften von Diensten bei dieser Art von Komposition sind:

- Ein Dienst kapselt eine in sich abgeschlossene fachliche Funktionalität, die in unterschiedlichen Anwendungsszenarien genutzt werden kann.
- Ein Dienst stellt seine Funktionalität über eine klar definierte Schnittstelle in einem Netzwerk zur Verfügung, die im Netz frei zugänglich veröffentlicht wird – in der Regel in einem Dienstverzeichnis.
- Voraussetzung für die Nutzung eines Dienstes ist lediglich die genaue Kenntnis seiner Schnittstelle, nicht aber die Kenntnis der Implementierung seiner Funktionalität.
- Ein Dienst kann in heterogenen Netzwerken genutzt werden, d. h. den Dienst aufrufende Programme oder andere Dienste und der Dienst selbst können in unterschiedlichen Programmiersprachen implementiert und auf unterschiedlichen Plattformen lauffähig sein.

Was die Granularität eines Dienstes, also den Umfang der gekapselten Funktionalität betrifft, wird teils eine grobgranulare Konfigurierung gefordert, um die Abhängigkeiten zwischen den Komponenten eines verteilten Systems zu reduzieren. Grobgranulare Dienste sind oberhalb der Ebene von Prozessschritten anzusiedeln und können z. B. aus bestimmten Anordnungen von fachlich zusammengehörigen Geschäftsprozessschritten bestehen.

Das **SOA-Konzept** begünstigt die flexible Komposition von verteilten Systemen, sofern auf ein hinreichendes internes und externes Angebot von fachlich geeigneten Diensten zurückgegriffen werden kann. Ein weiterer Vorteil ist die Wiederverwendbarkeit von Diensten. In unterschiedlichen Anwendungskontexten benötigte Dienste können vielfach in verschiedenen verteilten Systemen Verwendung finden. Wiederverwendbarkeit und Flexibilität im Einsatz begründen zwei wesentliche mit dem SOA-Konzept verfolgte Ziele:

- Die zumindest auf lange Sicht mögliche Senkung der Kosten der Entwicklung von Anwendungssoftware.
- Die schnellere Anpassung verteilter Anwendungssysteme an sich ändernde geschäftliche Abläufe.

Den Vorteilen des SOA-Konzepts stehen jedoch auch Defizite gegenüber, so z. B.:

- Das erhebliche technologische Know-how, das für die Umsetzung des Konzepts erforderlich ist.
- Der wegen der höheren Anzahl von Kommunikationsverbindungen im Vergleich zu „monolithischen“ Systemen höhere Kommunikationsaufwand.
- Das durch den höheren Kommunikationsaufwand verursachte ungünstigere Laufzeitverhalten.

Ein spezielles Problem, das trotz erheblicher Forschungsbemühungen noch nicht völlig befriedigend gelöst ist, besteht in der Gewährleistung einer hinreichenden Servicequalität für einen gesamten Geschäftsprozess. Hier stellt sich in der Tat ein Optimierungsproblem, das sich vereinfacht wie folgt beschreiben lässt:

Gegeben sei ein Geschäftsprozess bestehend aus einer Menge von unterschiedlichen Geschäftsprozessschritten. Gegeben seien mehrere Dienstanbieter, deren Angebot je auch sämtliche Prozessschritte des Geschäftsprozesses abdeckt, und zwar je einen Prozessschritt mit je einem Dienst. Für jeden Dienst seien zudem numerische Werte von so genannten **Dienstgüteeigenschaften** – etwa Kosten, Ausführungszeit, Verfügbarkeit und Zuverlässigkeit – gegeben. Gesucht ist dann über alle Dienstanbieter eine Auswahl von Diensten zur Durchführung des Geschäftsprozesses derart, dass:

- die aus den Dienstgüteeigenschaften der ausgewählten Dienste berechnete Qualität des Geschäftsprozesses ein Maximum annimmt, und
- die Dienstgüteeigenschaften der ausgewählten Dienste innerhalb gegebener oberer und unterer Schranken liegen.

Für sequenzielle Abfolgen von Prozessschritten ist dieses Optimierungsproblem beherrschbar. Schwierigkeiten ergeben sich allerdings bei komplexeren, stärker verzweigten Geschäftsprozessen. Höhere Anforderungen resultieren insbesondere auch dann, wenn dieses Problem dynamisch, also während der Laufzeit des Geschäftsprozesses, gelöst werden soll. Während der Laufzeit stellt sich jeweils ein Restproblem, das die noch nicht ausgeführten Prozessschritte umfasst.

Verzichtet man auf eine Optimierung der Servicequalität, dann ergibt sich eine vereinfachte Vorgehensweise bei der dynamischen „Bindung“ der Dienste. Sie basiert auf dem vereinfachten Paradigma „publish, find, bind, execute“, das die Zusammenarbeit zwischen Anbieter und Nutzer eines Dienstes beschreibt:

- „Publish“ steht für die Veröffentlichung eines Dienstes in einem Verzeichnis.
- „Find“ umschreibt das Suchen und Auffinden eines Dienstes durch eine Softwarekomponente, die den Dienst benötigt (hier etwa eine Komponente „Prozess“).
- „Bind“ beschreibt das Bereitstellen einer Verzeichnisadresse für den Zugriff zu dem gefundenen Dienst – der Dienstauftrag ist an diese Adresse „gebunden“.
- „Execute“ betrifft den Aufruf des Dienstes einschließlich seiner Ausführung.

Für die technische Realisierung des Konzepts der serviceorientierten Architektur stehen inzwischen eine Vielzahl von so genannten **Webservices** sowie verschiedene Standards im Internet zur Verfügung. Webservices und Umsetzungsstandards werden daher in Abschn. 4.6 behandelt.

Literatur

- Abeck, S., Lockemann, P., Schiller, J., Seitz, J.: Verteilte Informationssysteme. dpunkt, Heidelberg (2003)
- Hansen, H.R., Mendling, J., Neumann, G.: Wirtschaftsinformatik, 12. Aufl. de Gruyter, Berlin (2019)
- Kauffels, F.-J.: Lokale Netze, 15. Aufl. mitp, Frechen (2003)
- Melzer, I.: Service-Orientierte Architekturen mit Web Services: Konzepte, Standards, Praxis, 4. Aufl. Spektrum, Heidelberg (2010)
- Riggert, W.: Rechnernetze, Grundlagen – Ethernet – Internet, 5. Aufl. Hanser, München (2014)
- Schreiner, R.: Computernetzwerke, 6. Aufl. Hanser, München (2014)
- Tannenbaum, A.S.: Computernetzwerke, 4. Aufl. Pearson Studium, München (2003)
- Weber, P., Gabriel, R., Lux, T., Schroer, N.: Basiswissen Wirtschaftsinformatik, 3. Aufl. Springer, Berlin (2019)



Internet

4

Kap. 4 ist das dritte Kapitel des Teils I. Es befasst sich mit dem Internet, dem weltweiten Netz. In Abb. 4.1 ist die Einordnung des Kap. 4 in den Teil I dargestellt. Zu diesem Thema vgl. z. B. Riggert (2014); Meinel und Sack (2004).

Das Vordringen des Internets in alle Lebensbereiche stellt zweifellos eine der bedeutendsten Entwicklungen der letzten Jahrzehnte auf dem Gebiet der Informations- und Kommunikationstechnologie dar. Im vorangehenden Kap. 3 wurden Aufbau und Funktionsweise von Rechnernetzen sowie die verteilte Verarbeitung in Rechnernetzen behandelt. Ausgeklammert wurde dabei der Aspekt der Verbindung einzelner Rechnernetze zu einem weltumspannenden Gesamtnetz, dem Internet. Seine Entwicklung hat neue Technologien und Formen der Informationsverarbeitung hervorgebracht, die aus dem Privat- und Berufsleben der weitaus meisten in Industriegesellschaften lebenden Menschen nicht mehr wegzudenken sind.

Das vorliegende Kapitel befasst sich mit dem Internet aus unterschiedlichen Blickwinkeln. Einleitend werden in Abschn. 4.1 Begriff, Entwicklung und Bedeutung des Internets behandelt. Auf den Aufbau des Internets, d. h. seine Zusammensetzung aus verschiedenen Arten von Rechnernetzen, sowie den Netzzugang geht der Abschn. 4.2 ein. Die Betrachtung der Funktionsweise des Internets, die das Eingehen auf Internet-Protokolle, die Adressierung von Ressourcen und die Wegewahl im Internet erfordert, ist Gegenstand von Abschn. 4.3. In Abschn. 4.4 wird danach der Dienst, der dem Internet zu einer heutigen Bedeutung verholfen hat, vorgestellt: das World Wide Web (WWW). Es folgt der Abschn. 4.5, der sich mit nicht-öffentlichen, auf der Internet-Technologie beruhenden Netzen im Innen- und Außenbereich von Unternehmen befasst: dem Intranet und dem Extranet. Der anschließende Abschn. 4.6 behandelt die Bereitstellung von Anwendungsfunktionalität im Internet in Form von speziellen Diensten, den Webservices. Der abschließende

- A Instrumente der Informationsverarbeitung
- 2 Rechnersysteme
 - 3 Rechnernetze
 - 4 Internet**

Abb. 4.1 Einordnung des Kap. 4 in den Teil I

Abschn. 4.7 ist dem Cloud Computing gewidmet, einer speziellen Form der Bereitstellung und Nutzung einer großen Bandbreite von Diensten im Internet.

4.1 Begriff, Entwicklung und Bedeutung des Internets

► Das **Internet** (engl. internet als Abkürzung von internetwork) ist ein weltweiter Verbund von heterogenen Rechnernetzen, der mittels des standardisierten Kommunikationsprotokolls TCP/IP technisch realisiert wird und durch die Bereitstellung einer enormen Bandbreite von Internet-Diensten vielfältige Ausprägungen der Kommunikation und der verteilten Verarbeitung im gesamten Netzverbund ermöglicht.

In der Umgangssprache wird das Internet auch kurz als „Netz“ bezeichnet, teils ebenfalls als „World Wide Web“ oder einfach als „Web“ oder „WWW“, was allerdings nicht treffend ist, da das World Wide Web den bedeutendsten Internet-Dienst darstellt.

Die technologischen Grundlagen des Internets wurden in den Jahren 1967 bis 1969 unter der Federführung des amerikanischen Verteidigungsministeriums mit der Entwicklung des ARPANet (engl. advanced research projects agency net) gelegt. Das Ziel von ARPANet bestand ursprünglich darin, Universitäten und Forschungsinstitute zu vernetzen und so eine effiziente Nutzung der teuren Großrechnerkapazitäten zu ermöglichen, und zwar letztlich weltweit. An ARPANet als Kommunikationsplattform wurden daher folgende Anforderungen gestellt:

- Robustheit gegenüber dem Ausfall von Netzknoten und physikalischen Verbindungen.
- Unabhängigkeit von Rechnerplattformen, d. h. es sollten verschiedene Rechnerarchitekturen und Betriebssysteme unterstützt werden.
- Unabhängigkeit von der Heterogenität von Netzen, d. h. es sollten verschiedene Netze miteinander verbunden werden.
- Unabhängigkeit von der Übertragungstechnik, d. h. es sollten verschiedene lokale Netztopologien, Zugangsverfahren und physische Übertragungsmedien unterstützt werden.

Jedoch standen erst ab 1974 Protokolle zur Verfügung, die diesen Anforderungen genügten und insbesondere eine Verbindung heterogener Netze gestatteten. Die Weiterentwicklung dieser ARPANet-Protokolle führte zu der etwa ab Anfang der 1980er-Jahre eingesetzten

Protokollsuite **TCP/IP**, die auch als **Internet-Protokoll** bezeichnet wurde. Ab etwa dieser Zeit bürgerte sich der Begriff „Internet“ für die per TCP/IP verbundenen Netze ein.

Etwa seit Beginn der 1990er-Jahre war eine starke Zunahme der Anzahl der fest in das Internet eingebundenen Rechner, der so genannten Hosts, zu verzeichnen. Die Hosts dienen der Bereitstellung verschiedener Dienste im Internet. Als Nutzer dieser Dienste traten zunehmend Unternehmen, später auch Verwaltungen und insbesondere Privatpersonen in den Vordergrund. Inzwischen hat sich das Internet längst als zentrale Plattform für die Geschäftsabwicklung, sowohl zwischen Unternehmen, als auch zwischen Unternehmen und Endkunden, entwickelt. Auch im privaten Bereich spielt das Internet mit den zahlreichen verfügbaren Informations- und Kommunikationsdiensten eine gewichtige Rolle.

Die hohe Akzeptanz, die das Internet schon längst im geschäftlichen und privaten Bereich genießt, ist auf folgende, über die TCP/IP-Protokollfamilie hinausgehenden technologischen Neuerungen zurückzuführen:

- Die Verfügbarkeit von **Browsern** seit etwa Mitte der 1990er-Jahre, die in Verbindung mit dem WWW, also dem wichtigsten Dienst im Internet, das Navigieren im Netz und das Erstellen, Versenden und Suchen multimedialer Informationen gestatten.
- Die Verfügbarkeit einer enormen Bandbreite von Diensten im Internet für die verschiedenen geschäftlichen und privaten Zwecke; beispielhaft sei auf das bereits stark ausdifferenzierte Angebot der seit mehr als einer Dekade verfügbaren **Cloud-Computing-Dienste** hingewiesen.
- Die Anbindung von **Mobilfunknetzen** an das Internet, die eine nahtlose Kopplung von stationären und mobilen Technologien und Anwendungen im geschäftlichen und privaten Bereich ermöglicht.
- Die Entwicklung von Technologien, auf denen **Social Media** beruhen, also eine Kategorie von Diensten im Internet, die zu einer grundlegenden Änderung der Rolle von Nutzern geführt haben und im privaten wie auch im geschäftlichen Bereich weit verbreitet sind.

Die enorme Bedeutung des Internets lässt sich an einigen Kennzahlen ablesen. Im Jahre 2010 hatten knapp 20 % der Weltbevölkerung Zugang zum Internet. In Europa etwa 50 % der über 500 Millionen EU-Bürger. Etwa 75 % der Haushalte in der EU verfügten 2012 über einen Internetzugang, wobei die Quote in den einzelnen EU-Ländern zwischen etwa 90 % im Norden (z. B. Dänemark 92 %) und etwa 50 % im Süden (z. B. Bulgarien 51 %) variierte – Deutschland mit 85 % im oberen Bereich. Der Datenverkehr im festverkabelten, öffentlich zugänglichen Internet erreichte im Jahr 2012 ein Volumen von etwa 0,8 Mrd. Gigabyte pro Tag – weit mehr als das Tausendfache der Datenmenge aller bisher geschriebenen Bücher. Mehr als die Hälfte des Übertragungsvolumens entfiel (und entfällt noch) auf Videodienste.

Für die Pflege und Weiterentwicklung des Internets ist die **Internet Society** (ISOC) zuständig. Sie wurde 1992 gegründet und umfasst als Nichtregierungsorganisation etwa 130 Organisationen aus über 170 Staaten. Die (Weiter-)Entwicklung und Veröffentlichung

der Internetstandards sowie die Verwaltung und Koordination von Internetressourcen wurde von der ISOC an spezielle, ihr unterstellte Gremien delegiert. Mit regelmäßigen Veröffentlichungen informieren ISOC und Gremien die Öffentlichkeit über aktuelle Entwicklungen.

Für den Betrieb des Internets ist die ISOC mit ihren Gremien jedoch nicht zuständig. Charakteristisch für das Internet ist vielmehr das Fehlen einer zentral verantwortlichen und weisungsbefugten Instanz, die das Gesamtnetz betreibt. Stattdessen ist der Netzbetrieb insofern dezentral organisiert, als für die verschiedenen gekoppelten Teilnetze unterschiedliche, autonome Institutionen verantwortlich sind.

Das Internet ist überall und zu jeder Zeit auch über mobile Endgeräte verfügbar, wie z. B. Smartphones und Tablets (vgl. Abschn. 2.3.4), d. h. der Zugang zu den Anwendungssystemen ist allgegenwärtig, und man spricht daher von **Ubiquitous-Computing** (engl. ubiquitous computing). Der Trend führt, wie bereits in Abschn. 1.3 dargelegt, zu einem **Internet der Dinge** (engl. internet of things, IoT), d. h. zu einer Ausstattung „aller“ Dinge bzw. Gegenstände mit Rechnern (eingebettete Computer), die über das Internet verbunden werden. Diese „intelligenten“ Dinge (engl. smart things) lassen sich in einem „intelligenten“ Netz (engl. smart network) steuern und kontrollieren. Die Entwicklung geht in Richtung eines „**Internets alles Seienden**“ (engl. internet of everything, IoE) d. h. einer Welt der virtuellen Realität (vgl. Abschn. 1.3).

4.2 Aufbau des Internets

Im vorliegenden Abschnitt werden der Aufbau des Internets sowie damit zusammenhängende organisatorische Aspekte betrachtet. Auf die Netzstruktur, die durch unterschiedliche, gekoppelte Einzelnetze gebildet wird, geht Abschn. 4.2.1 ein. Mit den autonomen Betreibern der Einzelnetze und den Anbietern von Diensten im Gesamtnetz befasst sich Abschn. 4.2.2. Abschließend werden in Abschn. 4.2.3 die Arten des Zugangs zum Internet erörtert, die für kommerzielle und private Nutzer zur Verfügung stehen.

4.2.1 Netzstruktur

Die Struktur des Internets setzt sich aus zwei Arten von Strukturelementen zusammen:

- einer Menge von autonomen Einzelnetzen unterschiedlicher Art, Reichweite und Betreiber sowie
- einer Menge von Netzknoten, d. h. Verbindungspunkten zwischen den Einzelnetzen, unterschiedlicher Art, Größe und Betreiber.

Das Gesamtnetz besteht aus Einzelnetzen, die über Verbindungspunkte miteinander gekoppelt sind. Wesentliche Arten von Einzelnetzen sind:

- kommerziell betriebene Providernetzwerke,
- von Firmen betriebene Firmennetzwerke und
- von Forschungs- und Universitätsinstituten betriebene Forschungsnetzwerke.

Bei den Providernetzwerken sind mehrere Abstufungen zu unterscheiden, die den Rang (engl. tier) von Netzen betreffen:

- Globale Netze, die so genannten Internet-Backbones, fallen in die Kategorie Tier-1,
- große, bedeutende und überregionale Netze gehören der Kategorie Tier-2 an und
- kleine lokale Netze der Kategorie Tier-3.

Betreiber dieser Netzarten werden entsprechend als Tier-1-, Tier-2- und Tier-3-Provider bezeichnet.

Internet-Backbones bilden den Kern des Internets. An diese globalen Netze sind über-regionale, z. B. Deutschland-weite Netze gekoppelt und an diese wiederum regionale oder lokale Netze. An die lokalen Netze sind schließlich die Internet-Nutzer angeschlossen; dieser Netzteil wird auch als „letzte Meile“ bezeichnet.

Firmennetzwerke, die als interne lokale Netzwerke auf der Grundlage des TCP/IP-Protokolls betrieben werden, bezeichnet man als **Intranets**. Sie können mit dem Internet gekoppelt werden und ermöglichen so die Erweiterung des Internets um Firmennetze.

In analoger Weise können auch bestehende Forschungsnetzwerke auf der Grundlage der TCP/IP-Protokollfamilie betrieben und mit dem Internet gekoppelt werden. Über die Nutzung der spezifischen Dienste eines Forschungsnetzes hinaus, wird so jedem Nutzer des Forschungsnetzes der Zugang zum Internet eröffnet.

Die Netzknoten als zweites Strukturelement des Internets lassen sich etwa wie folgt abgrenzen:

- Als **Internet-Knoten**, kurz **Netzknoten**, bezeichnet man Austauschpunkte im Internet, über die der Datenverkehr zwischen autonomen Rechnernetzen – also zwischen WANs (Backbones, z. B. Providernetze), MANs (z. B. Providernetze) und LANs (z. B. Firmennetze) – abgewickelt wird. Übliche abkürzende Bezeichnungen für Netzknoten sind allgemein IXP (engl. Internet Exchange Point) und speziell, im Fall der Verbindung kommerziell betriebener Providernetze, CIX (engl. Commercial Internet Exchange).

Je nach Größe der gekoppelten Netze wird zwischen internationalen und regionalen Netzknoten unterschieden. Weltweit existieren mehr als 300 Netzknoten. Zu den größten internationalen Netzknoten gehören u. a. DE-CIX (Frankfurt am Main), AMS-IX (Amsterdam), LINX (London), MSK-IX (Moskau), EQUINIX (Ashburn/USA), HKIX (Hongkong) und PARIX (Paris). Der weltweit größte kommerzielle Internetknoten ist DE-CIX in Frankfurt am Main. Er dient dem Zusammenschluss von mehr als 100 Providernetzen und weist eine entsprechend umfangreiche Infrastruktur bestehend aus Rechnern, Routern, Switches usw. auf. Regionale Internetknoten in Deutschland sind z. B. ECIX DUS

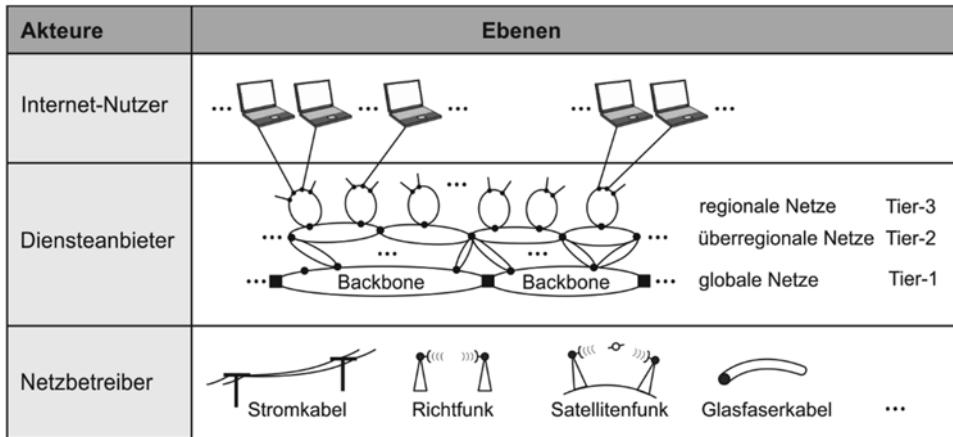


Abb. 4.2 Grobe schematische Darstellung der Internetstruktur

(Düsseldorf), ECIX BER (Berlin), INXS MUC (München), NI-X (Nürnberg), ECIX HAM (Hamburg), S-IX (Stuttgart).

In sehr grober schematischer Form lassen sich der Aufbau des Internets und die beteiligten Akteure gemäß Abb. 4.2 veranschaulichen. Autonome lokale, überregionale und globale Netze sind über Internet-Knoten miteinander verbunden. An die regionalen Provider- oder lokalen Firmennetze sind die Internet-Nutzer angeschlossen. Die das Internet bildenden Netze der verschiedenen Ebenen (Tier-1, Tier-2 und Tier-3) stellen logische Netze dar. Die logischen Netze können physikalisch mittels unterschiedlicher Übertragungsmedien realisiert werden. So z. B. mit Stromkabeln, Glasfaserkabeln und Funkverbindungen. Die benötigten physikalischen Übertragungskapazitäten stellen Netzbetreiber gegen Entgelt zur Verfügung.

4.2.2 Netzbetreiber und Diensteanbieter

Für den Betrieb der gekoppelten Teilnetze des Internets sind unterschiedliche, autonome Institutionen verantwortlich. Sieht man von Unternehmen und Privatpersonen als LAN-Betreibern sowie von Forschungsinstitutionen als Betreibern von Wissenschaftsnetzen ab, so verbleiben im Wesentlichen kommerziell orientierte Anbieter/Betreiber. Sie werden hier unter dem Begriff „**Provider**“ (engl. provider) zusammengefasst und können gemäß Abb. 4.3 in Gruppen mit spezifischen Aufgaben unterteilt werden.

Der Betrieb des Internets erfordert eine Zusammenarbeit von Netzbetreibern und Diensteanbietern.

- **Netzbetreiber** (engl. **network provider**) sind autonome Institutionen, die Netzwerk-Infrastruktur in Form von physikalischen Übertragungsmedien bereitstellen und die Übertragungskapazität dieser Medien für Zwecke der Datenübertragung verkaufen.

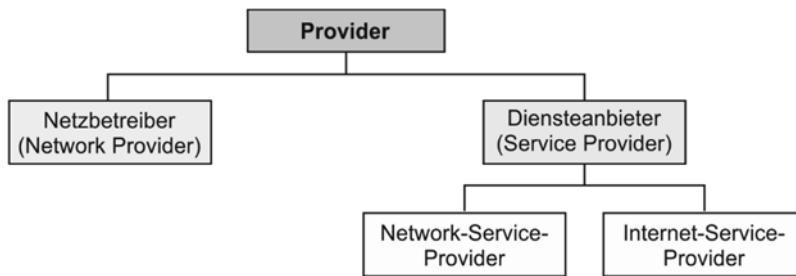


Abb. 4.3 Übersicht der Provider im Internet-Kontext

Zu den Netzbetreibern gehören z. B. Betreiber von Festnetz- oder Mobilfunk-Telekommunikationsnetzen, Betreiber von Hochleistungs-Glasfaser-Netzen und die Deutsche Bahn, deren Signalleitungen für Datenübertragungszwecke mitgenutzt werden können. Von Netzbetreibern grundsätzlich zu unterscheiden sind die Diensteanbieter.

► **Diensteanbieter** (engl. **service provider**) sind autonome Institutionen, die unter Nutzung eingekaufter physikalischer Datenübertragungskapazität Netzzugangsdienste, spezielle Datenübertragungsdienste sowie weitere Dienste, wie etwa anwendungsbezogene Dienste, an gewerbliche und private Kunden verkaufen.

Nach der Art der angebotenen Dienste ist weiter zu unterscheiden zwischen:

- Network-Service-Providern und
- Internet-Service-Providern.

► **Network-Service-Provider** (NSP) sind Diensteanbieter, die übergreifende Dienste wie interkontinentale und internationale TCP/IP-Verbindungen, also Internet-Backbones, für die sehr schnelle Übertragung großer Datenvolumina sowie Verfahren zur Wegberechnung (Routing-Dienste) und Dienste zur Namensvergabe im Internet (Domain-Name-Services) verkaufen.

Für Übertragungszwecke kaufen die NSP Übertragungskapazität von speziellen Netzbetreibern ein, deren physikalische Netze – vorwiegend Glasfasernetze – den hohen Anforderungen an die Übertragungsleistung genügen. Ein Beispiel für einen wichtigen nationalen NSP ist der Verein zur Förderung des Deutschen Forschungsnetzes e. V. (DFN-Verein). Dieser organisiert und vermarktet das Gigabit-Wissenschaftsnetz G-WiN, dessen physikalische Infrastruktur von der Telekom-Tochter T-Systems als Netzbetreiber bereitgestellt wird.

► **Internet-Service-Provider** (ISP) sind Diensteanbieter, die unter Nutzung der Dienste von Network-Service-Providern ihren gewerblichen und privaten Kunden den Zugang

zum Internet über Wähl- oder Standleitungen sowie eine Vielzahl weiterer (Server-) Dienste anbieten, z. B. Hosting-Dienste, Inhaltsdienste und Suchdienste.

Bekannte Beispiele für ISP sind die Unternehmen Deutsche Telekom AG und Vodafone Group Plc. Wie man am Beispiel der Firma Telekom sieht, können Netzbetreiber zugleich auch Diensteanbieter sein. Die Bandbreite der von ISP angebotenen **Internet-Dienste** wird in Abschn. 4.4 behandelt.

Je nach der Größe des Netzes, das ein Diensteanbieter in das Internet einbringt, unterscheidet man zwischen den Provider-Kategorien Tier-1, Tier-2 und Tier-3 (vgl. hierzu Abschn. 4.2.1). Der über Internet-Knoten abgewickelte Datenaustausch zwischen den Providern wird mittels spezieller Abkommen geregelt. Hierbei gilt:

- Der Datenaustausch zwischen etwa gleich großen Providern wird in der Regel ohne gegenseitige Zahlungen auf der Grundlage eines so genannten Peering-Agreements abgewickelt.
- Ein routinemäßiger Datenaustausch zwischen verschiedenen großen Providern wird in der Regel nach dem durchgeleiteten Datenvolumen, auch bezeichnet als Transit, abgerechnet.

4.2.3 Netzanschluss

Für den Zugang zum Internet, also den Anschluss der Rechner gewerblicher oder privater Nutzer an ein Providernetz, bestehen grundsätzlich zwei Zugangsarten:

- Zugang über eine Wähl- oder Standleitung und
- Zugang über ein lokales Netzwerk.

Beide Zugangsarten lassen sich weiter unterteilen. Eine Übersicht wesentlicher Zugangsmöglichkeiten zeigt Abb. 4.4.

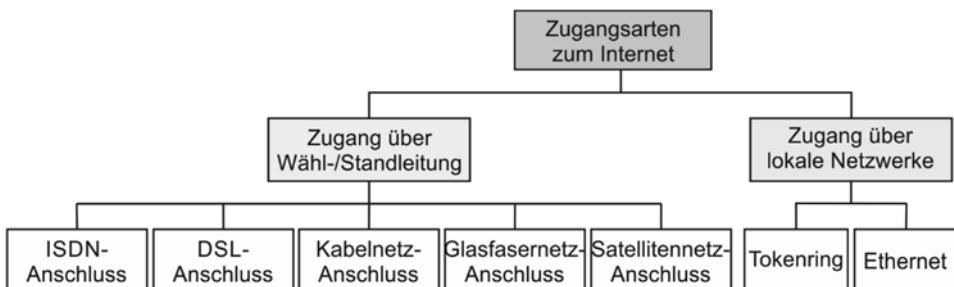


Abb. 4.4 Übersicht wesentlicher Zugangsarten zum Internet

Bei dem Zugang per **Wähl-** oder **Standleitung** wird jeweils eine Verbindung zu einem lokalen Anschlusspunkt des ISP-Netzwerks, dem so genannten Point of Presence (POP) hergestellt. Der Benutzerrechner wird, je nach Leitungsart, über einen Adapter oder ein Modem mit dem POP verbunden. Für die Kommunikation zwischen Adapter oder Modem und dem POP werden spezielle Protokolle eingesetzt, z. B. das Protokoll PPP (engl. point to point protocol). Auf Providerseite ist der POP mit einem Host bzw. Serverrechner des ISP verbunden. Ein Benutzerrechner erhält nur für die Dauer der jeweiligen Sitzung eine temporäre IP-Adresse (vgl. hierzu Abschn. 4.3.2), ist also nur temporär Bestandteil des Internets. Abb. 4.5 veranschaulicht wesentliche Varianten des Internetzugangs per Wähl- oder Standleitung.

Die Zugangsarten in Abb. 4.5 werden vorwiegend für den Hausanschluss von Privatpersonen genutzt. Je nach verwendeter Übertragungstechnik stellt diese „letzte Meile“ gegebenenfalls einen unangenehmen Flaschenhals hinsichtlich der Übertragungsgeschwindigkeit dar. Zu unterscheiden sind hier:

- der relativ langsame Schmalbandzugang per z. B. ISDN-Modem und
- der (sehr) schnelle Breitbandzugang per z. B. DSL-Modem, Kabelmodem, Glasfasermodem oder Funknetz-Modem zum Internet, wobei die Leistungsfähigkeit/zeit allerdings von der Qualität der Funkverbindung abhängt.

In Deutschland dominierte längere Zeit der schmalbandige Zugang mit Kupferleitungen. Breitbandige Techniken, also DSL, Kabel und Funk, sowie Hausanschlüsse per Glasfaser werden inzwischen überwiegend eingesetzt, jedoch mit Abstrichen im ländlichen Bereich. Eben in diesem Bereich ist eine weitere Anschlussform von Interesse:

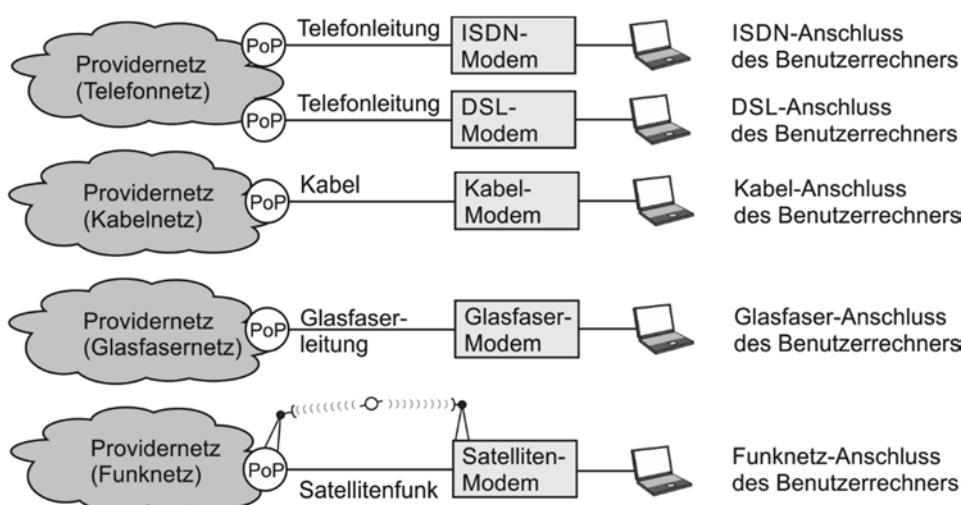


Abb. 4.5 Wesentliche Varianten des Internetzugangs per Wähl- oder Standleitung

- Schmalbandiger Zugang zum Telefonnetz per Kupferleitung
- Breitbandiger Zugang zum Internet per Funknetz und Nutzung der WLAN-Technologie. In der Umgebung des Routers besteht damit für z. B. Laptops, Tablets, und Smartphones ein schneller WLAN-Zugang.

Bei dem Zugang über ein lokales Netzwerk, insbesondere ein lokales Unternehmensnetzwerk, ist der Benutzerrechner Bestandteil des lokalen Netzwerks. Dieses wiederum ist über einen Router sowie eine Standleitung mit einem Host/Serverrechner des ISP verbunden und kommuniziert via TCP/IP-Protokoll mit diesem Rechner. Der Router erhält in der Regel eine permanente IP-Adresse und ist somit dauerhafter Bestandteil des Internets. In selteneren Fällen werden sogar die Benutzerrechner eines lokalen Netzwerks je mit einer eigenen permanenten IP-Adresse ausgestattet. Abb. 4.6 veranschaulicht den Internetzugang per lokalem Netzwerk in den Varianten Tokenring und Ethernet.

Unternehmen, Verwaltungen, Forschungsinstitute und Hochschulen sind in der Regel per breitbandiger Standleitung, z. B. Glasfaserkabel, mit dem Internet verbunden. Die lokalen Netze, also Tokenring oder das immer mehr präferierte Ethernet, können als Kupfer- oder Glasfaserleitungen ausgestaltet sein. In beiden Fällen stehen Übertragungsverfahren mit breit gefächerten Übertragungsgeschwindigkeiten zur Verfügung.

Abschließend sei die grundsätzliche Organisation des Internets, ausgehend vom Backbone bis hin zu den Benutzerrechnern, in schematischer Form veranschaulicht (vgl. Abb. 4.7). Da die Darstellung nur die prinzipiellen Zusammenhänge aufzeigen soll, enthält sie nicht sämtliche der vorgestellten Zugangsarten zum Internet.

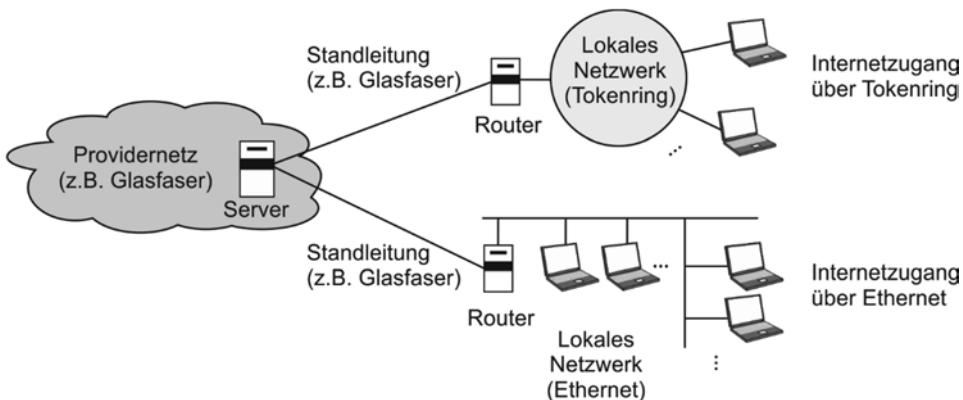


Abb. 4.6 Internetzugang über Tokenring und Ethernet

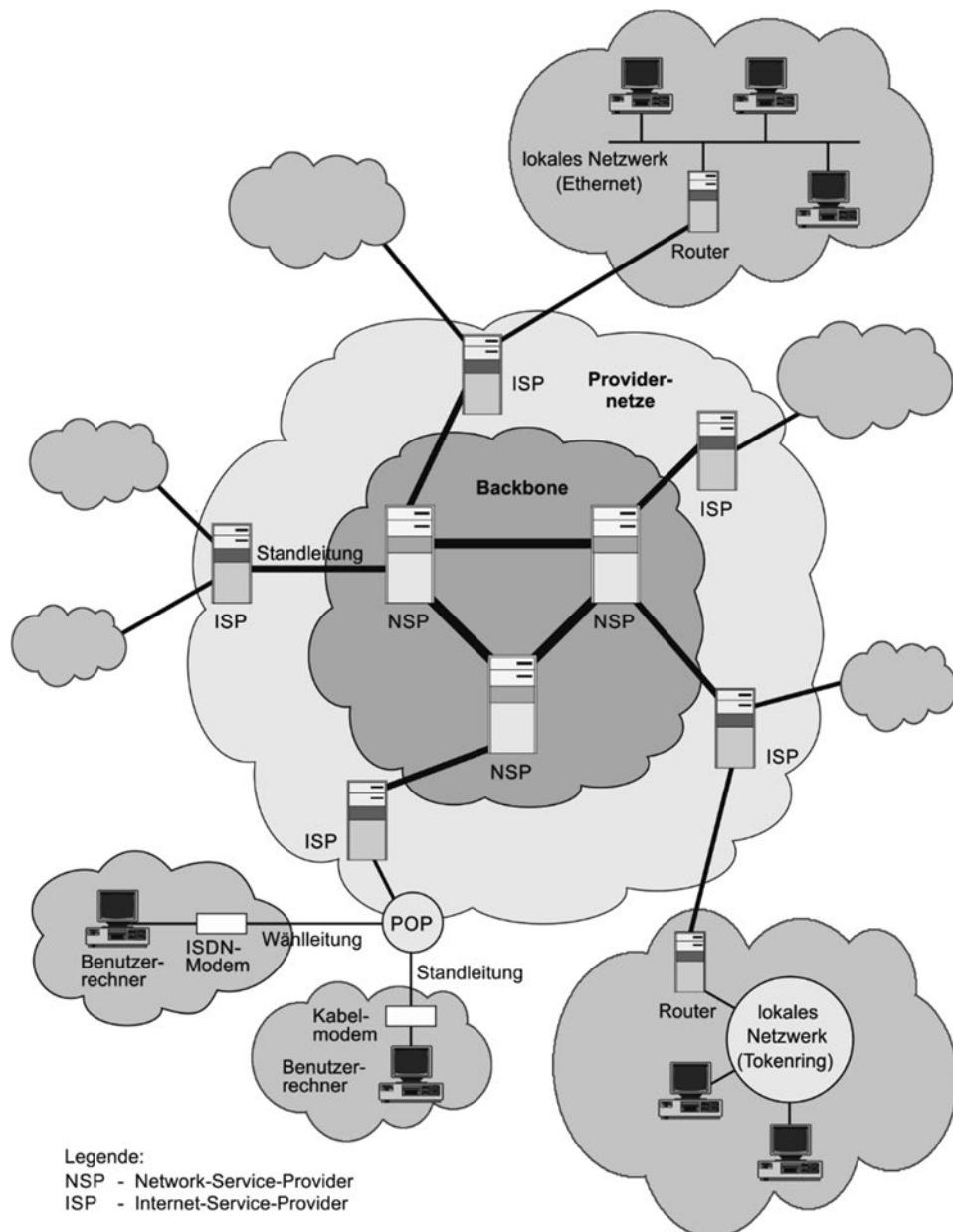


Abb. 4.7 Organisationsschema des Internets

4.3 Funktionsweise des Internets

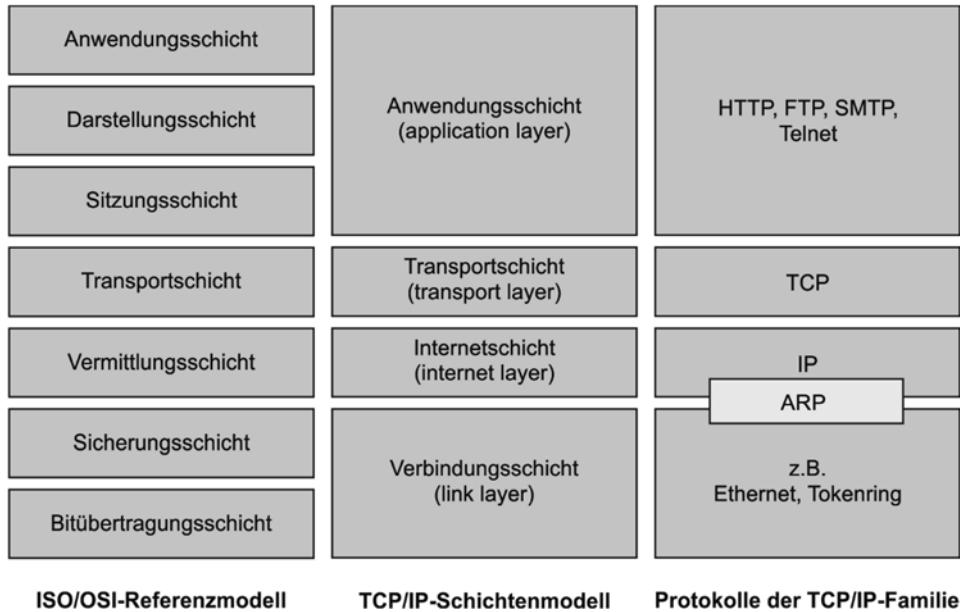
In Abschn. 4.2 wurde der Aufbau des Internets betrachtet, das sich als weltweiter Zusammenschluss von Einzelnetzen darstellt – vom Backbone über Providernetze bis hin zu Unternehmensnetzen. Eine funktionsfähige Kommunikation zwischen beliebigen Partnern in diesem globalen und heterogenen Netzverbund ist ohne eine durchgängige Standardisierung der Kommunikationsprozesse nicht möglich. Einige wesentliche Aspekte der Standardisierung des Kommunikationsgeschehens im Internet werden im vorliegenden Abschnitt behandelt. Mit dem im Internet durchgängig zur Netzverbindung eingesetzten TCP/IP-Protokoll befasst sich Abschn. 4.3.1. Die eindeutige Identifizierung aller Rechner, die Bestandteil des Internets sind und somit die Quellen und Senken der Kommunikationsprozesse im Internet darstellen, ist Gegenstand von Abschn. 4.3.2. Abschn. 4.3.3 behandelt die Wegewahl, d. h. die Bestimmung des a priori nicht festliegenden Kommunikationsweges für den Informationstransport von einem Rechner zu einem Partnerrechner. Schließlich werden Wesen und Funktionsweise des Internets auch durch die Vielzahl der Dienste geprägt, die Internet-Nutzern zur Verfügung stehen. Eine Übersicht der im Internet angebotenen Dienste gibt Abschn. 4.3.4.

4.3.1 Das Internetprotokoll TCP/IP

Begriff und Zweck von Kommunikationsprotokollen sowie das ISO/OSI-Referenzmodell als Rahmenempfehlung für die Gestaltung offener Kommunikationssysteme wurden in Abschn. 3.2.6 betrachtet. Die speziell im Internet verwendeten Kommunikationsprotokolle sind unter der Sammelbezeichnung TCP/IP (engl. transmission control protocol/internet protocol) bekannt geworden. Dabei repräsentieren sowohl TCP als auch IP selbst zwei zentrale Protokolle dieser Protokollfamilie, die sich begrifflich etwa wie folgt abgrenzen lässt.

► **TCP/IP**, auch bezeichnet als **Internetprotokoll**, ist eine Protokollfamilie, die sich über die Schichten 3 bis 7 des ISO/OSI-Referenzmodells erstreckt, und einerseits mittels der Einzelprotokolle TCP und IP einen Datenaustausch zwischen heterogenen Netzen gestattet und andererseits mittels weiterer dienstespezifischer Protokolle die übergreifende Nutzung von Internetdiensten im gesamten Internet ermöglicht.

Im Unterschied zum **ISO/OSI-Referenzmodell** umfasst TCP/IP nur vier Schichten, die sich wie in Abb. 4.8 gezeigt, den Schichten des ISO/OSI-Referenzmodells zuordnen lassen. Die Kurzbezeichnungen wichtiger, den einzelnen Schichten zugehöriger Protokolle sind in dieser Abbildung ebenfalls angegeben. Im Folgenden werden die einzelnen Schichten jeweils kurz erläutert.

**Abb. 4.8** TCP/IP und das ISO/OSI-Referenzmodell

- Bezüglich der **Verbindungsschicht** (engl. link layer) stellt die TCP/IP-Protokollfamilie keine eigenen Protokolle, sondern lediglich Schnittstellen und Hilfsprotokolle für die Verbindung zu den Protokollen der höheren Schichten bereit. Ein solches Hilfsprotokoll ist ARP (engl. address resolution protocol), das für die Umsetzung der in der Internetschicht definierten Internet-Adresse eines Rechners in die zugehörige lokale Netzwerkadresse sorgt. Auf diese Weise können die Internet-Protokolle mit beliebigen Protokollen der unteren Schichten, wie sie z. B. durch ein lokales Netzwerk auf Ethernet- oder Tokenring-Basis vorgegeben sind, zusammenarbeiten. Aus diesem Umstand erklärt sich die Unabhängigkeit des Internets von Hardware, Betriebssystem und Übertragungstechnik.
- Das zentrale Protokoll der **Internetschicht** ist **IP** (engl. internet protocol). Dieses Protokoll schreibt vor, auf welche Weise Datenstationen im Internet weltweit eindeutig adressiert werden. Die daraus resultierenden IP-Adressen bilden die Grundlage für die Wegewahl, auch Routing genannt, bei der Weiterleitung von Nachrichten durch mehrere miteinander verbundene Teilnetze. Der Aufbau von IP-Adressen wird in Abschn. 4.3.2 und ihre Verwendung bei der Wegewahl in Abschn. 4.3.3 behandelt.
- Zur **Transportschicht** gehört das Protokoll **TCP** (engl. transmission control protocol), das den darauf aufsetzenden Anwendungen eine virtuelle, zuverlässige Verbindung im Duplexbetrieb zur Verfügung stellt. Als Vermittlungsprinzip kommt die Paketvermittlung zum Einsatz. Um eine eindeutige Identifikation eines bestimmten Server- oder

Clientprozesse zu ermöglichen, auch wenn auf dem angesprochenen Rechner mehrere solcher Prozesse gleichzeitig ablaufen, verwenden die Protokolle der Transportschicht Dienstnummern (so genannte Ports), die gemeinsam mit der IP-Adresse die eindeutige Adressierung eines bestimmten Prozesses erlauben.

- Die Internet-Protokolle der **Anwendungsschicht** definieren den Austausch von Nutzdaten und Steuerinformationen zwischen Internet-Anwendungsdiensten. Wichtige Protokolle dieser Schicht sind SMTP (engl. simple mail transfer protocol) für den Austausch von elektronischer Post (E-Mail), FTP (engl. file transfer protocol) für die Übertragung von Dateien, Telnet für den Zugriff auf entfernte Rechner sowie HTTP (engl. hypertext transfer protocol) für den Austausch von Dokumenten im World Wide Web.

TCP/IP deckt bekanntlich die beiden untersten Schichten des ISO/OSI-Referenzmodells nicht ab. Daher können im Internet insbesondere auch Netze verbunden werden, die auf unterschiedlichen Protokollen in diesen beiden Schichten basieren. Es sind dies die in Abschn. 3.3 behandelten lokalen kabelgebundenen Netze, öffentlichen kabelgebundenen Netze und Funknetze – also die in der Praxis verbreiteten Netze.

4.3.2 Adressierung

Die weltweite Datenübertragung zwischen beliebigen Partnern im Internet erfordert eine eindeutige Identifizierung der als Quellen und Senken auftretenden Partnerrechner. Die gleiche Überlegung gilt für Rechner, die Dienste anbieten oder nutzen. Dieses Identifizierungsproblem wird mit der so genannten IP-Adresse gelöst.

- Die **IP-Adresse** dient der Identifizierung der Rechner, die Bestandteil des Internets sind. Gemäß IPv4, der derzeit noch geltenden Version 4 des Internet-Protokolls (IP), ist eine IP-Adresse ein numerischer Wert mit einer Länge von 32 Bit. Es ist üblich, diese Nummer als Sequenz von vier durch Punkte getrennte Dezimalzahlen zwischen 0 und 255 zu notieren.

Zur Veranschaulichung ist in Abb. 4.9 a) die IP-Adresse des Publikumsrechners einer Universität angegeben. Die ersten beiden Zahlen (132.176) identifizieren das Netz der Universität. Die nachfolgenden Nummern werden von der Universität autonom weitervergeben, wobei jeweils die 0 und die 255 für Sonderaufgaben reserviert sind. Es besteht also die Möglichkeit, maximal 254 Subnetze mit jeweils maximal 254 Rechnern zu bilden. Die beiden letzten Zahlen besagen, dass der betrachtete Rechner an das hochschulinterne Subnetz 114 angeschlossen ist und in diesem Subnetz die Nummer 21 trägt.

Da diese IP-Adressen für den menschlichen Benutzer unhandlich sind, werden ihnen meist zusätzlich sprechende Namen, die so genannten Domain-Namen (engl. domain names), zugeordnet. Ein Beispiel zeigt Abb. 4.9 b). In diesem Beispiel bezeichnet „Pluto“

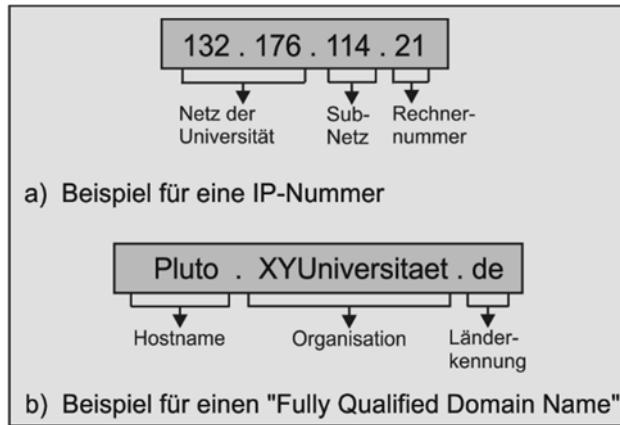


Abb. 4.9 Numerische und symbolische IP-Adressen

den Host-Namen des Publikumsrechners einer Universität; es folgen durch Punkte getrennt die Angaben der das zugrunde liegende Netz betreibenden Organisation/Universität und die Länderkennung für Deutschland (de). Ein spezieller Internet-Server-Dienst, der **DNS** (engl. domain name service), übernimmt die Auflösung eines symbolischen Domain-Namens in die numerische IP-Adresse. Dabei kann es durchaus vorkommen, dass mehrere symbolische Adressen auf dieselbe numerische IP-Adresse verweisen. Dadurch ist es z. B. möglich, mehrere virtuelle Server auf demselben Rechner zu betreiben.

Der Aufbau eines „Fully Qualified Domain Name“ (FQDN) wird durch den hierarchisch organisierten Verzeichnisdienst DNS vorgegeben. Demnach besteht ein FQDN aus einer Anordnung von Domains wie folgt:

3rd-Level-Domain.2nd-Level-Domain.Top-Level-Domain.

Einer **Top-Level-Domain (TLD)** sind in der Regel mehrere Sub-Domains der 2. Ebene, also 2nd-Level-Domains, zugeordnet. Einer 2nd-Level-Domain können mehrere Sub-Domains der 3. Ebene, also 3rd-Level-Domains, zugeordnet sein. TLD und Sub-Domains sind durch Punkte getrennt.

Die TLDs repräsentieren Namensbereiche, die für Länder, Unternehmen und sonstigen Organisationen reserviert sind. Verwaltet werden die TLDs von der Internet Assigned Numbers Authority (IANA), einer Abteilung der Non-Profit-Organisation Internet Corporation for Assigned Names and Numbers (ICANN). Von der IANA wurden die TLDs im Wesentlichen in allgemeine TLDs und Ländercode-TLDs, sowie Erstere weiter in gesponserte und ungesponserte TLDs unterteilt (vgl. Abb. 4.10).

Die allgemeinen TLDs (engl. generic TLDs) sind für zwei Gruppen von Organisationen vorgesehen:

- Die gesponserten TLDs als erste Gruppe betreffen unabhängige Organisationen, die die Namensvergabe eigenständig vornehmen und mit eigenen Mitteln finanzieren.
- Die ungesponserten TLDs als zweite Gruppe werden von der ICANN in Verbindung mit der Internet Society vergeben und verwaltet.

Die Ländercode-TLDs stellen Kombinationen aus zwei Buchstaben dar, die gemäß der Norm ISO 3166 Ländern zugeordnet sind.

Beispiele für die in Abb. 4.10 angegebenen Arten von TLDs sind in Abb. 4.11 zusammengestellt. Die für die ungesponserten TLDs angegebenen Beispiele waren ursprünglich nur für bestimmte Organisationen vorgesehen. Inzwischen sind diese TLDs für jede Organisation frei zugänglich.

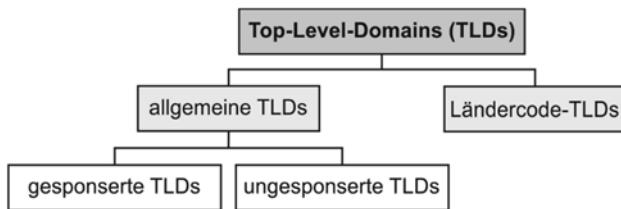


Abb. 4.10 Wesentliche Arten von Top-Level-Domains

TLD-Arten	Beispiele	Erläuterungen
allgemeine gesponserte TLDs	edu asia coop post	Colleges oder Universitäten der USA Unternehmen im asiatisch-pazifischen Raum Genossenschaften Post- und Logistik-Unternehmen
allgemeine ungesponserte TLDs	com info net org	Unternehmen Informationsanbieter Netzwerkbetreiber Non-Profit-Organisationen
Ländercode-TLDs	at br ch cn de es fr gb oder uk in ru us	Österreich Brasilien Schweiz China Deutschland Spanien Frankreich Großbritannien Indien Russland USA

Abb. 4.11 Beispiele für verschiedene TLD-Arten

An eine TLD anknüpfend können nun Sub-Domains der 2. und 3. Ebene eingeführt und entsprechende Namen vergeben werden. Hierbei können z. B.

- 2nd-Level-Domains der Bezeichnung von Unternehmen oder Organisationen eines Landes, also unterhalb einer Ländercode-TLD, und
- 3rd-Level-Domains der Bezeichnung von Filialen, Abteilungen, Bereichen oder Diensten eines Unternehmens oder einer Organisation dienen.

Beispiele für Dienste eines Unternehmens xyz in Deutschland könnten wie folgt lauten:

mail.xyz.de – Mail-Server des Unternehmens xyz.

ftp.xyz.de – File-Server des Unternehmens xyz.

www.xyz.de – Web-Server des Unternehmens xyz.

Aufgrund des starken Wachstums der Anzahl der an das Internet angeschlossenen Hosts führt der gemäß IPv4 verfügbare Adressraum zu Engpässen. Die Nachfolge-Version des Internet-Protokolls IPv4, IPv6, sieht IP-Adressen mit einer Länge von 128 Bit vor, wobei der Adressraum nach IPv4 als Teilmenge im Adressschema von IPv6 aufgeht. Inzwischen wurden von der Internet-Society, großen Providern und bedeutenden Unternehmen, erhebliche Anstrengungen unternommen, um IPv6 sukzessive in Betrieb zu nehmen. Am World IPv6 Day im Juni 2011 wurde IPv6 für die Dauer eines Tages von über 400 Providern und Unternehmen mit Erfolg getestet. Der Praxiseinsatz von IPv6 wurde im Juni 2012 mit dem Ziel wiederholt, IPv6 dauerhaft in Betrieb zu nehmen. Auch der zweite Praxiseinsatz verlief ohne größere Probleme. Inzwischen wird IPv6 auch neben IPv4 genutzt. Die vollständige weltweite Umstellung auf IPv6 verläuft etwas zögerlich.

4.3.3 Wegewahl

Für den Benutzer bleibt der Aufbau des Internets mit seinen zahlreichen, miteinander verbundenen Einzelnets verborgen (vgl. Abb. 4.12). Er scheint auf direktem Weg mit dem Partnerrechner zu kommunizieren, auch wenn sich dieser in einem weit entfernten, nicht direkt erreichbaren Netz befindet (Transparenz). Für den Benutzer reicht es aus, die IP-Adresse oder den Domain-Namen des angesprochenen Partnerrechners zu kennen. Die Aufgabe, einen Weg für die versendeten Datenpakete vom Sender zum Empfänger zu finden, das so genannte Routing, übernimmt das Netzwerkprotokoll IP.

► Als **Routing** (engl. routing), auch Wegewahl genannt, bezeichnet man ein im Netzwerkprotokoll IP bereit gestelltes Verfahren zur sukzessiven Bestimmung des Weges, auf dem im Internet eine aus mehreren oder auch vielen Datenpaketen bestehende Datensetzung vom versendenden Rechner zum empfangenden Rechner übertragen wird. Gegebenenfalls über mehrere Teilnetze.

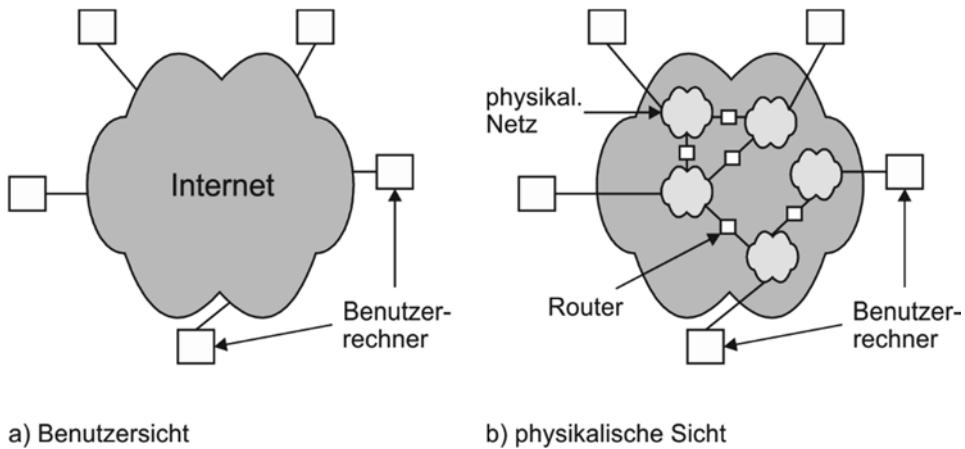


Abb. 4.12 Transparenz des Internets

Befinden sich beide Rechner im selben Teilnetz, so übermittelt der Sender die Datenpakete direkt an den Empfänger; man spricht dann auch von direktem Routing. Befinden sich die Rechner dagegen in unterschiedlichen Teilnetzen, so übergibt der Sender die Datenpakete einem **Router**. Anhand der IP-Adresse des Empfängers erkennt der Router, ob der Empfängerrechner in einem der von dem Router bedienten Teilnetze liegt. Ist dies der Fall, so werden die Pakete vom Router per direktem Routing an den Empfängerrechner übertragen. Andernfalls entscheidet der Router anhand einer Routingtabelle, zu welchem Router – sofern mehr als einer zur Auswahl stehen – die Datenpakete zu senden sind. Dieses indirekte Routing findet solange statt, bis ein Router feststellt, dass der Empfänger über direktes Routing zu erreichen ist.

4.3.4 Dienste im Internet

Im vorliegenden Abschnitt liegt der Fokus auf Diensten, die unmittelbar im Internet verfügbar sind. Vereinzelt werden auch Dienste anderer Rechnernetze, z. B. aus Gründen der Systematik, angesprochen. Diese weiteren Dienste sind in der Regel vom Internet ausgehend erreichbar. Im Wesentlichen wird nachfolgend zunächst der Dienstbegriff abgegrenzt. Danach wird eine Klassifikation von Diensten anhand verschiedener Merkmale vorgenommen. Die wesentlichsten Kategorien von Diensten werden abschließend erläutert.

Ein allgemein gehaltener Dienstbegriff könnte etwa wie folgt lauten:

- Ein **Dienst** (engl. **service**) ist eine mittels Hardware und/oder Software realisierte Funktion, die ein Dienstanbieter über eine eindeutig definierte Schnittstelle den Dienstnutzern in einem Rechnernetz zur Verfügung stellt.

Je nach dem Kontext, in dem sich die Nutzung vollzieht, kann eine weitergehende Charakterisierung – z. B. mittels spezieller Merkmale oder Eigenschaften – geboten sein. Verwiesen sei beispielhaft auf die in Abschn. 3.4.4 aufgezählten Eigenschaften, die Dienste gemäß dem Konzept der serviceorientierten Architektur aufweisen sollten. Die Einbeziehung zusätzlicher Eigenschaften führt zu verfeinerten Dienstbegriffen wie z. B. dem des Webservice (vgl. Abschn. 4.6).

Die Vielfalt der in Rechnernetzen angebotenen Dienste sowie die Vielfalt ihrer möglichen Betrachtungsperspektiven erschweren ihre Systematisierung mittels einem überschneidungsfreien Klassifizierungsschema. Im Weiteren wird daher zunächst eine Einteilung anhand mehrerer Klassifizierungsmerkmale vorgenommen. Danach wird eine Klassifizierung der hier besonders interessierenden anwendungsbezogenen Dienste vorgestellt.

Im Sinne einer allgemeinen Klassifizierung werden die Merkmale Materialisation, Ortsabhängigkeit, Kosten, Bündelung und Zweck herangezogen. Merkmalsausprägungen bzw. resultierende Dienstklassen sind in Abb. 4.13 zusammengestellt. Natürlich ist eine Erweiterung des Schemas um weitere Sichten auf die Menge der Dienste möglich.

Die ersten drei Merkmale sind weitgehend selbsterklärend. Die Materialisation erlaubt eine Differenzierung nach Hardwarediensten (Hardwarebereitstellung), Softwarediensten (Softwarebereitstellung) und Hard-/Softwarediensten (Hard- und Softwarebereitstellung). Die Frage der Ortsabhängigkeit führt zur Unterscheidung von stationären und mobilen Diensten. Hinsichtlich der Kosten ist eine Unterscheidung von kostenlosen und kostenpflichtigen Diensten möglich.

Das Merkmal der Bündelung betrifft die Frage der Zusammenfassung von zusammengehörigen oder affinen Diensten zu komplexen Dienstbündeln, die auf Plattformen zur Verfügung stehen und als Bündel genutzt werden. Solche Dienstplattformen sind z. B. Einkaufsportale, elektronische Marktplätze, Online-Shops, elektronische Kataloge und Auktionsplattformen. Diesen Dienstplattformen stehen solitäre Dienste bzw. Einzeldienste gegenüber. Auf die genannten Dienstplattformen wird in Teil III im Zusammenhang mit der Behandlung netzbasierter Anwendungssysteme der interorganisatorischen Informationsverarbeitung eingegangen.

Klassifizierungsmerkmal	Merkmalsausprägungen		
Materialisation	Hardware	Software	Hard-/Software
Ortsabhängigkeit	stationär		mobil
Dienstkosten	kostenlos		kostenpflichtig
Dienstbündelung	ungebündelt		gebündelt
Dienstzweck	Netzbetrieb		Anwendungszweck

Abb. 4.13 Klassifizierung von Diensten in Netzwerken

Mit dem Merkmal des Dienstzwecks wird an die in Abschn. 4.2.2 vorgenommene Unterscheidung der Dienste von Network-Service-Providern und Internet-Service-Providern angeknüpft:

- **Network-Service-Provider** stellen Dienste zur Verfügung, die den Netzbetrieb betreffen – also die Abwicklung von Kommunikationsvorgängen in Rechnernetzen. Aus der Perspektive des ISO/OSI-Referenzmodells sind dies die Dienste der Schichten 1 bis 6 (vgl. hierzu Abb. 3.11). Die Dienste erstrecken sich demnach z. B. auf die Bitübertragung (Schicht 1), die Behebung von Übertragungsfehlern (Schicht 2), die Wegewahl (Schicht 3), die Koordination der Übertragung von Datenpaketen (Schicht 4), den Auf- und Abbau von Kommunikationsverbindungen (Schicht 5) und die Informationsbereitstellung in gewünschten Formaten (Schicht 6).
- **Internet-Service-Provider** stellen Dienste zur Verfügung, die der Verarbeitung der übertragenen und in bestimmten Formaten bereitgestellten Informationen dienen. Die Dienste sind auf die Bedürfnisse gewerblicher und privaten Kunden bzw. Anwender zugeschnitten und weisen daher einen Anwendungsbezug auf (Schicht 7).

Eine Kategorisierung der in Rechnernetzen verfügbaren anwendungsbezogenen Dienste zeigt Abb. 4.14. Vier der genannten Kategorien knüpfen an dem 4C-Net Business Model von Wirtz (2013), S. 276 f. mit den „Basisgeschäftsmodellen“ Content, Commerce, Context und Connection an (vgl. hierzu Abschn. 10.1.4.2). In teils eingeschränkter Analogie dazu werden hier die Dienstkategorien „Inhaltsdienste“, „Transaktionsunterstützung“, „Suchdienste“ und „Kommunikationsdienste“ eingeführt und weiter untergliedert. Hinzu kommen „Social-Media-Dienste“ und „Computing-Dienste“. Die „Kommunikationsdienste“ decken nur einen Teilbereich des Connection-Modells von Wirtz ab. Liegt der Schwerpunkt der Funktionalität eines Dienstes auf der Informationsübermittlung, so wird hier von Kommunikationsdienst gesprochen. Umfasst ein Dienst jedoch auch Funktionalität zur (gemeinschaftlichen) Informationsgenerierung durch Nutzer und zum Informationsaustausch in „Interessengruppen“ so liegt ein Social-Media-Dienst vor. Die Unterteilung der Computing-Dienste beinhaltet das Cloud Computing, aber auch andere Formen von Computing-Diensten.

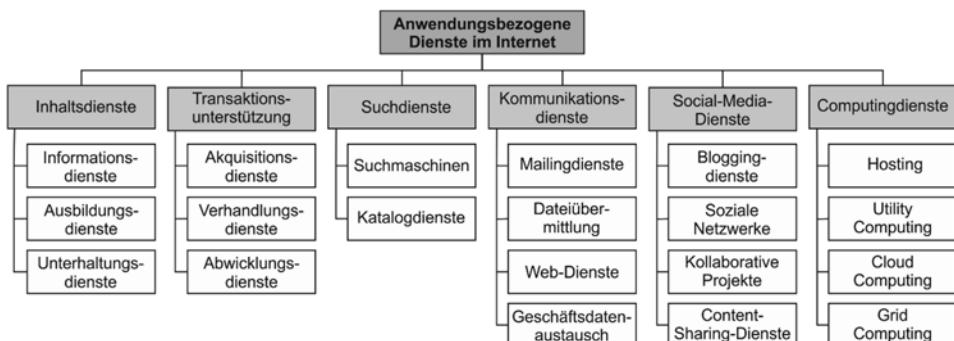


Abb. 4.14 Wesentliche Kategorien von anwendungsbezogenen Diensten im Internet

Gegenstand der **Inhaltsdienste** ist die Bereitstellung von gegebenenfalls personalisierten Inhalten (engl. content) an kommerzielle und private Nutzer. Inhaltsdienste lassen sich weiter untergliedern (die Angaben in Klammern verweisen auf entsprechende Teilbereiche des E-Business):

- Informationsdienste (E-Informationen) stellen politische, ökonomische und kulturelle Informationen zur Verfügung.
- Ausbildungsdienste (E-Education) dienen der Fort-, Aus- und Weiterbildung.
- Unterhaltungsdienste (E-Entertainment) stellen unterhaltende Inhalte in Form von Filmen, Spielen und Musik bereit.

In die Kategorie „Transaktionsunterstützung“ fallen Dienste, die in den verschiedenen Phasen geschäftlicher Transaktionen von Nutzen sein können. Im Falle eines dreiphasigen Transaktionsschemas ergibt sich z. B. folgende weitere Untergliederung (vgl. hierzu auch Merz (1999)):

- Für die Phase der Geschäftsanbahnung bieten sich Akquisitionsdienste (E-Attraction) wie etwa Bannerschaltung und Suchmaschinenwerbung an.
- In der Phase der Geschäftsvereinbarung kann z. B. auf Verhandlungsdienste (E-Negotiation) wie z. B. Auktionen, Börsen und Softwareagenten zurückgegriffen werden.
- In der Phase der Geschäftsabwicklung (E-Fulfillment) können auf der monetären Ebene Zahlungsdienste (E-Payment) und auf der güterwirtschaftlichen Ebene z. B. Dienste des Logistiktrackings zum Einsatz kommen.

Zweck der **Suchdienste** ist die Systematisierung, Suche und Bereitstellung von Informationen. Zur Verfügung stehen hierzu:

- Suchmaschinen, die im Internet vorhandene Datenquellen durchsuchen, und
- Katalog-Suchdienste, die auf elektronischen Katalogen operieren.

Bei den **Kommunikationsdiensten** handelt es sich hier insofern um „höhere“ Dienste, als es um die Übermittlung komplexer Informationen geht, die z. B. im Hinblick auf ihre geschäftliche Verwendung geeignet aufbereitet oder strukturiert sind. Wesentliche derartige Kommunikationsdienste sind:

- Mailingdienste (E-Mail) zum elektronischen Postversand.
- Dienste zur Übermittlung von Dateien.
- Der Web-Dienst, der die Erstellung, Übermittlung und Bereitstellung multimedialer Informationen im Internet unterstützt.
- Der Geschäftsdatenaustausch, der Dienste zur Übermittlung von geschäftlichen Informationen im EDI-Format oder XML-basierten Formaten umfasst.

Social-Media-Dienste lassen sich weiter unterteilen in:

- Blogging-Dienste, die dem Austausch von Informationen, Meinungen und Kommentaren zu Vorgängen/Themen/Ereignissen zwischen Nutzern dienen.
- Soziale Netzwerke, die auf die Vernetzung von Nutzern und allgemeinen oder fachlichen Informations-/Meinungsaustausch abzielen.
- Kollaborative Projekte, die sich mit der gemeinschaftlichen Generierung und Bereitstellung von Inhalten befassen.
- Content-Sharing-Dienste, die das Einstellen, Ansehen/Lesen, Weiterleiten und Teilen von Inhalten gestatten.

Computing-Dienste stellen IT-Ressourcen für die Softwareentwicklung und Informationsverarbeitung zur Verfügung. Neben dem Cloud Computing gibt es noch weitere Computing-Angebote im Internet. Eine Übersicht einschließlich Cloud Computing zeigt Abb. 4.15.

► **Hosting** ist ein weit gefasster Begriff, der die Bereitstellung von IT-Leistungen gemäß dem Konzept eines Hosts also in der Rolle eines „Gastgebers“ oder Anbieters für „Gäste“ bzw. Leistungsabnehmer bezeichnet.

Hosting deckt ein breit gefächertes Leistungsangebot und verschiedene Formen der Bereitstellung ab. In diesem Sinne stellt etwa Cloud Computing eine Hosting-Form dar, für die auch der Begriff „Clouddhosting“ verwendet wird. Von „Webhosting“ spricht man, wenn die Bereitstellung von Webspace, also Speicherkapazität, und die Beherbergung von Webseiten auf den Webservern von Providern im Vordergrund stehen. Andererseits wird Webhosting auch wesentlich allgemeiner interpretiert und bedeutungsgleich mit Hosting verwendet.

Computing-Dienste	Erläuterungen
Hosting	Bereitstellung von IT-Ressourcen im Internet wie Webspeicher, Datenbanken, E-Mail, Shop-Systeme und Anwendungssysteme durch Internet-Service-Provider.
Utility Computing	Bereitstellung von IT-Leistungen im Internet wie Rechenleistung, Speicherkapazität und Anwendungssystemnutzung (Internet) Service-Provider und Abrechnung der Leistung nach Verbrauch.
Cloud Computing	Bereitstellung abstrakter IT-Leistungen (IaaS, PaaS, SaaS), deren Realisierung wie in einer Wolke verborgen bleibt, durch Cloud-Anbieter im Internet.
Grid Computing	Bereitstellung von Rechenleistung für die Bearbeitung sehr rechenintensiver Aufgaben mittels eines Verbunds von lose gekoppelten und räumlich verteilten Rechnern.

Abb. 4.15 Computing-Dienste

► **Utility Computing** bezeichnet die Bereitstellung von IT-Leistungen in einer verbrauchsorientierten Weise, d. h. die Leistungsvergütung bemisst sich nach dem vom Abnehmer bezogenen Leistungsumfang, also den verbrauchten Leistungseinheiten.

Die Abrechnung nach verbrauchten Leistungseinheiten setzt die Messbarkeit des Leistungsumfangs voraus. Die Messbarkeit ist insbesondere bei der Virtualisierung des Leistungsangebots erforderlich. Hierbei werden IT-Ressourcen, etwa Rechenkapazitäten, gemeinsam von mehreren Abnehmern genutzt. Für die Abrechnung muss daher die anteilige Inanspruchnahme der Ressourcen bekannt sein.

Zwischen den in Abb. 4.15 genannten Computing-Diensten bestehen starke inhaltliche Überlappungen. Das Hosting ist als eine Art begriffliche Klammer zu verstehen, während die anderen Begriffe bestimmte Aspekte oder Ausprägungen des Hosting betonen: Das Utility Computing die verbrauchsbezogene Abrechnung, das Cloud Computing das Verbergen konkreter Ressourcen in einer „Wolke“ und das Grid Computing das Angebot sehr hoher Rechenleistungen in Grid-Form.

Die Erläuterung der Dienstkategorien wurde knapp gehalten, da sich detaillierte Ausführungen an anderen Stellen finden:

- Inhaltsdienste, Transaktionsunterstützung, Suchdienste und Kommunikationsdienste werden im Kap. 10 angesprochen.
- Social-Media-Dienste werden im Kap. 12 behandelt.
- Auf Computing-Dienste im Rahmen des Cloud Computing geht der Abschn. 4.7 ein.

Eine gravierende Anforderung an Dienste im Internet ist die **Internet-Sicherheit** (engl. **internet security**), d. h. die Sicherheit der beteiligten Rechner und Netze, ihre Hardware und Software sowie insbesondere auch die Sicherheit der genutzten Daten, die durch geeignete Maßnahmen zur Datensicherheit und zum Datenschutz gewährleistet werden kann (vgl. Kap. 17). Hier sind z. B. die Schutzmaßnahmen gegen Cyber-Angriffe durch Viren, Spyware, Malware und Ransomware zu nennen. Schließlich sind auch die Transaktionen im Internet gefährdet, so z. B. bei Bezahlsystemen. Zur Gewährleistung der Sicherheit im Zahlungsverkehr ist in den letzten Jahren eine innovative Technologie entwickelt worden, die **Blockchain** (vgl. Drescher (2017)), die vor allem durch die Kryptowährung **Bitcoin** sehr bekannt wurde. Die Blockchain-Technologie bietet eine hohe Sicherheit im Internet und wird neben den Bezahlsystemen immer häufiger auch für weitere Internet-Dienste genutzt (vgl. Abschn. 15.4.4).

Ein spezielles Internet stellt das so genannte **Darknet** („Dunkelnetz“) dar. Es handelt sich hier um ein anonymes Internet in Form eines Peer-to-Peer-Netzwerks (vgl. Abschn. 3.4.1.2), das teilweise zu kriminellen Handlungen wie z. B. dem Drogen-, Waffen-, und Menschenhandel genutzt wird, da die Nutzer in der Regel nicht identifiziert und verfolgt werden können. Aber auch zum eigenen Schutz nutzen Personen z. B. in Diktaturen das Darknet, ebenso wie Kritiker, Demonstranten und Whistleblower, da sie sich so einer Überwachung, Kontrolle und Strafverfolgung entziehen wollen. Es gibt eine Vielzahl

separater Darknets, die nicht vernetzt sind und in denen Dienste, teilweise sehr kriminelle Dienste, angeboten werden. In Analogie zum World Wide Web (WWW, vgl. den folgenden Abschn. 4.4) spricht man in diesem Zusammenhang auch von einem **Dark Web** („Dunkel Web“).

4.4 World Wide Web

Aus der Sicht von Unternehmen, aber auch Privatpersonen, resultiert die große Bedeutung des Internets aus dem bereits verfügbaren und beständig wachsenden Dienstangebot. Im vorliegenden Abschnitt wird der mit Abstand komplexeste und wichtigste Dienst im Internet behandelt, das World Wide Web. Nach dem einführenden Abschn. 4.4.1, der sich vor allem mit Begriff, Wesen und Bedeutung des World Wide Web befasst, geht der folgende Abschn. 4.4.2 auf die Funktionsweise des World Wide Web ein. Der Abschn. 4.4.3 behandelt die Website, d. h. den Internetauftritt von Personen und Institutionen, sowie das Web-Design. Anschließend wird in Abschn. 4.4.4 die im World Wide Web mögliche Dynamisierung von Inhalten und Anwendungen erörtert, die von hoher praktischer Relevanz ist. Die mit dem Begriff „Web 2.0“ belegte Weiterentwicklung des World Wide Web, die seine Verbreitung und Bedeutung nochmals deutlich gesteigert hat, wird in Abschn. 4.4.5 betrachtet, und in Abschn. 4.4.6 schließlich die auf das Web 2.0 folgende Entwicklungsstufe des „Web 3.0“ bzw. „Semantic Web“, die letztlich auf die Wissensverarbeitung im Internet abzielt.

4.4.1 Begriff, Wesen und Bedeutung des World Wide Web

Lange Zeit litt das Internet unter mangelnder Attraktivität für die weniger technisch-wissenschaftlich orientierten Nutzer. Dies änderte sich abrupt mit der Einführung des World Wide Web. Seine Verbreitung ist hauptverantwortlich für den Siegeszug des Internets seit Anfang der 1990er-Jahre. Das World Wide Web, wörtlich übersetzt „weltweites Netz“, geht auf eine Initiative des Europäischen Forschungszentrums für Teilchenphysik (CERN) in Genf zurück. Die Idee bestand bekanntlich darin, ein weltweites Informationssystem zu entwickeln, in dem Hochenergiephysiker z. B. ihre Forschungsberichte allen Fachkollegen zur Verfügung stellen und sie mit anderen Dokumenten verknüpfen können. In Analogie zur ursprünglichen Idee wird das World Wide Web heute von Unternehmen, Forschungsinstituten, Verwaltungen und Privatpersonen zum Aufbau vernetzter Informationsstrukturen sowie zu ihrer Kommunikation und Manipulation benutzt. Hierbei kommen die in folgender Begriffsabgrenzung nur kurz skizzierten Zusammenhänge zum Tragen (vgl. hierzu auch Meinel und Sack (2004)).

- Das **World Wide Web**, kurz auch als **WWW**, **W3** oder **Web** bezeichnet, ist ein im Internet verfügbarer Dienst, der es gestattet, unter Nutzung der Seitenbeschreibungsspra-

che HTML elektronische „Hypertext-Dokumente“, bezeichnet als Webseiten, zu erstellen, mit Hilfe von „Hyperlinks“ miteinander zu verknüpfen sowie im Internet unter Nutzung des Protokolls HTTP bzw. HTTPS zu übertragen. Weiterentwicklungen der Web-Technologie ermöglichen fortgeschrittene Nutzungsformen, wie etwa die Ausführung verteilter Programme im Web oder den Informationsaustausch in sozialen Netzwerken.

Die Informationsbereitstellung im Web erfolgt über die bereits erwähnten Webseiten:

- ▶ Eine **Webseite**, auch bezeichnet als **Webdokument** oder **Internetseite**, besteht meist aus Text, in den multimediale Elemente wie Grafiken, Bilder, Tonsequenzen, Animationen und Videos eingebettet sein können. An geeigneten Stellen verweisen hervorgehoben dargestellte Hyperlinks auf andere Webseiten, andere Dienste oder andere Ressourcen wie etwa Programme, die auf verschiedenen Servern – auch außerhalb des Web – verfügbar sein können.

Die im Web bereitgestellten Informationen bilden somit ein verwobenes Netz weltweit gespeicherter multimedialer Dokumente. Insgesamt kann man daher von einem globalen, multimedialen und netzförmig strukturierten Informationssystem sprechen.

Ebenso wie andere Internetdienste ist der WWW-Dienst gemäß dem Client/Server-Prinzip organisiert. Die Nutzung des Web erfolgt im Zusammenspiel von drei Softwarekomponenten:

- **Webserver-Programmen**, die der Bereitstellung und Verwaltung von Webseiten auf den im Internet betriebenen Webserver-Rechnern dienen.
- **(Hypertext-)Editoren**, die die lokale Erstellung von Webseiten durch die Nutzer des Web ermöglichen.
- Webclients, auch **Webbrowser** oder kurz Browser genannt, die das Einstellen von Webseiten auf Webservern, das Herunterladen von Webseiten von Webservern, das Anzeigen von Webseiten auf z. B. Bildschirmen sowie das Nutzen anderer Dienste gestatten.

Den Zusammenhang zwischen diesen drei Komponenten veranschaulicht Abb. 4.16 in schematischer Weise. In dem dargestellten Beispiel werden die Benutzerrechner eines lokalen Netzes mit dem von einem ISP betriebenen Webserver verbunden. Auf dem Serverrechner ist ein Webserver-Programm und auf den Benutzerrechnern je ein Webbrowser und ein (Hypertext-)Editor installiert. Als Benutzerrechner kann z. B. ein stationärer PC, ein Notebook oder ein Smartphone dienen.

Mittels seines Endgeräts kann ein Nutzer Webseiten von dem Webserver seines Providers, aber auch von beliebigen anderen Webservern im Internet, herunterladen und anzeigen lassen. Zudem kann er den im angezeigten Dokument vorhandenen Hyperlink-Verweisen auf Webseiten anderer Webserver folgen und sich so in einem weltweiten Netz von Webseiten bewegen. Anders ausgedrückt: Er kann „im Internet surfen“.

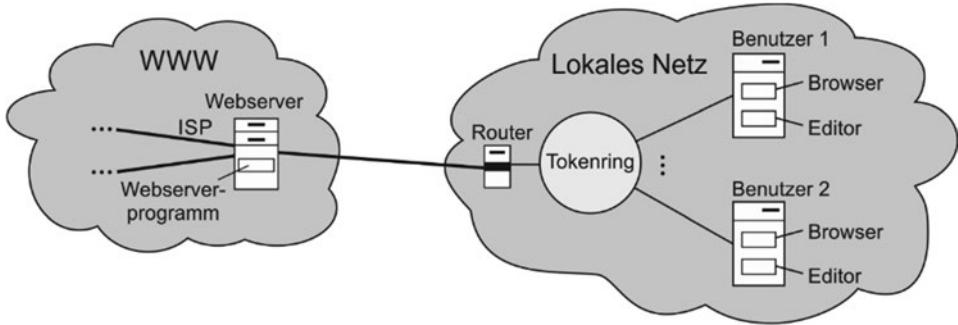


Abb. 4.16 Anbindung von Nutzern in einem lokalen Netz an einen Webserver

Den beständigen Bedeutungszuwachs verdanken WWW und Internet der laufenden Weiterentwicklung der Web-Technologie. Als wesentliche Erweiterungen lassen sich nennen:

- Die in Browsern gebotene Möglichkeit, auf andere Internetdienste außerhalb des Web zuzugreifen.
- Die Möglichkeit der Ausführung von Programmteilen/(Anwendungs-)Programmen in einem Browser.
- Die Möglichkeit, heruntergeladene Webseiten nicht nur anzusehen, sondern um eigene Inhalte zu erweitern und mit anderen Nutzern auszutauschen.

Konzeptionelle und anwendungsbezogene Aspekte dieser Weiterentwicklungen werden in den folgenden Abschnitten betrachtet.

4.4.2 Funktionsweise des World Wide Web

Der weltweite Betrieb des Web erfordert eine Standardisierung von Kommunikation und Verarbeitungsprozessen im Web. Zu diesem Zweck wurden folgende Protokolle und Standards entwickelt:

- Die Kommunikationsprotokolle HTTP bzw. HTTPS zur (sicheren) Übertragung von Webseiten im Web.
- Die Dokumentenbeschreibungssprache HTML zur Beschreibung von Hypertext-Dokumenten, die dann mit (Hypertext-)Editoren erstellt werden können.
- Das URL-Konzept zur eindeutigen Adressierung von Webseiten und Diensten mit Hilfe von in Hyperlinks verwendeten URLs.
- Die deklarative Sprache CSS zur Beschreibung des Layouts von Hypertext-Dokumenten (Webseiten).
- Die Programmierschnittstelle DOM zur Einbettung von Programmteilen oder Programmen in Webbrowser.

Auf den drei erstgenannten Standards setzte das Web anfänglich auf. Die beiden letztgenannten Standards sowie das Protokoll HTTPS stellen spätere Erweiterungen dar.

- Das **Kommunikationsprotokoll HTTP**, ausgeschrieben Hypertext Transfer Protocol, dient der Übertragung von Webseiten zwischen Webbrowern und Webservern. Es setzt auf den Protokoll TCP auf und ist etwa der Anwendungsschicht des ISO/OSI-Referenzmodells zugeordnet.

Der Übertragungsablauf folgt dem in Abschn. 3.4.1.1 beschriebenen und in Abb. 3.19 veranschaulichten Request-Response-Schema zwischen Client und Server. Fordert z. B. ein Webbrower eine Webseite von einem Webserver an, so sendet er eine Nachricht von Typ Request (Anfrage) an den Webserver. Der Server reagiert darauf mit dem Versenden einer Nachricht vom Typ Response (Antwort) an den Browser; diese enthält die gewünschte Webseite. HTTP umfasst verschiedene sogenannte HTTP-Methoden, die dem Anfordern, Versenden und Löschen von Ressourcen wie Daten/Dateien dienen.

- Das erweiterte **Kommunikationsprotokoll HTTPS**, ausgeschrieben Hypertext Transfer Protocol Secure, ermöglicht eine verschlüsselte Datenübertragung.

Die Verschlüsselung erfolgt mit dem Protokoll Secure Sockets Layer (SSL), dessen weiterentwickelte Versionen als Transport Layer Security (TLS) bezeichnet werden. TLS ist der Transferschicht des ISO/OSI-Referenzmodells zugeordnet und stellt eine Zwischenschicht zwischen TCP und HTTP dar. TLS bietet verschiedene Methoden zur Datenverschlüsselung an.

- Die **Dokumentenbeschreibungssprache HTML**, ausgeschrieben Hypertext Markup Language, ist eine textbezogene Auszeichnungssprache, die der Strukturierung der Inhalte von digitalen Dokumenten in Texte, Grafiken, Bilder und Hyperlinks dient. Darüber hinaus werden mittels HTML einem Dokument Meta-Informationen wie z. B. Autor und Erstellungsdatum des Dokuments und Zusammenfassung des Dokumentinhalts zugeordnet.

Das Erstellen von Webseiten erfolgt mit einem **HTML-Editor** oder mit einem üblichen Texteditor, wobei zur Strukturierung des Inhalts HTML-Sprachelemente in den Text einzogen werden. Eine erstellte Webseite kann beliebig lang sein, stets wird sie in einer sogenannten HTML-Datei abgelegt. Mittels der HTML-Elemente wird lediglich die logische Struktur einer Webseite festgelegt, d. h. markiert („Markup“). Erst der verwendete Browser setzt das Ergebnis des Markups in das angezeigte Layout um („Makeup“).

HTML gestattet insbesondere auch die Definition von **Hyperlinks** in Webseiten. Diese z. B. durch Fettdruck, Unterstreichen oder Farbgebung hervorgehoben dargestellten Wörter oder Symbole sind je fest mit einer sogenannten URL gekoppelt, die auf eine Ressource verweist. Durch Anklicken von Hyperlinks können damit unterschiedliche Ressourcen aktiviert werden. Die jeweils ausgeführte Aktion hängt von der Art des Hyperlinks ab:

- Ein Hyperlink auf eine Textmarke gestattet es, Textteile zu überspringen und das Lesen an der mit der Textmarke referenzierten Textstelle in einer Webseite fortzusetzen.
- Ein Hyperlink auf eine andere Webseite dient dem Sprung von der aktuell angezeigten Webseite zu der mit dem Hyperlink referenzierten Webseite, die sich auf einem beliebigen Webserver befinden kann.
- Ein Hyperlink auf eine mediale Ressource ermöglicht z. B. das Abspielen von Ton/Musikdateien, das Darstellen von Grafiken/Bildern und die Wiedergabe von Video-Sequenzen innerhalb einer Webseite.
- Ein Hyperlink auf eine Script-Datei erlaubt die Ausführung eines in einer Script-Sprache abgefassten Programms z. B. innerhalb des Browsers, um eine Webseite dynamisch zu manipulieren (z. B. Öffnen eines Dialogfensters).
- Ein Hyperlink auf eine Web-Anwendung eröffnet die Nutzung eines auf einem Webserver bereitgestellten und im Web lauffähigen Anwendungsprogramms, auf dessen Funktionalität aus einem Browser-Fenster zugegriffen werden kann.

► Eine **URL** (Uniform Resource Locator), ist eine symbolische Adresse zur eindeutigen Referenzierung einer Ressource, etwa einer Webseite oder eines Dienstes, im Web.

Für die sogenannte Startseite des Forschungsinstituts xyinstitut an der yzuniversität könnte die URL beispielsweise lauten:

<http://www.yzuni.de/xyinst/index.shtml>

Sie setzt sich aus drei Teilen zusammen:

- Einer Kurzbezeichnung des Übertragungsprotokolls; hier: „`http://`“.
- Dem Domain-Namen des Webservers der yzuniversität, hier: „www.yzuni.de“
- Der Spezifikation des Dateipfades zur gewünschten Webseite, hier: „`xyinst/index.shtml`“.

In der Regel enthält ein Hyperlink eine URL, die auf die mit dem Link referenzierte Ressource verweist.

► Die deklarative **Sprache CSS**, ausgeschrieben Cascading Style Sheets, ist eine standardisierte Sprache, die der Vorgabe der Darstellungsform von strukturierten Inhalten bzw. Webseiten dient. Mittels CSS kann z. B. die Darstellung des Layouts, der Schriftart und der Farbgebung von inhaltlichen Elementen spezifiziert werden.

CSS ist strikt von der Auszeichnungssprache HTML zu unterscheiden. HTML zielt auf die inhaltliche Strukturierung ab, CSS dagegen auf die formale Darstellung. Die strikte Trennung von Inhalt und Darstellung kommt insbesondere dann zum Tragen, wenn ein

Inhalt mittels verschiedener Medien ausgegeben werden soll. So gestattet es CSS, einen auszugebenden Inhalt je nach Ausgabemedium z. B. Bildschirm-, Print- und Sprachausgabe unterschiedlich zu gestalten.

- Die **Programmierschnittstelle DOM**, ausgeschrieben Document Object Model, ist die Spezifikation einer Standard-Schnittstelle, über die Programme den Inhalt, die Struktur und die Gestaltung eines Dokuments, insbesondere auch einer angezeigten Webseite, verändern können. Bei den Programmen kann es sich auch um Scripts handeln, die von einem im Browser enthaltenen Script-Interpreter interpretiert und ausgeführt werden.

In Verbindung mit HTML und einer Script-Sprache wie etwa JavaScript ermöglicht DOM die Dynamisierung von Webseiten, die mittels HTML ausgezeichnet und erstellt wurden. Man spricht daher auch von **dynamischem HTML (DHTML)**. Die Möglichkeit der Dynamisierung von Webseiten ist aus der Anwenderperspektive von enormer Bedeutung. Sie gestattet es z. B., in Webseiten Menüs anzuzeigen und über diese Benutzerinteraktionen abzuwickeln. Schließlich können auch umfassende Web-Anwendungen, die z. B. in der operativen betrieblichen Informationsverarbeitung beständig an Bedeutung gewinnen, realisiert werden.

4.4.3 Website und Web-Design

Die oben behandelten Standards und Protokolle sind geeignet, die Art und Weise, wie sich eine Person oder Institution im Internet präsentiert, zu gestalten und technologisch umzusetzen. Angesprochen sind hiermit Begriff und Zweck der sogenannten Website sowie die Frage ihrer Gestaltung, d. h. das Web-Design.

- Eine **Website**, also ein Platz oder Ort (engl. site) im Internet, auch bezeichnet als Web-Auftritt, Web-Präsenz oder Web-Angebot, ist eine Menge von (zusammengehörigen) Webseiten bzw. HTML-Dateien und weiteren Ressourcen, die unter der Domain einer Privatperson oder Institution im Web zugänglich sind und sich in der Regel in eine durch Hyperlinks realisierte Navigationsstruktur einfügen.

Beispiele für sehr häufig besuchte Websites sind die Internetauftritte von Google, Facebook, YouTube, Amazon und Wikipedia. Die zu einer Website gehörigen Webseiten können im Internet auf einem oder mehreren Servern liegen. Da auf einer Webseite mittels Hyperlinks auch nicht in HTML abgefasste Ressourcen referenziert werden können, erstreckt sich die Webseite oft auf nicht HTML-konforme Medien wie Bilder, Videos und Tonsequenzen.

Die erste Seite einer Website, die beim Aufruf eines Domain-Namens angezeigt wird, ist die Startseite, auch Anfangs-, Eintritts- oder Index-Seite genannt. Sehr häufig ist die Startseite mit der **Homepage** einer Website identisch. Die Homepage stellt den

Ausgangspunkt für die unterschiedlichen Verzweigungsmöglichkeiten bei dem Eintritt in die Navigationsstruktur dar. Sofern der Homepage eine Startseite vorgeschaltet wird, spielt z. B. die für Benutzer unsichtbare Bereitstellung von Informationen für Suchmaschinen eine Rolle. Das Auseinanderfallen von Startseite und Homepage wird von Benutzern meist als störend empfunden.

Der Entwurf einer Website, also das sogenannte **Web-Design**, beinhaltet zumindest zwei Teilprobleme:

- Das Problem der inhaltlichen und formalen Gestaltung derart, dass das Gestaltungsergebnis einschlägigen Qualitätskriterien genügt.
- Das Problem der Wahl einer Navigationsstruktur, die eine effiziente Nutzung der Website begünstigt.

Auch wenn hinsichtlich der (künstlerischen) Ausgestaltung eines Webauftritts erhebliche Freiheitsgrade bestehen, sollten einige Gestaltungskriterien Beachtung finden. Dazu zählen z. B.:

- Klarheit, d. h. eher einfaches und übersichtliches Layout, keine Überfrachtung mit Inhalten, geeignete Schriftgrößen und interpretierbare Abbildungen.
- Textstrukturierung, d. h. Textunterteilung in inhaltlich abgegrenzte Textblöcke, Verwendung von (Zwischen-)Überschriften, Einfügen medialer Elemente wie Grafiken und Bilder.
- Mediale Ausgewogenheit, d. h. Verwendung verschiedener, jedoch passender Medien zur (aufgelockerten) Darstellung von Inhalten (z. B. Text, Grafiken und Bilder).
- Einheitlichkeit, d. h. Einhaltung einer hinsichtlich Begrifflichkeit, Layout und Medieneinsatz vorgegebenen Designlinie, in der die Corporate Identity zum Ausdruck kommt.

Orientierung, Navigation und Suche im Rahmen einer Website können nicht nur durch das Berücksichtigen der genannten Gestaltungskriterien erleichtert werden. Von Bedeutung ist auch die Art der Vorgabe von Navigationspfaden mit Hilfe von Hyperlinks. Grundsätzlich gestatten Hyperlinks den Aufbau von Verweisstrukturen zwischen den Webseiten einer Website derart, dass unterschiedliche Navigationsstrukturen entstehen. Prinzipiell können mit Hilfe von Hyperlinks die bei der Behandlung von Netzwerkarten in Abschn. 3.1 vorstellten topologischen Grundstrukturen konstruiert werden, also Stern-, Ring-, Baum-, Bus-Topologie und vermaschte Topologie (vgl. auch Abb. 3.4).

Im Falle von Websites wird allerdings meist eine Mischform vorliegen, bei der aufgrund inhaltlicher Beziehungen zwischen den darzustellenden Inhalten eine baumartige Grundstruktur vorliegt. Diese Grundstruktur resultiert z. B. aus hierarchischen Beziehungen zwischen Organisationseinheiten, zu denen Inhalte präsentiert werden. Überlagert wird die baumartige Grundstruktur durch Quer- und Rückwärtsverweise. Insgesamt setzt sich die **Navigationsstruktur** somit aus zumindest drei Arten von Verweisen zusammen:

- Vorwärtsverweise, die – ausgehend von der Homepage – das mögliche Fortschreiten des Navigierens in die Breite und Tiefe des durch Hyperlinks aufgespannten baumartigen Navigationssystems vorgeben. In Analogie zur Datenbanktechnologie könnte man hier auch von „Vorwärtsverkettung“ sprechen.
 - Rückwärtsverweise, die von einer aktuellen Webseite auf eine im Sinne der Vorwärtsverkettung vorangehende Website, in der Regel zurück auf die Homepage verweisen. Eine vollständige Rückwärtsverkettung wird in Websites nicht praktiziert.
 - Querverweise, die Querverbindungen zwischen Webseiten herstellen, die auf unterschiedlichen, in den Navigationsraum führenden Verweispfaden liegen.

Die verschiedenen Verweisarten werden in Abb. 4.17 veranschaulicht.

Breite und Tiefe einer baumartigen Navigationsstruktur beeinflussen die Effizienz des Suchprozesses. Als Maß für die Sucheeffizienz kann man z. B. die Anzahl der Klicks heranziehen, die – ausgehend von der Homepage – für das Auffinden der/einer gesuchten Webseite erforderlich sind. Tief strukturierte Websites erfordern zwar mehr Klicks, erleichtern für den Nutzer jedoch die Alternativenwahl aufgrund geringerer Anzahlen von Auswahlalternativen. Bei breit strukturierten Websites liegen umgekehrte Verhältnisse vor. Bei jedem Klick sieht sich der Benutzer mit einer größeren Alternativenzahl konfrontiert, jedoch ist die Anzahl erforderlicher Klicks geringer. Zur Verdeutlichung dieser Zusammenhänge zeigt Abb. 4.18 je ein schematisches Beispiel einer Webseite mit tiefer und breiter Navigationsstruktur.

In der Regel sind Benutzer daran interessiert, mit möglichst wenigen Klicks auf eine Zielseite zu gelangen. Eine analoge Interessenslage ist z. B. bei Anbietern in Online-Shops gegeben. Beides spricht tendenziell für breitere Navigationsstrukturen. Unabhängig von der Wahl der Breite und Tiefe der Navigationsstruktur sollte die Gestaltung der Webseiten die Orientierung der Benutzer fördern: Der Weg zu einer Webseite sollte ebenso transparent sein, wie die auf ihr gebotenen Handlungsalternativen.

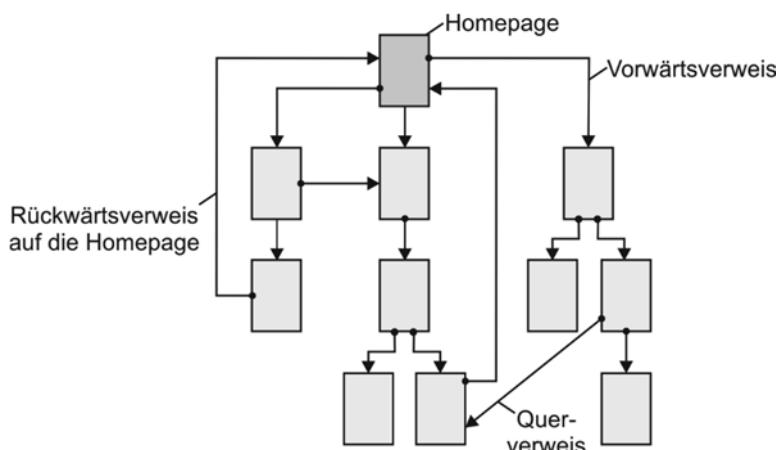


Abb. 4.17 Schematische Darstellung einer baumartigen Navigationsstruktur mit Vorwärts-, Rückwärts- und Querverweisen

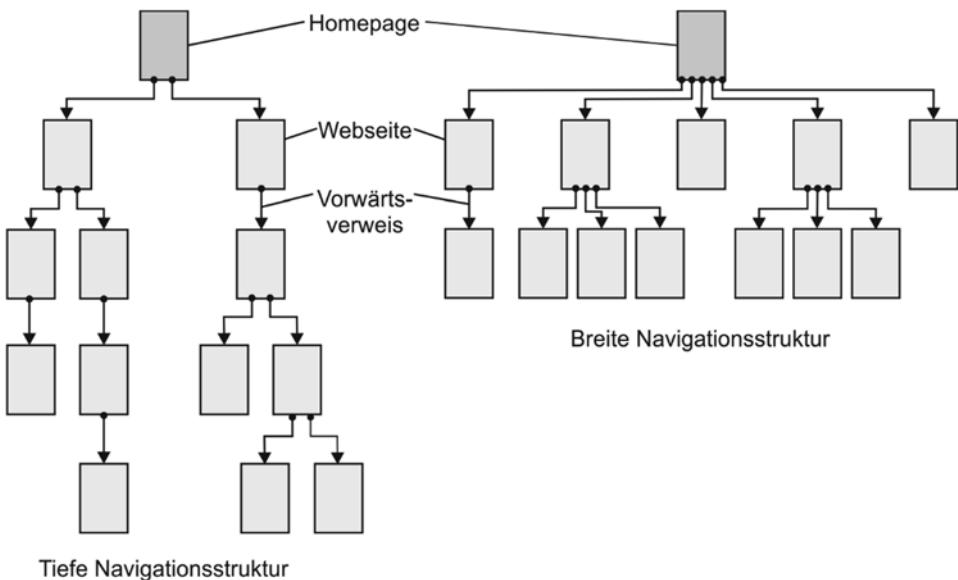


Abb. 4.18 Schematische Darstellung je einer Website mit tiefer und breiter Navigationsstruktur

4.4.4 Dynamisierung von Inhalten und Webanwendungen

Mit den Standards und Protokollen HTTP/HTTPS, HTML, URL, CSS und DOM (DHTML) steht – in Verbindung mit Script-Sprachen – ein erweiterbares und grundlegendes Instrumentarium für die Erstellung statischer und dynamischer Webseiten zur Verfügung.

- Eine **statische Webseite** liegt vor, wenn Inhalt und Darstellung nicht durch den Eintritt von Ereignissen, insbesondere Benutzeraktionen oder -eingaben, verändert werden können. Andernfalls liegt eine dynamische Webseite vor.

Eine statische Webseite umfasst häufig auch multimediale Elemente. Sie schließt dann die Wiedergabe von z. B. Tönen, Musik und Videosequenzen ein – also über die Zeit gesehen dynamisches Geschehen. Kann dieses Geschehen jedoch lediglich mit identischem Ablauf reproduziert und somit nicht verändert werden, liegt dennoch im hier gegebenen Verständnis eine statische Webseite vor.

- Es handelt sich um eine dynamische Webseite, wenn sie z. B. eine Benutzerinteraktion zulässt. In diesem Fall wird z. B. ein Eingabefenster geöffnet und es erfolgt eine Eingabe. Ereignisse und Aktionen dieser Art führen unmittelbar zu einer Veränderung von Inhalt und Struktur einer Webseite. Aus der Anwendungsperspektive ist nun wesentlich, ob im Falle dynamischer Webseiten Anwendungsprogramme oder Teile davon im Browser, auf einem Webserver oder in gemischter Form ausgeführt werden. Insgesamt können die in Abb. 4.19 gezeigten Arten von Webseiten unterschieden werden.

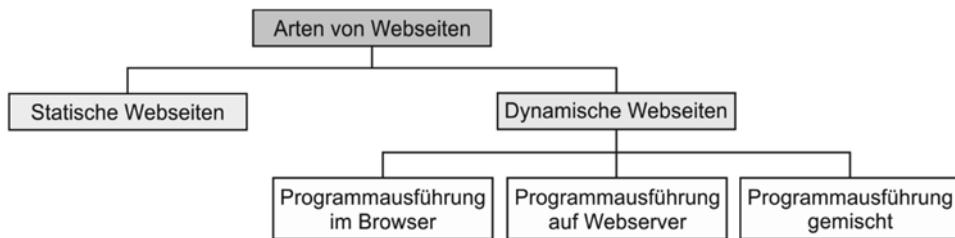


Abb. 4.19 Statische und dynamische Webseiten

Wie erwähnt, können in statische Webseiten Multimediaelemente mittels Hyperlinks eingebettet werden, die auf entsprechende Ton-, Sprach- und Video-Dateien verweisen. Solche Dateien basieren auf Datenformaten, die – anders als HTML-Dateien und JavaScripts – von üblichen Browsern nicht verarbeitet werden können. Um dies dennoch zu ermöglichen, sind auf Browsern sogenannte Plug-Ins zu installieren.

► Als **Plug-In** bezeichnet man ein Programm, das mit einem Browser gekoppelt wird und dessen Funktionalität derart erweitert, dass ansonsten nicht verarbeitbare Dateien nunmehr vom Browser verarbeitet werden können.

Mit Hilfe von Plug-Ins können somit in Rahmen von Webseiten multimediale Inhalte angezeigt, wiedergegeben oder abgespielt werden. Geschieht dies lediglich beim Aufruf einer Webseite, so liegt eine statische Webseite vor. Sofern nach dem Aufruf erfolgende Benutzeraktionen solche Anzeigen oder Wiedergaben auslösen, ist bereits der Fall einer dynamischen Webseite gegeben. Man unterscheidet drei Arten der Dynamisierung:

Bei der ersten Art der Dynamisierung wird, wie bei der Erläuterung der Programmierschnittstelle DOM bereits dargestellt, ein Skript mittels eines im Browser enthaltenen Interpreters ausgeführt. Scripts können in eine Webseite einbezogen oder auf einer separaten Datei abgelegt werden. In letztgenannten Fall enthält die Webseite eine Dateireferenz. Diese wird, ebenso wie ein einbezogenes Script, bei der Anzeige der Webseite unterdrückt. Mit Hilfe von Scripts ist es möglich, eine Vielfalt von dynamischen Elementen in Webseiten einzubetten. Als Beispiele seien genannt:

- Einblenden von Menü- und Eingabefenstern,
- Prüfung der Plausibilität von Eingabedaten,
- Verschieben von Objekten mittels Drag/Drop,
- Hervorheben von Wörtern oder Textteilen,
- Anzeige von Informationen zu angeklickten Symbolen.

Die zweite Art der Dynamisierung ist z. B. im Fall einer sogenannten **Web-Anwendung** gegeben, die gemäß dem Request-Response-Konzept auf einem Webserver abgewickelt wird. Der Browser des Nutzers fungiert dabei als ein „Thin-Client“, da mit ihm kein Anwendungscode ausgeführt wird. Abb. 4.20 veranschaulicht die Systemkonstellation in schematischer Weise.

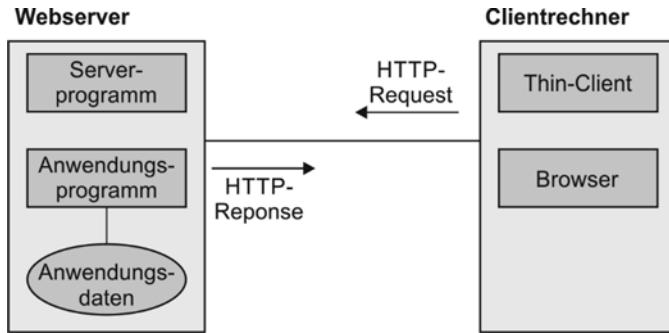


Abb. 4.20 Systemkonstellation bei einer Web-Anwendung

Die Ausführung einer Webanwendung umfasst eine Reihe von Request-Response-Sequenzen. Die erste Sequenz löst der Benutzer durch die Eingabe der URL des Webserver im Browser aus, der diese als HTTP-Request an den Server sendet. Die Web-Anwendung ist damit gestartet. Der Webserver generiert oder lädt die als HTML-Dokument gestaltete Benutzeroberfläche der Webanwendung und sendet diese Website als HTTP-Response zurück an den Browser. Dieser zeigt die Benutzeroberfläche in einem weit geöffneten und oft kaum wahrnehmbaren Browserfenster an. In weiteren Request-Response-Sequenzen klickt der Nutzer z. B. eine Anwendungsfunktion an, woraufhin der Browser die korrespondierende URL an den Webserver sendet (HTTP-Request). Der Server reagiert z. B. mit dem Laden eines Formulars und dessen Übermittlung an den Browser (HTTP-Response). Der Browser zeigt das Formular an usw.

Bei der dritten Art der Dynamisierung erstreckt sich die Aktivität des Browsers nicht nur auf die Request-Response-Abwicklung. Vielmehr wird nun auch Anwendungscode im Browser ausgeführt. Gegebenenfalls in Verbindung mit einer lokalen Datenhaltung. Vorteilhaft sind in diesem Fall schnellere Reaktionen auf Benutzereingaben und Entlastung des Servers von lokal bearbeiteten Aufgaben. Allerdings kann die Aufgabenverlagerung einen leistungsfähigeren Clientrechner, also einen Thick-Client, erfordern.

Insgesamt ist ein gewisser Trend festzustellen, den **Webbrowser** zu einer Art umfassender Web-Benutzeroberfläche auszubauen. Unter einer einheitlichen Oberfläche können dann Webseiten manipuliert, Anwendungen genutzt und verschiedenste Internetdienste (E-Mail, FTP usw.) ausgeführt werden. Neben den bereits angesprochenen **Plug-Ins** stehen folgende Möglichkeiten zur Erweiterung der Funktionalität von Webbrowsern zur Verfügung:

- Add-Ons,
- Java Applets und
- Widgets.

Sie werden im Folgenden kurz erläutert.

► Ein **Add-On**, abgeleitet von engl. to add, d. h. hinzufügen, ist eine Hardware- oder Software-Komponente, die einer gegebenen Hard- oder Software hinzugefügt werden kann, um deren Funktionalität zu erweitern. Im Falle modular strukturierter Webbrower stellen Add-Ons Software-Module dar, die der Erweiterung der Browserfunktionen dienen.

Zu bekannten Webbrowsern gibt es eine Vielfalt und Vielzahl von Erweiterungen. Add-Ons ermöglichen beispielsweise folgende Aktivitäten:

- Überwachung der Preise von Online-Shops und Darstellung von Preisentwicklungsdiagrammen.
- Ermittlung und Anzeige günstigerer Alternativangebote bei dem Betrachten von Angeboten in einem Online-Shop (SparBerater-Funktion).
- Blockieren der Einblendung von Videowerbung und Werbebannern (Werbeblocker-Funktion).
- Übersetzen von Texten, von einem Wort bis zu einer ganzen Textseite, in einer Vielzahl von Sprachen.
- Änderung von Passwörtern im Passwortmanager und Hinzufügen neuer Passwörter.
- Anzeige des Standorts des Servers einer geöffneten Webseite mittels Positionierung der Landesflagge in einem Kartenausschnitt mit Zusatzfunktionen wie Prüfung auf Schad-Software, Suche ähnlicher Seiten und Kopieren der URL des Servers.
- Nutzung des Tastenfeldes als Piano.
- Verdunkelung der angezeigten Webseite, um z. B. Videos wie im Kino anzusehen.

Während es sich bei Plug-Ins um Software aus Bibliotheken handelt, die nicht als Teil eines Webbrowsers installiert, sondern vom Browser lediglich aufgerufen werden, stellen Add-ons Software-Module dar, die zu den Modulen des Browsers hinzugefügt und somit Bestandteil des Browsers werden. Allerdings können Add-ons wieder entfernt werden, ohne die Funktion der übrigen Module des Browsers zu beeinträchtigen.

► Ein **Java Applet** ist ein in der Programmiersprache Java erstelltes Programm, das von einem Webbrower, der über eine sogenannte Java Virtual Machine (Java-VM) verfügt, im Internet heruntergeladen und – nach dem Einbinden in den HTML-Code einer Webseite – ausgeführt werden kann.

Die Java-VM ermöglicht als eine sogenannte Laufzeitumgebung die Ausführung von Java Applets. Ein Vorteil von Java Applets besteht darin, dass Programme in Webseiten ablaufen und zudem Interaktionen mit dem Benutzer einschließen können. Diese Interaktionen finden ausschließlich zwischen Benutzer und Browser statt und beinhalten keinen Datenaustausch mit dem Server. Java Applets werden z. B. eingesetzt, um leistungsfähige Oberflächen von (betrieblicher) Anwendungssoftware zu realisieren. Insbesondere in Situationen, die eine hohe Benutzerinteraktivität erfordern. Nachteilig bei Java Applets ist der relativ hohe Programmieraufwand.

Strikt zu unterscheiden von dem Applet ist das **Servlet**. Ein Servlet ist ebenfalls ein Java-Programm. Es wird allerdings auf einem Server ausgeführt. Servlets dienen z. B. dazu, von Clients an einen Server übermittelte spezielle Anfragen zu beantworten.

► Der Begriff „**Widget**“, als Kunstwort zusammengesetzt aus Window (Fenster) und Gadget (Objekt), bezeichnet ein auf ein Fenstersystem zugeschnittenes Programm, das der Wiedergabe, Aktualisierung und Veränderung von Informationen in einem Fenster in Verbindung mit Benutzerinteraktionen dient. Widgets werden mittels einer sogenannten Widget-Engine unter der Kontrolle des Betriebssystems oder aber in einem entsprechend ausgestatteten Browser ausgeführt.

Widget-Ausgaben werden auf dem Bildschirm häufig im Hintergrund angezeigt, um Ausgaben von anderen (Anwendungs-)Programmen nicht zu beeinträchtigen. Die angezeigten Informationen werden vom Betriebssystem bereitgestellt oder von Web-Diensten. Beispiele für Widgets zur Darstellung von Informationen aus dem Betriebssystem sind:

- Ausgabe der Uhrzeit.
- Systemmonitor, d. h. Ausgabe von Informationen zu CPU, Plattspeicher und Netzwerk.

Beispiele für Widgets zur Bereitstellung von Informationen aus dem Web sind:

- Wettervorhersagen,
- Hinweise auf den Eingang von E-Mails,
- Darstellung von Portalinhalten wie z. B. YouTube.

Allerdings können Inhalte auch von Benutzern direkt geliefert werden, so z. B. im Falle von:

- Desktop-Notizzetteln.
- Einträgen in Kalender.

Von Benutzern gelieferte Inhalte spielen beim Web 2.0, das im nächsten Abschnitt behandelt wird, eine besondere Rolle.

4.4.5 Web 2.0

Weiterentwicklungen der Web-Technologie gingen mit Änderungen der Web-Nutzung einher. Die Veränderungen zeigten sich sowohl bei der Generierung von Inhalten, als auch bei der Organisation ihrer Übermittlung im Netz. Einige Jahre nach der Jahrtausendwende wurde diese Entwicklung zum Anlass genommen, von einem neuen Verständnis des Web zu sprechen und es gegenüber dem „alten“ Web-Verständnis abzugrenzen. In Analogie zur Kenn-

zeichnung verschiedener Versionen von Softwareprodukten wurden zur Abgrenzung auch die Begriffe „Web 1.0“ für das „alte Web“ und „**Web 2.0**“ für das „neue Web“ verwendet.

Die genannte Abgrenzung ist nicht unumstritten. Die Problematik der Begrifflichkeit wurde durch das spätere Aufkommen des Begriffs der Social Media (vgl. Kap. 12 in Teil III) erweitert. Er spielt auf die Nutzung der neuen Web-Technologien im Rahmen sozialer Netzwerke an, die erst mit der Verfügbarkeit der Web 2.0-Technologien entstanden. Inzwischen werden die Begriffe „Web 2.0“ und „Social Media“ häufig synonym gebraucht. Zudem scheint der Begriff des Web 2.0 zunehmend verdrängt zu werden.

Trotz starker inhaltlicher Überschneidungen kann man mit Web 2.0 ein stärker technologisch geprägtes und mit Social Media ein eher anwendungsorientiertes Begriffsverständnis verbinden. In diesem Sinne erstrecken sich die weiteren Ausführungen im vorliegenden Abschnitt auf das Web 2.0, während Social Media eine eingehende Behandlung aus der anwendungsorientierten Sicht in Kap. 12 erfahren.

Im Sinne einer eher technologischen Abgrenzung wird unter Web 1.0 meist die Web-Technologie verstanden, die auf den Basisstandards TCP/IP, HTTP, HTML und dem URL-Konzept beruht. Bei der Nutzung des Web 1.0 standen – zumindest anfänglich – relativ wenige Nutzer, die Webseiten erstellten und in das Netz einstellten, vielen Nutzern, die lediglich auf Webseiten zugriffen, gegenüber. Zudem erfuhren Inhalte von Webseiten vergleichsweise wenig Veränderungen. Allerdings gab es auch bereits zu Web 1.0-Zeiten erhebliche Interaktivität in z. B. Usenet-Diskussionsgruppen. Von der inzwischen erreichten Interaktionsintensität und gesellschaftlichen Präsenz war man jedoch deutlich entfernt.

Bereits genannte Weiterentwicklungen der Web-Technologie etwa CSS, DOM und JavaScript sowie weitere technologische Fortschritte führten zu erheblichen Veränderungen von Nutzerrollen und Nutzungsverhalten und damit zu einem veränderten Web-Verständnis. Seine eher technologische Sicht wird mit dem Begriff Web 2.0 belegt.

► Der Begriff des **Web 2.0** drückt eine veränderte Sicht auf das Web aus: Demnach ist das Web eine aus verschiedenen Technologien bestehende Plattform, die eine Erstellung, Verteilung und Weiterentwicklung verschiedener nach Nutzergruppen differenzierter Inhalte in einer barrierearmen, effizienten und auch kooperativen Form ermöglicht.

Drei für das erweiterte Web-Verständnis besonders bedeutsame Technologien seien nachfolgend genannt und kurz erläutert:

- **Adobe Flash**, früher ein proprietäres **Authoring-System**, später jedoch ein Free-Source-Produkt, ist eine Plattform für die Erstellung anspruchsvoller multimedialer Inhalte. Flash ermöglicht es, aus Nutzereingaben mittels Maus, Tastatur, Mikrofon und Kamera multimediale und interaktive Inhalte in Form von z. B. Vektorgrafiken, Rastergrafiken und Videoclips darzustellen, zu animieren und zu manipulieren. Zudem unterstützt es das bidirektionale Streaming, d. h. die Punkt-zu-Punkt-Übertragung von Audio- und Videoinhalten im Internet. Auch aufgrund von Sicherheitslücken wurde der Support von Adobe-Flash Ende des Jahres 2020 eingestellt. Seit geraumer Zeit gibt es jedoch alternative Produkte, die eine Verarbeitung analoger Datenformate gestatten.

- **RSS** (Really Simple Syndication) ist eine XML-basierte Formatfamilie, die Benutzern das Abonnement von (Teilen von) Websiteinhalten ermöglicht. Insbesondere erhalten Nutzer im Falle der Aktualisierung von Websites Zugang zu den neuen Inhalten, ohne die Website selbst zu besuchen. Im Falle der Änderung einer Website wird automatisch eine XML-Datei, das sogenannte RSS-Feed, erzeugt. Es enthält – unabhängig von Layout und Design der Website – die neuen multimedialen Inhalte, also z. B. Texte, Audio- und Videoinhalte. Mit Hilfe eines RSS-Readers können Nutzer RSS-Feeds abonnieren (vgl. Hippner (2006), S. 9). Durch gezielte Auswahl der abonnierten Inhalte lässt sich eine Überflutung mit irrelevanten Informationen verhindern (vgl. Stecher (2012), S. 38).
- **AJAX** (Asynchronous JavaScript und XML) ermöglicht die Durchführung einer http-Anfrage innerhalb einer HTML-Seite, ohne die Seite komplett neu laden zu müssen (vgl. Richter und Koch (2007), S. 13). Damit wurde der Weg geebnet für das zeitsparende, sukzessive (Nach-)Laden von Dateien im Internet. Mit hohen Datenvolumina verbundene Ladevorgänge im Internet beinhalten Wartezeiten und beeinträchtigen signifikant Benutzerfreundlichkeit und Akzeptanz von Internet-Diensten. Insofern ist AJAX geeignet, Laufzeit- und Akzeptanzdefizite bei der Internetnutzung zu reduzieren.

Der technologiebedingte Wandel der Webnutzung lässt sich etwa wie folgt charakterisieren:

- Das Web dient nun als eine Plattform, die Technologien für fortgeschrittene Interaktions-, Kommunikations- und Nutzungsformen zur Verfügung stellt.
- Inhalte werden kooperativ und unter Nutzung der kollektiven Kompetenz von spezialisierten Nutzergemeinschaften erstellt und weiterentwickelt.
- Es herrscht eine offene Kultur des Mitwirkens, d. h. jedermann steht die Beteiligung an der Weiterentwicklung und kollektiven Nutzung des Webs offen.
- Von verschiedenen Nutzern bereitgestellte Inhalte können in neuen Formen zusammengestellt werden.
- Von verschiedenen Entwicklern bereitgestellte Anwendungen und Dienste können kombiniert und (individuell) genutzt werden.

Welche Dienste, Anwendungen und Nutzergruppen sich aufgrund der durch das Web 2.0 eröffneten Einsatzpotenziale herausgebildet haben, ist eine Fragestellung, die über die in Teil I behandelten technologischen Grundlagen hinausgeht. Sie wird in Teil III aufgegriffen, der sich mit netzbasierten Anwendungssystemen befasst.

4.4.6 Web 3.0 – Semantic Web

Auch wenn mit dem Web 2.0 neue Wege hinsichtlich der Generierung, (Ver-)Teilung und Bewertung von Informationen unter Einbeziehung von Nutzern beschritten wurden, so

werden nach wie vor Daten unter Einhaltung syntaktischer Regeln verknüpft und verarbeitet. Über diese Informationsverarbeitung auf der syntaktischen Ebene hinaus strebt das Konzept des **Web 3.0** eine Verarbeitung auf der Ebene der Semantik, d. h. der Bedeutung von Daten/Informationen an. Nun sind zwar codierte und nicht-codierte semantische Informationen (vgl. hierzu Abschn. 2.2.3) Träger von Bedeutung, diese wird ihr jedoch lediglich von Menschen bzw. Anwendern zugeordnet. Eine automatisierte Interpretation, Verifizierung und Verknüpfung von Bedeutungsgehalten erfolgt nicht. Sie könnte allerdings dann erfolgen, wenn man Bedeutungszusammenhänge konzeptionell modellieren und diese „semantischen Modelle“ mittels einer formalen Sprache beschreiben würde, die eine automatische Verarbeitung gestattet.

Dieses Anliegen ist nicht neu oder gar erst mit der Idee des Web 3.0 aufgekommen. Vielmehr befasst man sich mit der Formalisierung von Bedeutungen – in diesem Zusammenhang wird auch von der Repräsentation von Wissen gesprochen – bereits seit den 1980er-Jahren in Gebieten wie Wissensmodellierung (engl. knowledge modeling), Wissensdarstellung (engl. knowledge representation), Wissensverarbeitung (engl. knowledge processing), Künstliche Intelligenz (engl. artificial intelligence) und Expertensysteme (engl. expert systems). In diesen Gebieten propagierte Ansätze aufzugreifen, weiter zu entwickeln und in Verbindung mit neuen Ansätzen auf das Web zu übertragen ist ein wesentliches Anliegen des Web 3.0. Insbesondere soll es möglich sein, im Web vorhandene Daten/Informationen hinsichtlich ihres Bedeutungsgehalts so zu beschreiben und vernetzen, dass

- sie automatisch interpretiert, miteinander verknüpft und zueinander in Beziehung gesetzt werden können und damit
- im Netz vorhandenes Wissen automatisch identifiziert, extrahiert und zu neuem Wissen verarbeitet werden kann.

Der Begriff des Web 3.0 lässt sich damit etwa wie folgt abgrenzen:

► Als **Web 3.0** bezeichnet man eine Erweiterung des Web 2.0, die sich auf die Modellierung, Speicherung und Verarbeitung von im Web vorhandenen Daten/Informationen auf einer semantischen Ebene erstreckt und so die automatische Wissenserschließung und -generierung im Web ermöglicht.

Bildlich ausgedrückt besteht die Erweiterung des Web 2.0 zum Web 3.0 in der Überlagerung und Verknüpfung zweier Netze: Der Daten-/Informationswelt des Web 2.0, die sich als ein Netz von „verlinkten“ Dokumenten und Informationen präsentiert, wird gewissermaßen eine Begriffswelt übergestülpt, die aus einem Netz von Begriffen mit bestimmten Bedeutungsgehalten besteht (vgl. hierzu auch Berners-Lee (2001)).

Zur Umsetzung der Idee des Web 3.0 steht ein Instrumentarium zur Verfügung, das etwa folgende wesentlichen Bestandteile umfasst:

- Ansätze zur Modellierung von Begriffswelten bzw. Wissensrepräsentationen,
- auf Rechnern ausführbare Beschreibungssprachen für Wissensstrukturen,
- Softwarewerkzeuge zur Manipulation formalisierter Wissensstrukturen.

Auf der Ebene der Modellierung und Repräsentation von Wissen bieten sich zwei grundlegende Ansätze an:

- die Prädikatenlogik und
- semantische Netze.

Beide Ansätze werden in Abschn. 7.3.5 betrachtet. Demnach eignen sich beide Ansätze, um sogenanntes deklaratives Wissen über ein Fachgebiet, z. B. in Form von Fakten, Erfahrungswerten und Interdependenzen, darzustellen. Auf der Basis von deklarativen Wissen kann dann so genanntes prozedurales Wissen zur Lösung von Problemen und zur Generierung von neuem Wissen genutzt werden. Zur formalen Repräsentation von prozedurellem Wissen eignen sich z. B. so genannte Produktionssysteme, die – vereinfacht ausgedrückt – aus je einer Menge von „Wenn-Dann-Regeln“ bestehen.

Was die Ebene ausführbarer Beschreibungssprachen betrifft, hat das World Wide Web Consortium (W3C) Empfehlungen zu Sprachstandards herausgegeben. Sie beinhalten insbesondere zwei Vorschläge:

- die Beschreibungssprache „Resource Description Framework“ (RDF) und
- die Beschreibungssprache „Web Ontology Language“ (OWL).

► Das **Resource Description Framework (RDF)** ist ein Ansatz zur formalen Beschreibung von so genannten „Ressourcen“ mit Hilfe von Aussagen, die aus Tripeln der Form „Subjekt, Prädikat, Objekt“ bestehen. Eine Menge zusammengehöriger Tripel, auch bezeichnet als RDF-Modell, bildet ein semantisches Netz und lässt sich als gerichteter Graph repräsentieren.

Einige in Tabellenform dargestellte Beispiele für Tripel lauten etwa:

Subjekt	Prädikat	Objekt
Müller	verfasst	Bilanzanalyse
Maier	verfasst	Kostenrechnung
XY Verlag	publiziert	Bilanzanalyse
YZ Händler	vertreibt	Bilanzanalyse

Ebenso wie Prädikate stellen Subjekte stets Ressourcen dar. Objekte dagegen können eine Ressource oder ein Literal bzw. eine Zeichenkette darstellen. Ressourcen werden mit

Hilfe von **Uniform Resource Identifiers** (URIs) eindeutig identifiziert. URIs werden im Internet zur eindeutigen Identifizierung von Webseiten und Dateien verwendet; eine spezielle Form von URIs stellen die URLs dar (vgl. Abschn. 4.4.2). Im Gegensatz zu URLs sind jedoch URIs im Internet nicht zwangsläufig erreichbar. Literale sind Zeichenfolgen, die z. B. Namen, Datumsangaben und Zahlenwerte darstellen können. Die oben angegebenen Tripel bilden ein ganz einfaches semantisches Netz. Stellt man z. B. Subjekte und Objekte als Knoten und Prädikate als von Subjekten auf Objekte verweisende Kanten dar, so lässt sich dieses Beispiel auch als gerichteter Graph repräsentieren.

Mit Hilfe der Beschreibungssprache RDF lassen sich semantische Netze, insbesondere auch unter Einbeziehung von URIs, formal präzise spezifizieren. Ermöglicht wird damit eine Definition und Manipulation mit Computerprogrammen, die auf das Erkennen und Auswerten von Bedeutungszusammenhängen abzielen.

- Die **Web Ontology Language (OWL)** ist eine Beschreibungssprache, die auch auf RDF aufbaut, jedoch deutlich umfangreichere Ausdrucksmöglichkeiten zur Wissensbeschreibung und -verarbeitung aufweist.

Eine wesentliche Erweiterung, die OWL im Vergleich zu RDF bietet, ist die Möglichkeit der Verwendung von Ausdrücken der Aussagenlogik. Mittels OWL können Ausdrücke formuliert werden, wie sie etwa in der Prädikatenlogik verwendet werden. OWL eignet sich daher insbesondere auch zur Formulierung prozeduralen Wissens und zur Ableitung von Schlussfolgerungen und zur Generierung von neuem Wissen.

Der Manipulation und Auswertung von Wissensstrukturen dient z. B. die ebenfalls vom W3C empfohlene Sprache SPARQL:

- **SPARQL Protocol And RDF Query Language**, abgekürzt **SPARQL**, ist eine Abfragesprache, die der Ausführung von Suchanfragen in RDF-Datenstrukturen dient.

SPARQL weist Ähnlichkeiten mit der Abfragesprache SQL für Datenbanken auf. Ebenso wie SQL eignet sie sich, neben der Suche, auch für Update-Zwecke.

Mit RDF, OWL und SPARQL steht ein umfassendes Instrumentarium zur Verfügung, das eine Wissensverarbeitung im Sinne des Semantic Web gestattet. Der mit dem Aufbau von Wissensstrukturen verbundene Aufwand wird zunächst allerdings nur Realisierungen zulassen, die sich auf eine begrenzte Anwendungsdomäne erstrecken.

4.5 Intranet und Extranet

In Unternehmen, Behörden und anderen Organisationen treten vielfältige Kommunikationsanforderungen auf, die sowohl die Kommunikationsinhalte betreffen (z. B. multimediale Informationen), als auch das Kommunikationsverhalten (z. B. Austausch nutzergene-

rierter Inhalte). Sie lassen eine Unterstützung des internen Informationsaustauschs in Organisationen nach dem Muster des Internets als wünschenswert erscheinen. Nun kann die auf die Verbindung heterogener Netze ausgerichtete Internet-Technologie grundsätzlich auf jedes Rechnernetz, das auf üblichen Leitungs-, Verbindungs- und Rechnertechnologien basiert, übertragen werden. Insbesondere auch auf z. B. ein firmeninternes Netzwerk. Geschieht dies, so spricht man von einem Intranet:

- Ein **Intranet** ist ein unternehmensinternes Rechnernetz, das auf der Grundlage der Internet-Technologie betrieben wird und im Gegensatz zum Internet nicht öffentlich ist. Analog der WWW-Architektur können im Intranet Anwendungen und Dienste betrieben werden, die z. B. Client-seitig einen Browser sowie Server-seitig einen Web-Server umfassen.

Breit gefächert ist die Palette der nutzbaren IT-Ressourcen und Anwendungen. Sie umfasst z. B. Web-Server, Dateiserver, Browser, Content-Management-Systeme, Office-Software und Kommunikationsplattformen. Der Zugang zu den Ressourcen kann über Intranetportale organisiert sein. Die Nutzung von Social-Media im Intranet wird auch mit dem Begriff „**Social Intranet**“ umschrieben.

In räumlicher Hinsicht muss ein Intranet nicht auf einen Standort beschränkt sein. Vielmehr kann es aus mehreren Teilnetzen bestehen, die z. B. in der Unternehmenszentrale und räumlich getrennten Filialen betrieben werden und z. B. mittels Standleitungen miteinander verbunden sind. Häufig wird das Intranet eines Unternehmens mit dem Internet verbunden. Auch daher sind Zugangsregelungen und Schutzmechanismen erforderlich.

Der Zugang der Intranet-Teilnehmer erfolgt üblicherweise über die Eingabe eines Benutzernamens und eines Passwortes. Auf der Grundlage dieser Identifikationsdaten, mit denen zugleich Zugriffsrechte verbunden sind, kann die Benutzerverwaltung des Betriebssystems den Zugriff befugter Teilnehmer zu den Intranet-Ressourcen gezielt erteilen. Zugriffe von außen, aber auch unbefugte Zugriffe von innen, insbesondere auf sensible Daten, sind zu unterbinden. Zur Gewährleistung eines Zugriffsschutzes im Außen- und Innenverhältnis schafft man zwischen Internet und Intranet einen zentralen Übergang und ebenso Übergänge zwischen einzelnen Bereichen des Intranets wie etwa Abteilungsnetzen. Sämtliche Informationen, die in geschützte Bereiche gelangen sollen, müssen die jeweiligen Übergangsstellen passieren. Mittels spezieller, an den Übergangsstellen installierter Überwachungsprogramme mit Filterfunktion, den so genannten **Firewalls**, können die über die Übergangsstellen geleiteten Informationsflüsse kontrolliert und gegebenenfalls unterbunden werden.

Da ein Intranet auf den gleichen Protokollen und Standards basiert wie das Internet, können im Intranet sämtliche im Internet verfügbaren Anwendungen und Dienste genutzt werden. Insbesondere stehen vor allem auch die mit der Internet-Technologie gebotenen Möglichkeiten hinsichtlich Darstellung, Aufbereitung und Austausch multimedialer Informationen zur Verfügung. Das Nutzungspotenzial des Intranets erstreckt sich insbesondere auf:

- Anwendungssysteme, z. B. Komponenten der (operativen) betrieblichen Informationsverarbeitung wie etwa Procurement-Systeme und Customer-Relationship-Systeme, die über einen Browser aufgerufen und genutzt werden können.
- Kommunikationsplattformen, z. B. Chaträume und Diskussionsforen, aber insbesondere auch Social-Media-Dienste wie Blogging-Dienste, Social Networks und Content-Sharing-Dienste.
- Informationsplattformen, z. B. Content-Management-Systeme, Web-/Dateiserver, Datenbanken, Verzeichnisdienste zur Bereitstellung einer großen Bandbreite von Informationen, etwa Termine, Adressen/Kontaktdaten, Veranstaltungen, Vorträge, Raumbelegungspläne, Zeitschriftenaufsätze, (technische) Berichte, Dokumente und Formulare.

Betrachtet man die externen Kommunikationsbeziehungen eines Unternehmens, so lassen sich Kommunikationspartner identifizieren, mit denen ein intensiver Informationsaustausch stattfindet. Dazu gehören z. B. Kooperationspartner, Lieferanten und Großkunden. Zur Abwicklung der Kommunikation innerhalb einer geschlossenen Gruppe von Geschäftspartnern/Unternehmen auf der Basis der Internet-Technologie eignet sich das Extranet:

- Ein **Extranet** ist ein organisationsübergreifendes, geschlossenes Rechnernetz, das ein Unternehmen oder eine sonstige Organisation mit externen Kommunikationspartnern verbindet und auf der Basis der Internet-Technologie betrieben wird. Es gewährt autorisierten externen Partnern Zugriff auf bestimmte Anwendungen, Dienste und Informationen, wobei in der Regel abgestufte Zugriffsrechte zum Einsatz kommen.

Ein Extranet lässt sich auch als eine Erweiterung des Intranets einer Organisation interpretieren, die einem bestimmten externen Benutzerkreis Zugang zum Intranet gewährt. Die Verbindung zu den externen Nutzern kann z. B. über Standleitungen hergestellt werden. Eine oftmals angewandte Alternative ist das Virtual Private Network:

- Als **Virtual Private Network (VPN)** bezeichnet man die Kopplung eines geschlossenen privaten Netzwerks mit einem anderen geschlossenen privaten Netzwerk unter Verwendung einer speziellen Schnittstellen-Technologie, der Tunneltechnik. Letztere gestattet es, Teilnehmer verschiedener privater Netze über öffentliche Netze exklusiv zu verbinden, d. h. ohne diese Verbindung Zugriffen aus den genutzten öffentlichen Netzen auszusetzen. Hierbei werden öffentliche Netze – so ist die Sprechweise – „getunnelt“.

Die VPN-Verbindung eines Teilnehmers eines ersten privaten Netzes über ein öffentliches Netz hinweg mit einem zweiten privaten Netz ist mit einem „Umstecken“ vergleichbar: Der Teilnehmer wird logisch unmittelbar an das zweite private Netz angeschlossen, wobei das ihn beherbergende erste Netz und das verbindende öffentliche Netz als eine Art „Verlängerungskabel“ fungieren. VPN-Verbindungen können insbesondere auch genutzt werden, um im Sinne des Home-Office-Konzeptes Mitarbeiter eines Unternehmens logisch unmittelbar in dessen Intranet einzubinden.

Extranets werden unter analogen Sicherheitsvorkehrungen wie Intranets betrieben. Hierzu gehören Zugangsschutz durch Firewalls, die Authentisierung von externen Benutzern und die Vergabe abgestufter Zugriffsrechte für den Zugang zu Daten, Diensten und Anwendungen eines Unternehmens.

4.6 Webservices

Webservices als Bausteine serviceorientierter Architekturen wurden bereits in Abschn. 3.4.4 angesprochen. Im vorliegenden Abschnitt werden, nach einer begrifflichen Abgrenzung von Webservices, vor allem Standards für die Definition und Nutzung von Webservices betrachtet (vgl. Hansen et al. (2019), S. 170).

► Ein **Webservice** (engl. *webservice*) ist ein gekapseltes Anwendungsprogramm, das eine bestimmte fachliche Funktionalität realisiert und über eine wohldefinierte Schnittstelle aufgerufen werden kann. Für Aufruf und Nutzung eines Webservices ist lediglich die Kenntnis der Schnittstelle erforderlich. Diese ist einem der im Internet veröffentlichten Verzeichnisse von Webservices zu entnehmen. Die Funktionalität von Webservices ist gemäß dem Konzept der serviceorientierten Architektur auf Geschäftsprozesse ausgerichtet.

Suche und Nutzung von Webservices spielen sich in einer Interaktion auf der Ebene von Programmen ab. Die interagierenden Softwarekomponenten und ihr Zusammenspiel veranschaulicht Abb. 4.21.

Die Bereitstellung und Nutzung von Webservices vollzieht sich laut Abb. 4.21 etwa in fünf Schritten:

1. Dienstveröffentlichung: Der Anbieter eines Dienstes veröffentlicht seinen Dienst in einem Dienstverzeichnis, das von einem Dienstvermittler (engl. *service broker*) im Internet bereitgestellt wird.
2. Dienstsuche: Eine Softwarekomponente, die einen Dienst benötigt (Dienstnehmer), sucht den Dienst unter Nutzung des Verzeichnisdienstes eines Dienstvermittlers.
3. Dienstreferenz: Als Suchergebnis gibt der Verzeichnisdienst eine Dienstreferenz für den gefundenen Dienst an die anfordernde Softwarekomponente zurück.
4. Dienstauftrag: Die anfordernde Softwarekomponente ruft den gefundenen Dienst mittels der Dienstreferenz auf, was seine Ausführung zur Folge hat.
5. Dienstergebnis: Das Ergebnis der Ausführung des Dienstes wird vom Dienstanbieter an die anfordernde Softwarekomponente des Dienstnehmers zurück übermittelt.

In Abb. 4.21 sind in Klammern die Standards angegeben, auf denen die Bereitstellung und Nutzung von Webservices basieren:

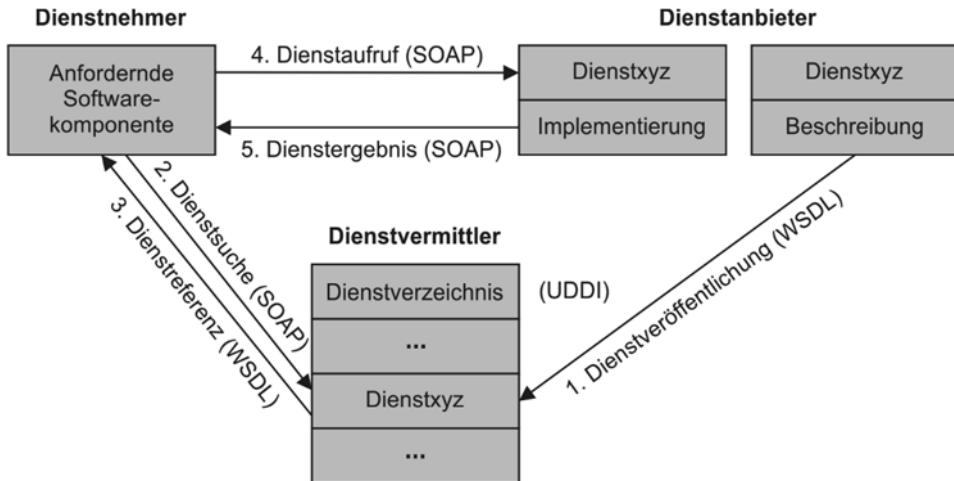


Abb. 4.21 Bereitstellung und Nutzung von Webservices

- Die **Webservice Description Language (WSDL)** ist ein vom World Wide Web Consortium (W3C) herausgegebener Sprachstandard für die Beschreibung der Schnittstellen von Webservices, über die z. B. ein Austausch XML-basierter Nachrichten abgewickelt wird. WSDL gestattet es vor allem:
 - Verschiedene Typen von auszutauschenden Daten zu definieren.
 - Aus diesen Datentypen zusammengesetzte Datenstrukturen zu vereinbaren.
 - Den Schnittstellentyp festzulegen, z. B. den Request-Response-Typ oder den One-Way-Typ. Bei dem Request-Response-Typ sendet die anfordernde Softwarekomponente eine „Dienstanforderung“ (request) an den Webservice, der – nach Dienstausführung – mit einer Antwort (response) reagiert. Bei dem One-Way-Typ sendet die anfordernde Softwarekomponente lediglich eine Nachricht an den Webservice.
 - Eine Dienstreferenz für den Zugriff zu dem Dienst zu vereinbaren.
- Der Begriff **Universal Description Discovery and Integration (UDDI)** bezeichnet einen Verzeichnisdienst für Webservices, der drei Verzeichnistreile umfasst:
 - Die „White Pages“, die in der Art eines Telefonbuches Informationen über Serviceanbieter enthalten, insbesondere Name, Kontaktdaten und eine identifizierende Unternehmenskennzahl, die sogenannte DUNS-Nummer, die weltweit eindeutig ist.
 - Die „Yellow Pages“, die in der Art eines Branchenverzeichnisses die von den Anbietern offerierten Services in zweckorientierte Klassifikationsschemata gemäß dem internationalen Standard UNSPSC einordnen und so die Suche nach Services ermöglichen.
 - Die „Green Pages“, die Beschreibungen der Schnittstellen der Webservices enthalten.
- Das **Simple Access Object Protocol (SOAP)** ist ein vom W3C herausgegebenes standardisiertes Netzwerkprotokoll, das den Austausch XML-basierter Daten unter Verwendung verschiedener Kommunikationsprotokolle ermöglicht. SOAP wird häufig in Kombination mit den Internet-Protokollen TCP/IP eingesetzt, kann aber z. B. mit dem

E-Mail-Protokoll SMTP kombiniert werden. SOAP eignet sich insbesondere auch, um Datenaustausche zwischen interagierenden Softwarekomponenten gemäß dem Request-Response-Schema abzuwickeln (vgl. Melzer (2010)).

Webservices können unterschiedlich implementiert werden. Neben der Verwendung von SOAP, z. B. in Verbindung mit XML und WSDL, stellen z. B. „entfernte Funktionsaufrufe“, also Remote Procedure Calls (RPCs), eine Realisierungsalternative dar.

Vor- und Nachteile des SOA-Konzepts und damit auch von Webservices wurden bereits in Abschn. 3.4.4 angesprochen. Dem zentralen Vorteil der Schaffung einer offenen und flexiblen Architektur verteilter Systeme, die unabhängig von verwendeten Protokollen, Plattformen und Programmiersprachen ist, stehen Sicherheits-, Laufzeit- und Know-how-bezogene Schwierigkeiten oder Nachteile gegenüber.

4.7 Cloud Computing

Gegenstand des vorliegenden Abschnitts ist das Cloud Computing als eine besondere Form der Bereitstellung und Nutzung von IT-Diensten in Rechnernetzen. Zunächst werden in Abschn. 4.7.1 Begriff und Wesen des Cloud Computing behandelt. Es folgt in Abschn. 4.7.2 eine Darstellung der verschiedenen Servicemodelle des Cloud Computing, die bestimmte Ebenen von Diensten betreffen. Abschließend werden in Abschn. 4.7.3 unterschiedliche Organisationsformen des Cloud Computing betrachtet, die von der Art des Zugangs und damit der Reichweite von Cloud-Angeboten abhängen (vgl. hierzu auch Hansen et al. (2019), S. 56; Metzger und Villar (2012)).

4.7.1 Begriff und Wesen des Cloud Computing

In das Konzept des Cloud Computing sind bereits frühere Überlegungen zur Bereitstellung und Nutzung von IT-Diensten in Rechnernetzen eingeflossen. So werden z. B. in folgende vier Entwicklungsstufen hin zum Cloud Computing unterschieden:

- Entwicklung des Grid Computing in den 1980er-Jahren, wobei ein aus vielen physikalischen Servern gebildeter „virtueller Server“ zur Lösung einer Gesamtaufgabe herangezogen wird.
- Entwicklung des Utility Computing in den 1990er-Jahren, wobei „virtuelle Plattformen“, ausgestattet mit Speicherplatz und Netzwerkressourcen, angeboten werden und ihre Nutzung verbrauchsabhängig abgerechnet wird.
- Entwicklung des Software as a Service (SaaS) ab etwa dem Jahr 2009, wobei Anwendungssoftware in Form standardisierter Dienste bereitgestellt und ihre Nutzung verbrauchsabhängig abgerechnet wird.

- Ab etwa 2007 Aufkommen des Konzepts des Cloud Computing, das auf einen dynamischen Zugriff zu IT-Ressourcen in Form von abstrahierten Dienstangeboten zu jeder Zeit und von überall einschließlich einer verbrauchsabhängigen Abrechnung abzielt.

Die wesentlichen konzeptionellen Aspekte dieser Entwicklung finden sich in der folgenden Definition des Cloud Computing wieder, die sich teils an eine Begriffsabgrenzung des National Institute of Standards and Technology (NIST), einer Abteilung des U.S. Department of Commerce, anlehnt:

- Als **Cloud Computing** bezeichnet man ein IT-Servicekonzept, das ein dynamisch an den Bedarf angepasstes Anbieten, Nutzen und Abrechnen einer großen Spannweite von IT-Services in Rechnernetzen beinhaltet. Hierbei wird Servicenehmern ein gemeinsamer Zugriff auf Pools von frei konfigurierbaren IT-Ressourcen gewährt, deren technische Realisierung wie in einer Wolke (engl. cloud) verborgen bleibt und deren Nutzung über wohldefinierte Schnittstellen und standardisierte Protokolle erfolgt.

Zur näheren Charakterisierung des Wesens des Cloud Computing können fünf von dem NIST formulierte Merkmale herangezogen werden (vgl. Mell und Grance ([2011](#))):

- Broad network access
Das Merkmal betrifft den unmittelbaren Zugang zu IT-Services in einem Netzwerk mit großer „Bandbreite“, in dem flexibel konfigurierbare IT-Ressourcen unter Verwendung verschiedener Standards und Protokolle mittels einer Vielzahl von Endgeräten wie Smartphones, Tablets, Laptops und Desktop-Rechnern gemeinschaftlich genutzt werden können.
- Resource pooling
Das Merkmal steht für das Sammeln und Zusammenfügen physischer IT-Ressourcen wie Rechenleistung, Speicherplatz, Plattformen und Netzwerkbandbreite sowie Software und der Abbildung dieser Ressourcen auf virtuelle bzw. logische Cloud-Dienste, die den Dienstnehmern angeboten werden. Letzteren bleibt verborgen, welche konkreten physischen Ressourcen sie nutzen und an welchem Ort sich diese befinden. Für die Dienstanbieter ist die Virtualisierung der Dienste unverzichtbar, weil sie eine hohe Auslastung gemeinschaftlich genutzter Ressourcenpools gewährleistet.
- Rapid elasticity
Das Merkmal umschreibt die schnelle und flexible Anpassung der bereit gestellten Ressourcen an den tatsächlichen Bedarf der Dienstnehmer. Letzteren wird daher der Eindruck vermittelt, ihnen würden unlimitierte Ressourcen hinsichtlich Menge und Zeit zur Verfügung stehen.
- On-demand self-service
Das Merkmal zielt auf einen Automatismus bei der Inanspruchnahme von Diensten ab, der Interaktionen mit dem Cloud-Anbieter ausklammert. Demnach können Dienstnehmer bei Bedarf unmittelbar und ohne Anbieter zuvor zu konsultieren auf Cloud-Dienste

in einer Art Selbstbedienung zugreifen. Der Zugriff erfolgt automatisch im Rahmen einer Interaktion zwischen Programmen, d. h. eine anfordernde Softwarekomponente greift auf einen Dienst zu.

- Measured service

Dieses Merkmal stellt auf die automatisierte Leistungsmessung und -abrechnung ab. Hierzu dient ein auf Anbieterseite eingesetztes Steuerungs- und Verwaltungssystem, das die Bereitstellung von Ressourcen aus dem Pool bedarfsgerecht optimiert, die Ressourcennutzung genau erfasst und dem Abnehmer in transparenter Form in Rechnung stellt. Die Schaffung von verbrauchsbezogener Transparenz ist für beide Parteien von Bedeutung. Sie ermöglicht dem Anbieter die Steuerung und Abrechnung des Dienstangebots und dem Abnehmer eine Verbrauchs- und Kostenkontrolle.

Die Dienstqualität (engl. quality of service), die sich in Dienstgüteeigenschaften wie z. B. Zuverlässigkeit und Ausfallverhalten ausdrückt, ist kein spezifisches Charakteristikum des Cloud Computing, da sie auch für andere Dienstangebote relevant ist. Sie sollte allerdings vor der Nutzung von Cloud-Angeboten abgeklärt werden.

Cloud Computing stellt eine Weiterentwicklung des herkömmlichen IT-Outsourcing in der Variante des Online-Outsourcing dar. Von bereits früher praktizierten Formen des Online-Outsourcing unterscheidet sie sich durch die gemeinsame Nutzung von IT-Ressourcen, die im Gegensatz zur exklusiven Nutzung durch nur einen Dienstnehmer steht.

4.7.2 Servicemodelle des Cloud Computing

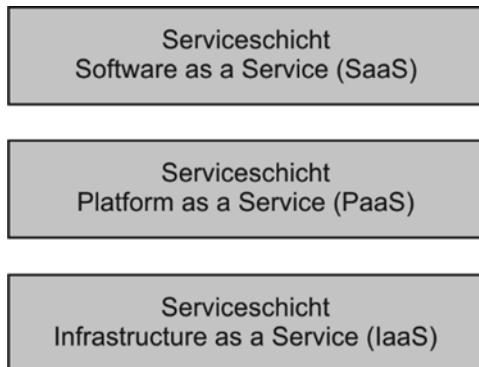
Servicemodelle sind Teilbereiche des Cloud Computing, die sich durch den Gegenstand des Dienstangebots unterscheiden. Die Bezeichnung der Teilbereiche umfasst stets den Zusatz „as a Service“, der auf den Dienstcharakter hinweist. Auf die umfassende Breite des Cloud-Angebots wurde schon hingewiesen. Im Grunde kann „alles“ als Dienst angeboten werden, was sich in der Bezeichnung „**Everything as a Service**“, auch abgekürzt als EaaS oder XaaS, niederschlägt. Die Unterteilung des XaaS in Teilbereiche erfolgt vertikal in drei aufeinander aufbauenden Schichten mit der Bezeichnung:

- Infrastructure as a Service (IaaS)
- Platform as a Service (PaaS)
- Software as a Service (SaaS)

Die Schichtenstruktur der Servicemodelle veranschaulicht Abb. 4.22.

Die vertikale Schichtung der Servicemodelle des Cloud Computing drückt auch aus, dass Dienste oberer Schichten auf Dienste unterer Schichten zugreifen, aber in der Regel nicht umgekehrt. Nachfolgend werden die Servicemodelle erläutert.

Abb. 4.22 Schichtenstruktur der Servicemodelle des Cloud Computing



- Das Servicemodell „**Infrastructure as a Service**“ (**IaaS**) repräsentiert einen Teilbereich des Cloud Computing, der virtualisierte Dienste zur Bereitstellung grundlegender Ressourcen der IT-Infrastruktur wie Rechenleistung, Speicherkapazität und Netzwerkkapazität umfasst.

Mit der Bandbreite der IaaS-Dienste wird Abnehmern praktisch ein virtuelles Rechenzentrum einschließlich Netzeinbindung zur Verfügung gestellt. Der Abnehmer hat zwar vollen Zugriff auf die genannten Basisressourcen, ist aber für deren Nutzung ab der Betriebssystemebene selbst verantwortlich. Er hat also z. B. darüber zu entscheiden, welche Anwendungen in Verbindung mit welchem Betriebssystem auf per Dienst bereitgestellter Infrastruktur in Eigenregie ausgeführt werden sollen.

Der besondere Vorteil des IaaS besteht – namentlich für kleinere Unternehmen – darin, dass sich die Investition in ein eigenes (kleines) Rechenzentrum erübriggt. Ein weiterer Vorteil ist die hohe Skalierbarkeit des IaaS-Dienstes: Der Umfang der Inanspruchnahme kann je nach Bedarf vergrößert oder verkleinert werden. Dieser Vorteil gilt im Übrigen auch im Vergleich zu herkömmlichen Dienstleistungs-Rechenzentren. Deren Dienstangebot weist in der Regel eine weit geringere Skalierbarkeit auf.

- Das Servicemodell „**Platform as a Service**“ (**PaaS**) repräsentiert einen Teilbereich des Cloud Computing, der virtualisierte Dienste zur Bereitstellung von Entwicklungs- oder Laufzeitumgebungen für Webanwendungen sowie ggf. weitere Dienste für die Datenspeicherung, die Versionierung von Anwendungen, die Datensicherung und die Unterstützung kooperierender Entwicklungsteams umfasst.

PaaS-Nutzern wird eine komplette Entwicklungsplattform einschließlich der darunter liegenden IT-Infrastruktur zur Verfügung gestellt. PaaS-Dienste können auf IaaS-Diensten aufsetzen. Für den PaaS-Nutzer bleibt jedoch verborgen, wie der Zugriff von PaaS-Diensten auf infrastrukturelle IT-Ressourcen organisiert ist.

Anders als IaaS-Nutzer müssen sich PaaS-Nutzer nicht um die Beschaffung, Wartung und Verwaltung von Ressourcen wie Entwicklungsumgebung, Laufzeitumgebung und Be-

triebssystem kümmern, da diese Aktivitäten in der Verantwortung des PaaS-Anbieters liegen. Abnehmer von PaaS-Diensten können sich daher auf die Anwendungsentwicklung bzw. ihre Entwicklungsprojekte konzentrieren.

- Das Servicemodell „**Software as a Service**“ (**SaaS**) repräsentiert einen Teilbereich des Cloud Computing, der virtuelle Dienste zur Bereitstellung von kompletten Softwarelösungen, insbesondere auch betriebswirtschaftlichen Anwendungen wie z. B. ERP-Systeme und CRM-Systeme umfasst.

SaaS-Dienste setzen auf den beiden unteren Schichten der EaaS-Schichtenstruktur auf. Der SaaS-Anbieter betreibt die angebotenen Anwendungsdienste vollständig in eigener Regie. Er ist somit allein verantwortlich für die Beschaffung, Wartung, Verwaltung und den Betrieb sämtlicher IT-Ressourcen, die für die Ausführung der angebotenen Anwendungsdienste erforderlich sind. Was die Aktivitäten des Dienstgebers betrifft, erstreckt sich speziell der Bereich des Betriebs auf sämtliche Aufgaben in einem Rechenzentrum, von der Benutzerverwaltung, der Versionsverwaltung, dem Wiederanlauf bei Systemausfällen, der Fehlerbehebung und dem Einspielen von Patches bis hin zur Leistungsmessung und -verrechnung.

Auf Seiten des Dienstnehmers ist dagegen lediglich ein internetfähiger Rechner, z. B. PC oder Notebook, mit Browser erforderlich. Mittels Browser kann der SaaS-Nutzer auf eine Anwendung zugreifen und über die im Browserfenster angezeigte GUI die Funktionalität der Anwendung nutzen.

Als eine besondere Form des **IT-Outsourcing** und speziell des **Online-Outsourcing** besitzt **Cloud-SaaS** eine erhebliche Bedeutung. Neben Vorteilen weist es allerdings auch Nachteile auf. Eine Zusammenstellung einiger wesentlicher Vor- und Nachteile zeigt Abb. 4.23.

Bei dem Cloud-SaaS geht es um die Nutzung von Standardlösungen auf der Basis des Outsourcing. Insofern sind für die Betrachtung der Vorteilhaftigkeit des Cloud-SaaS grundsätzlich auch Überlegungen zu den Vor- und Nachteilen des IT-Outsourcing und des Einsatzes von Standardsoftware von Bedeutung.

Vorteile des Cloud-SaaS	Nachteile des Cloud-SaaS
<ul style="list-style-type: none"> • Nutzung einer Standardlösung ohne Vorhaltung größerer infrastruktureller IT-Ressourcen. • Relativ geringe, vom Verarbeitungsumfang abhängige Kosten. • Schnelle Verfügbarkeit eines hoch skalierten Leistungsangebots. • Zugang zu intern nicht verfügbarem Anwendungs-Knowhow. 	<ul style="list-style-type: none"> • Abhängigkeit vom SaaS-Anbieter (Lock-in-Effekt). • Geringe Möglichkeiten der Anpassung des Anwendungsdienstes an betriebliche Gegebenheiten. • Verringerung der eigenen Entwicklungs-/Lösungskompetenz. • Erhöhte Risiken hinsichtlich Daten- und Transaktionssicherheit.

Abb. 4.23 Einige Vor- und Nachteile des SaaS im Cloud Computing

4.7.3 Organisationsformen des Cloud Computing

Im Cloud Computing können die Beziehungen zwischen Dienstanbietern und -abnehmern in unterschiedlicher Weise organisiert sein. Eine Rolle spielen hierbei

- die Regelung des Zugriffs auf das Cloud-Angebot,
- die Anzahl der an einem Angebot beteiligten Organisationen,
- das Verhältnis zwischen Dienstgeber und Dienstnehmer.

In Abhängigkeit von der Ausgestaltung dieser Merkmale unterscheidet man vier Organisationsformen, auch bezeichnet als Liefermodelle (engl. deployment models), des Cloud Computing (vgl. auch Haselman und Vossen (2010), S. 16 f.; Vossen et al. (2012)):

- Public Cloud,
- Private Cloud,
- Community Cloud und
- Hybrid Cloud.

Sie werden nachfolgend begrifflich abgegrenzt und kurz erläutert.

► Als **Public Cloud** oder öffentliche Cloud bezeichnet man eine Organisationsform des Cloud Computing, bei der die von einem Anbieter offerierten Dienste öffentlich zugänglich sind und somit von jeder Person und Organisation genutzt werden können.

Auf eine Public Cloud können demnach zugleich mehrere Personen und Organisationen zugreifen. Diesen Nutzern stehen die gleichen Dienste zur gemeinschaftlichen Nutzung zur Verfügung. Eigentümer und Betreiber einer Public Cloud kann ein Unternehmen, ein Hochschulinstitut, eine staatliche Organisation oder eine sonstige Organisation sein.

► Als **Private Cloud** oder private Cloud bezeichnet man eine Organisationsform des Cloud Computing, bei der ein Dienstangebot zur ausschließlichen Nutzung durch eine Organisation zur Verfügung steht.

Auf eine private bzw. nicht öffentliche Cloud kann demnach nur ein beschränkter Personenkreis zugreifen. Beispielsweise (bestimmte) Mitarbeiter einer Unternehmensabteilung oder eines Unternehmens oder einer sonstigen Organisation. Verwaltet und betrieben wird eine Private Cloud durch die nutzende Organisation selbst oder durch einen von der nutzenden Organisation beauftragten Drittanbieter. Im Vergleich zu einer öffentlichen Cloud zeichnet sich eine private Cloud durch die wesentlich höhere Daten- und Transaktionssicherheit aus. Insbesondere im Fall des Betriebs in der nutzenden Organisation selbst.

- Als **Community Cloud** bezeichnet man eine Organisationsform des Cloud Computing, bei der ein Dienstangebot zur ausschließlichen Nutzung durch eine Gemeinschaft (engl. community) von Organisationen mit gemeinsamen Interessen und vergleichbaren Anforderungen an das Dienstangebot zur Verfügung steht.

Eine Community Cloud ist demnach eine nicht-öffentliche Cloud, die von einer Interessengemeinschaft, bestehend aus selbstständigen Organisationen, genutzt wird. Die gemeinsamen Interessen können neben dem Inhalt des Cloudangebots auch Aspekte wie (Unternehmens-)Mission, Sicherheitsanforderungen und Compliance-Anforderungen betreffen. Verwaltung und Betrieb einer Community Cloud können einer oder mehreren der nutzenden Organisationen oder aber einer Drittpartei, d. h. einem externen Dienstleister, übertragen werden. Bei der Community Cloud sind die Risiken hinsichtlich der Daten- und Transaktionssicherheit zwar höher als bei der Private Cloud, aber signifikant geringer als bei der Public Cloud einzustufen.

- Als **Hybrid Cloud** bezeichnet man eine Organisationsform des Cloud Computing, die aus der Kombination von zwei oder drei der Organisationsformen Public Cloud, Private Cloud und Community Cloud besteht.

Das Dienstangebot einer Hybrid Cloud kann sich somit auf öffentliche, private und gemeinschaftliche Anteile erstrecken. Ein Beispiel für eine Hybrid Cloud ist das so genannte Cloud Bursting. Hierbei nutzt z. B. ein Unternehmen eine Private Cloud und zusätzlich eine Public Cloud, falls Belastungsspitzen oder Störungen im Betrieb der Private Cloud auftreten.

Die Kosten für die Nutzung von Diensten im Cloud Computing hängen zunächst von der Organisationsform des Dienstanbieters ab (**Cloud-Kosten**):

- Im Fall von Public Clouds erfolgt die Leistungsabrechnung nach unterschiedlichen verbrauchsbezogenen Preismodellen.
- Im Fall von Private Clouds kommen Ansätze der Leistungsverrechnung zur Anwendung, mit denen die Gesamtkosten eines Dienstangebots entsprechend dem Verbrauch oder Nutzungsumfang auf die Dienstnehmer, z. B. nutzende Abteilungen, aufgeteilt werden.
- Im Fall von Community Clouds ist eine zweistufige Verrechnung der Gesamtkosten erforderlich. In der ersten Stufe zwischen den das Dienstangebot nutzenden Organisationen und in der zweiten Stufe innerhalb jeder der Organisationen analog dem Vorgehen bei Private Clouds.
- Im Fall von Hybrid Clouds wird eine gemischte Leistungsabrechnung durchgeführt, die sich an dem in die Hybrid-Cloud einbezogenen Cloud-Mix orientiert.

Für die Preisgestaltung bei Public Clouds stehen den Dienstanbietern unterschiedliche Preismodelle zur Verfügung, wobei in der Regel monatliche Nutzungsichten zu entrichten sind:

- An Nutzerzahl orientierte „Flatrate“: Zu zahlen ist eine konstante monatliche Rate, die lediglich von der Anzahl der angemeldeten Benutzer eines Dienstnehmers (z. B. Unternehmen), nicht aber von der Nutzungszeit oder der Anzahl der Transaktionen abhängt.
- An Nutzerzahl und Funktionsumfang orientierte „Flatrate“: Zu zahlen ist ebenfalls eine feste monatliche Rate, die jedoch von der Anzahl der angemeldeten Benutzer und dem genutzten Funktionsumfang (z. B. unterschiedliche Anzahl genutzter Module eines ERP-Systems) abhängt.
- Transaktionsorientiertes Preismodell: Der zu zahlende monatliche Betrag orientiert sich an der Anzahl der abgewickelten Transaktionen.
- Preismodell „Freemium“: Dem Servicenehmer wird eine Basisversion eines Dienstes kostenlos zur Verfügung gestellt, darüber hinaus gehende Leistungen werden jedoch in Rechnung gestellt.

Weitere Preismodelle, die speziell bei IaaS- und PaaS-Diensten zur Anwendung kommen, orientieren sich bei der Abrechnung z. B. an der Anzahl genutzter Rechner, der Anzahl genutzter CPU-Stunden, dem Umfang übertragener Daten und dem Umfang genutzter Speicherkapazität.

Die Leistungsverrechnung bei Private Clouds und Community Clouds basiert in der Regel auf leistungsorientierten Kriterien, wie sie den Preismodellen für Public Clouds zugrunde liegen.

Literatur

- Berners-Lee, T.: Der Web-Report. Econ, Düsseldorf/Berlin (2001)
- Drescher, D.: Blockchain. Grundlagen, Frechen (2017)
- Hansen, H.R., Mendling, J., Neumann, G.: Wirtschaftsinformatik, 12. Aufl. de Gruyter, Berlin (2019)
- Haselman, T., Vossen, G.: Database-as-a-Service für kleinere und mittlere Unternehmen, Working Paper. Universität Münster, Münster (2010)
- Hippner, H.: Einsatzpotentiale von Social Software. HMD. **43**, 6–16 (2006)
- Meinel, C., Sack, H.: WWW – Kommunikation, Internetworking, Web-Technologien. Springer, Berlin (2004)
- Mell, P., Grance, T.: The NIST Definition of Cloud Computing. National Institute of Standards and Technology, Gaithersburg (2011)
- Melzer, I.: Service-Orientierte Architekturen mit Web Services: Konzepte, Standards, Praxis, 4. Aufl. Spektrum, Heidelberg (2010)
- Merz, M.: Electronic Commerce, Marktmodelle, Anwendungen und Technologien. dpunkt, Heidelberg (1999)

- Metzger, C., Villar, J.: Cloud Computing, Chancen und Risiken aus technischer und unternehmerischer Sicht. Hanser, München (2012)
- Richter, M., Koch, A.: Social Software – Status quo und Zukunft, Technischer Bericht Nr. 2007-01, Fakultät für Informatik, Universität der Bundeswehr München, München (2007)
- Riggert, W.: Rechnernetze, Grundlagen – Ethernet – Internet, 5. Aufl. Hanser, München (2014)
- Stecher, M.: Enterprise 2.0, Sozio-technologische Neuaustrichtung von Unternehmen. Kovac, Hamburg (2012)
- Vossen, G., Haselmann, T., Hoeren, T.: Cloud-Computing für Unternehmen, Technische, wirtschaftliche, rechtliche und organisatorische Aspekte. dpunkt, Heidelberg (2012)
- Wirtz, B.W.: Electronic Business, 4. Aufl. Springer Gabler, Wiesbaden (2013)

Teil B

Innerorganisatorische Anwendungssysteme

Der vorliegende Teil B des Buches beantwortet die Frage „Welche innerorganisatorischen Anwendungssysteme werden in Wirtschaft, Verwaltung und im privaten Bereich für Zwecke der Informationsverarbeitung heute und zukünftig eingesetzt?“ Angesprochen ist damit ein zentraler Bereich der Wirtschaftsinformatik, der sich mit den möglichen computergestützten Anwendungssystemen aus einer innerorganisatorischen Perspektive auseinandersetzt. Die Betrachtung der interorganisatorischen Anwendungssysteme, d. h. der Systeme der unternehmensübergreifenden Informationsverarbeitung, erfolgt in Teil C. Die Gestaltung der inner- und interorganisatorischen Softwaresysteme und das Management der Informationsverarbeitung sind Gegenstand der zwei restlichen Teile D und E des Buches. Die Einordnung des Teils B in die Gesamtstruktur des Buches veranschaulicht Abb. 1.

Die in Teil C behandelten interorganisatorischen Anwendungssysteme dienen der zwischen- und außerbetrieblichen Informationsverarbeitung. Sie werden auf netzbasierten Computersystemen ausgeführt, die vor allem in das Internet als weltweitem Netz eingebunden sind (vgl. hierzu Teil A). Die innerorganisatorischen Anwendungssysteme stellen dagegen unternehmensexterne Systeme dar, d. h. sie setzen auf lokalen Netzen von Unternehmen auf, häufig auf betrieblichen Intranets.

In konzeptioneller Hinsicht ist die Unterteilung in inner- und interorganisatorische Informationsverarbeitung durchaus trennscharf. Betrachtet man allerdings übliche Kategorien von Anwendungssystemen, so treten Überschneidungen auf. Dies bedeutet, dass gebildete Systemkategorien Einzelsysteme enthalten können, die sowohl Teil B (innerorganisatorische Systeme), als auch Teil C (interorganisatorische Systeme) zuzuordnen sind. In solchen Fällen wird die Kategoriezuordnung gemäß dem Verarbeitungsschwerpunkt getroffen. Wesentliche derartige Systemkategorien sind:

Abb. 1 Einordnung des Teils B in die Gesamtstruktur des Buches

A Instrumente der Informationsverarbeitung
B Innerorganisatorische Anwendungssysteme
C Interorganisatorische Anwendungssysteme
D Gestaltung von Anwendungssystemen
E Management der Informationsverarbeitung

B Innerorganisatorische Anwendungssysteme

- 5 Grundlagen der betrieblichen Informationsverarbeitung
- 6 Operative betriebliche Anwendungssysteme
- 7 Management-Support-Systeme und Business Intelligence
- 8 Integrationsunterstützende Querschnittssysteme

Abb. 2 Unterteilung des Teils B in Kapitel

- Arbeitsplatzsysteme (vgl. Abschn. 5.6): Während Arbeitsplatzinformationssysteme (Office-Systeme) primär der innerorganisatorischen Informationsverarbeitung dienen, unterstützen die Kommunikationsdienste am Arbeitsplatz die inner- und interorganisatorische Kommunikation.
- Data-Support-Systeme (vgl. Abschn. 7.2): Informationserschließungssysteme können auf internen (operativen) und externen (Volltext-)Datenbanken operieren.
- Mobile-Business-Systeme (vgl. Kap. 11): Das Mobile Business hat seinen Anwendungsschwerpunkt im interorganisatorischen Bereich, umfasst aber auch innerorganisatorische Anwendungen.
- Social-Media-Systeme (vgl. Kap. 12): Auch hier liegt der Anwendungsschwerpunkt im interorganisatorischen Bereich. Es existieren jedoch auch innerorganisatorische Anwendungen.

Diese Überschneidungen werden zugunsten einer vollständigen Behandlung der genannten Systemkategorien in je einem Kapitel in Kauf genommen.

Die Bedeutung der im vorliegenden Teil B betrachteten innerorganisatorischen Anwendungssysteme ist sehr hoch, da sie die Tätigkeiten entlang der gesamten Wertschöpfungskette in einem Unternehmen unterstützen. Die Unterteilung des Teils B in die Kap. 5 bis 8 veranschaulicht Abb. 2.

Nach der Darstellung wesentlicher Grundlagen der computergestützten Informationssysteme und Informationsverarbeitung in Unternehmen in Kap. 5 werden die innerorgani-

satorischen Anwendungssysteme behandelt. Schwerpunkte bilden dabei die vielfältigen operativen Anwendungssysteme in Kap. 6 und die Management-Support-Systeme in Kap. 7. Letztere schließen auch die modernen Lösungsansätze des Business Intelligence ein. Eine Integrationswirkung entfaltende Querschnittssysteme werden schließlich in Kap. 8 vorgestellt.



Grundlagen der betrieblichen Informationsverarbeitung

5

Kap. 5 ist das erste Kapitel des Teils B. Es befasst sich mit grundlegenden und systemübergreifenden Aspekten der innerorganisatorischen Anwendungssysteme, hier bezeichnet als Grundlagen der betrieblichen Informationsverarbeitung. In Abb. 5.1 ist die Einordnung des Kap. 5 in den Teil B dargestellt.

Kap. 5 behandelt einige grundlegende Konzepte und Systeme, die für das Verständnis der computergestützten Informationsverarbeitung und Kommunikation in Unternehmen hilfreich sind. Sie betreffen einerseits die Gesamtsicht der Informationsverarbeitung und andererseits einige Aspekte mit übergreifendem Charakter, und zwar Prinzipien und Integration der Informationsverarbeitung sowie Einsatz von Kommunikationstechnologien, Standardsoftware und Arbeitsplatzsystemen. Nachdem in Abschn. 5.1 ein Überblick der Systeme der betrieblichen Informationsverarbeitung gegeben wird, der sich primär an der so genannten Systempyramide orientiert, werden in Abschn. 5.2 einige grundlegende Prinzipien der Informationsverarbeitung erörtert. Letztere berücksichtigen unterschiedliche Arten von Informationsverarbeitungsaufgaben und differenzieren entsprechend nach verschiedenen Verarbeitungsformen. Der folgende Abschn. 5.3 befasst sich mit der aus Effizienzgründen unumgänglichen Integration von Informationssystemen und differenziert nach verschiedenen Arten der horizontalen und vertikalen Systemintegration. Abschn. 5.4 trägt der wachsenden Bedeutung von Kommunikationstechnologien Rechnung und betrachtet wesentliche, nach Systemen der internen und externen Kommunikation sowie nach Kommunikationspartnern differenzierende Kommunikationsstrategien. Der anschließende Abschn. 5.5 geht auf die Frage des Einsatzes von Individual- oder Standardsoftware ein, die zunächst zur Abgrenzung dieser Softwarearten und dann zu Vor- und Nachteilen ihres betrieblichen Einsatzes führt. Abschließend werden in Abschn. 5.6 die allen Mitarbeitern eines Unternehmens zugänglichen und unverzichtbaren Arbeitsplatzsysteme behandelt.

- B Innerorganisatorische Anwendungssysteme
5 **Grundlagen der betrieblichen Informationsverarbeitung**
6 Operative betriebliche Anwendungssysteme
7 Management-Support-Systeme und Business Intelligence
8 Integrationsunterstützende Querschnittssysteme

Abb. 5.1 Einordnung von Kap. 5 in den Teil B

5.1 Landschaft der betrieblichen Informationsverarbeitung

In den letzten Jahrzehnten hat der Fortschritt der IuK-Technologien zur Entwicklung einer Vielzahl und Vielfalt von betrieblichen Anwendungssystemen geführt. Entstanden ist so eine komplexe Landschaft der betrieblichen Informationsverarbeitung, die spezielle Systeme für unterschiedliche Zwecke, Unternehmensbereiche und Personenkreise umfasst. Im vorliegenden Abschnitt wird diese Landschaft strukturiert, und es werden die resultierenden Kategorien von betrieblichen Anwendungssystemen charakterisiert. Der Schwerpunkt liegt hierbei allerdings auf solchen Systemen, die für den Einsatz innerhalb der Grenzen eines Unternehmens bestimmt sind (innerbetriebliche oder innerorganisatorische Informationsverarbeitung).

Grundsätzlich erstreckt sich die betriebliche Informationsverarbeitung bekanntlich auch auf Anwendungssysteme im über- und zwischenbetrieblichen Einsatz. Wie bereits zu Beginn des Teils B dargelegt, werden die interorganisatorischen Informationssysteme in Teil C behandelt. Gleichwohl wird auf gewisse Aspekte der interorganisatorischen Informationsverarbeitung bereits hier eingegangen, sofern dies z. B. die systematische Darstellung grundlegender Konzepte erfordert.

Grob gesehen, kann die Gesamtheit der (inner-)betrieblichen Anwendungssysteme nach der Art der unterstützten betrieblichen Aufgaben in Administrations-, Dispositions-, Planungs- und Kontrollsysteme eingeteilt werden (vgl. Mertens (2001)). Analog den Managementebenen lassen sich diese Systeme einerseits unterschiedlichen Ebenen der betrieblichen Informationsverarbeitung zuordnen. Berücksichtigt man andererseits noch die verschiedenen Stufen der innerbetrieblichen Wertschöpfungskette, so ergibt sich auf diese Weise ein zweidimensionales Kategorisierungsschema, das sich – wie in Abb. 5.2 gezeigt – in Form einer **Systempyramide** darstellen lässt (vgl. Scheer (1996); Scheer (1995); Mertens (2012)).

- Auf der untersten Ebene unterstützen die mengenorientierten **operativen Systeme** die Arbeitsabläufe des operativen Unternehmensgeschehens, während die wertorientierten Abrechnungssysteme die Leistungserstellung wertmäßig erfassen. Beide Systemklassen werden auch unter dem Oberbegriff **Administrations- und Dispositionssysteme** zusammengefasst.

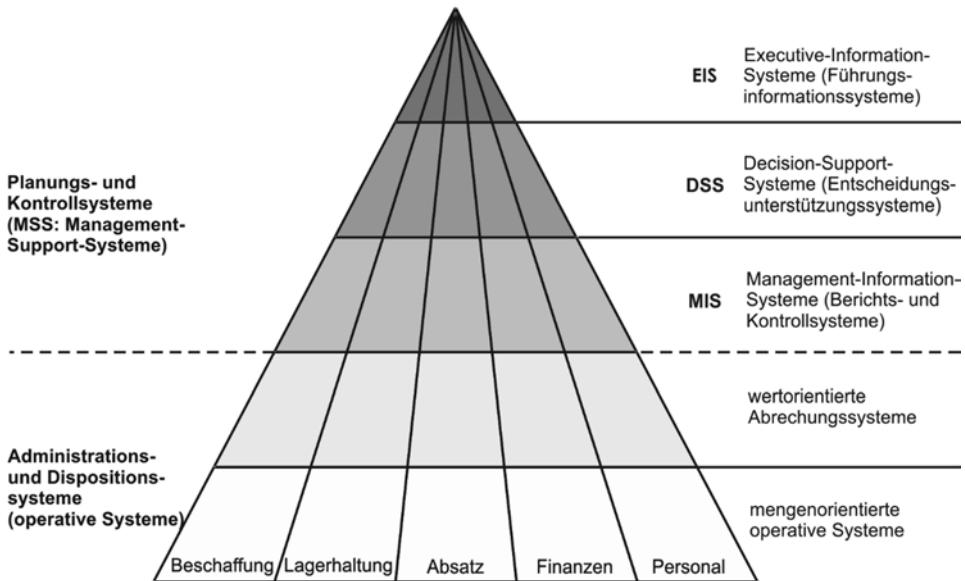


Abb. 5.2 Systempyramide der betrieblichen Anwendungssysteme

► Die auf den oberen Ebenen zur Managementunterstützung eingesetzten Berichts-, Entscheidungsunterstützungs- und Führungssysteme greifen auf die internen Leistungs- und Abrechnungsdaten der operativen Ebene zu und bereiten diese, sowie zusätzliche externe Daten, für das Management auf. Aufbereitung ist hier in einem weiten Sinne zu verstehen und umschließt z. B. Informationsverdichtungen, Informationsanalysen und Entscheidungskalküle. Diese Systeme werden auch unter dem Begriff **Planungs- und Kontrollsysteme** oder **Management-Support-Systeme (MSS)** zusammengefasst.

Die Management-Support-Systeme (MSS) lassen sich grob in die Systemkategorien MIS (Management-Information-Systeme), DSS (Decision-Support-Systeme) und EIS (Executive-Information-Systeme) einteilen (vgl. Gluchowski et al. (2008)).

Neben den genannten Systemkategorien haben sich in den letzten Jahren weitere funktions- und ebenenübergreifende **betriebliche Anwendungssysteme** fest etabliert, die sich nur schwer in den an Managementebenen und Wertschöpfungsfunktionen ausgerichteten und als klassisch zu bezeichnenden Kategorisierungsansatz in Abb. 5.2 einordnen lassen. Darunter fallen vor allem solche Systeme, die funktionsunabhängig sowie bereichs- und ebenenübergreifend eingesetzt werden. Hierzu gehören einerseits die in allen Funktionsbereichen und auf allen Ebenen genutzten computergestützten Arbeitsplatzsysteme sowie die integrationsunterstützenden Querschnittssysteme. Trägt man diesen Entwicklungen Rechnung, so lassen sich die betrieblichen Anwendungssysteme – wie in Abb. 5.3 gezeigt – in vier Hauptkategorien mit jeweils weiteren Unterkategorien gliedern.

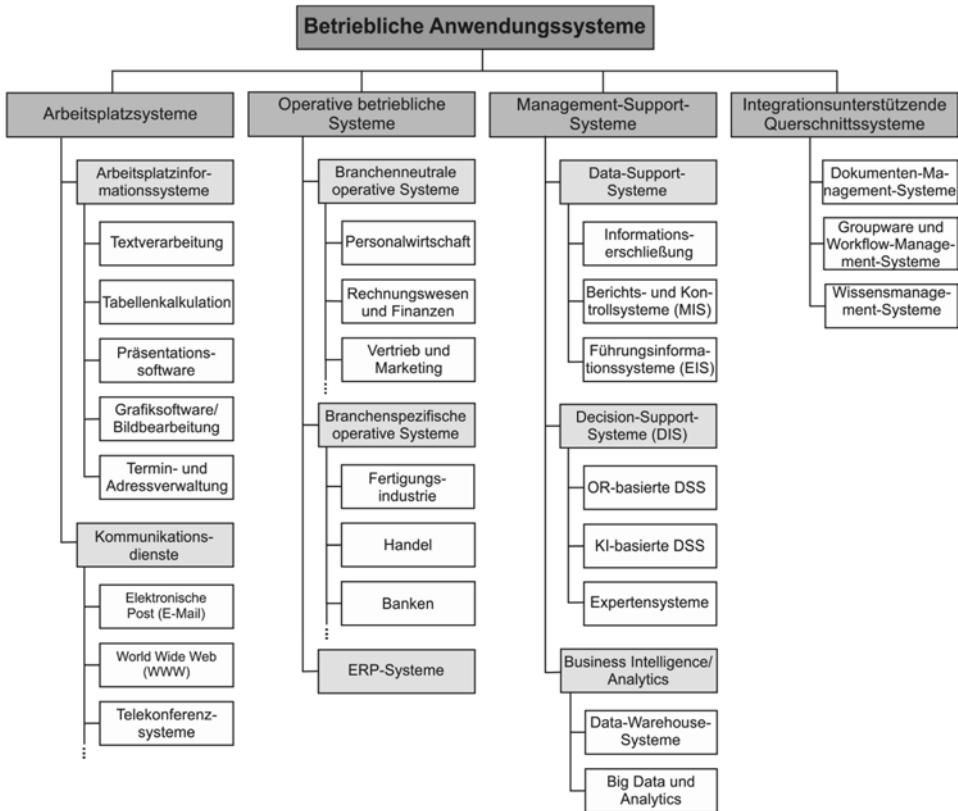


Abb. 5.3 Kategorien betrieblicher Anwendungssysteme

Als **Arbeitsplatzsysteme** (vgl. Abschn. 5.6) werden Anwendungssysteme bezeichnet, die einen Aufgabenträger an seinem Arbeitsplatz bei der Erfüllung allgemeiner Aufgaben des Büroalltags unterstützen. Sie weisen keinen a priori gegebenen Bezug zu einem bestimmten betrieblichen Funktionsbereich oder einer bestimmten Managementebene auf. Daher sind sie geeignet, sowohl ausführende als auch leitende Tätigkeiten, unabhängig vom jeweiligen Fachbezug, zu unterstützen. Die Arbeitsplatzsysteme lassen sich in zwei Gruppen einteilen, Arbeitsplatzinformationssysteme und Dienste zur Arbeitsplatzkommunikation. Beispiele für Arbeitsplatzinformationssysteme sind die mittlerweile allgegenwärtigen integrierten Office-Systeme, die häufig am Arbeitsplatz benötigte Funktionen von der Textverarbeitung über die Tabellenkalkulation bis hin zum Termin-, Adress- und Kontakt-Management in Form von Standardsoftware bereitzustellen (vgl. Abschn. 5.6.1). Zu den **Kommunikationssystemen** zählen neben Systemen zur Unterstützung der Sprachkommunikation die bekannten, teils Internet-basierten Kommunikationsdienste wie z. B. elektronische Post (E-Mail) oder World Wide Web (WWW) (vgl. Abschn. 5.6.2). Zwar werden diese Dienste nicht nur im innerbetrieblichen Rahmen, sondern gerade an der Schnittstelle zur Unternehmensumwelt eingesetzt. Aufgrund ihrer hohen Bedeutung

für den Unternehmensalltag und aus Gründen der Vollständigkeit des Bildes des betrieblichen Technologieeinsatzes werden sie hier jedoch in die Darstellung einbezogen.

Die Kategorie der operativen betrieblichen Informationssysteme (vgl. Kap. 6), fasst die dem Bereich der operativen Geschäftstätigkeit eines Unternehmens zuzuordnenden Anwendungssysteme zusammen. Die Systeme dieser Kategorie dienen der unmittelbaren Unterstützung der betrieblichen Geschäftsprozesse. Sie korrespondieren im Wesentlichen mit den in der Systempyramide der Abb. 5.2 als „Administrations- und Dispositionssysteme“ bezeichneten Anwendungssystemen. Die operativen betrieblichen Anwendungssysteme lassen sich weiter in branchen neutrale und branchenspezifische operative Systeme aufgliedern. Branchen neutrale operative Systeme unterstützen solche Aufgaben, deren Bearbeitung nach branchenübergreifend standardisierten, teils gesetzlich geregelten Verfahren erfolgen kann oder muss. Als Beispiele für Systeme dieser Kategorie werden hier Systeme zur Unterstützung von operativen Aufgaben in der Personalwirtschaft, im Rechnungs- und Finanzwesen sowie im Vertrieb und im Marketing behandelt (vgl. Abschn. 6.1). Branchenspezifische operative Systeme dagegen unterstützen solche Aufgaben, deren Bearbeitung stark durch die Eigenheiten der jeweiligen Branche geprägt ist. Es werden hier exemplarisch ausgewählte branchenspezifische operative Anwendungssysteme der Fertigungsindustrie, des Handels und des Kreditwesens vorgestellt (vgl. Abschn. 6.2). Aufgrund ihrer großen praktischen Bedeutung wurden in Abb. 5.3 die ERP-Systeme als separate Kategorie von operativen Systemen ausgewiesen, da ihr Einsatzschwerpunkt im operativen Bereich liegt (vgl. Abschn. 6.3).

Im Unterschied zu den vorgenannten Anwendungssystemen der operativen Ebene dienen **Management-Support-Systeme** dazu, Führungskräfte und Entscheidungsträger eines Unternehmens bei ihren Tätigkeiten zu unterstützen, die sich vor allem auf Planungs-, Kontroll- und Analyseaufgaben beziehen (vgl. Kap. 7). Bei den Management-Support-Systemen ist hinsichtlich der Unterstützungsform zwischen Data Support und Decision Support zu unterscheiden (vgl. Abschn. 7.1).

Data-Support-Systeme unterstützen das Management durch die Bereitstellung führungsrelevanter Informationen (vgl. Abschn. 7.2). Hierunter fallen zum einen Systeme zur Informationserschließung aus externen Informationsquellen, z. B. im World Wide Web (WWW). Daraüber hinaus sind hier die bereits in der Systempyramide (vgl. Abb. 5.2) angeführten Berichts- und Kontrollsysteme sowie die Führungsinformationssysteme einzurichten. Berichts- und Kontrollsysteme bereiten Informationen aus den operativen betrieblichen Informationssystemen so auf, dass das Management daraus unmittelbar Hinweise auf unerwünschte Entwicklungen und einzuleitende Maßnahmen erhält. Führungsinformationssysteme richten sich an die oberste Führungsebene und bezwecken die Bereitstellung von Informationen für die strategische Unternehmenssteuerung.

Im Unterschied zur reinen Informationsbereitstellung der Data-Support-Systeme zielen **Decision-Support-Systeme (DSS)** auf die Unterstützung des Entscheidungsfindungsprozesses selbst ab. Abhängig von den Methoden und Verfahren, die dabei zum Einsatz kommen, lassen sich diese Systeme weiter in einfachere interaktive Planungswerkzeuge, OR-basierte und KI-basierte DSS sowie Expertensysteme unterteilen (vgl. Abschn. 7.3).

OR-basierte DSS stützen sich bei der Erstellung von Lösungsvorschlägen auf Modelle und Verfahren des Operations-Research (OR), wie z. B. die lineare Programmierung, Heuristiken und Simulation. KI-basierte DSS dagegen verwenden dazu Ansätze der so genannten Künstlichen Intelligenz (KI), z. B. Techniken des fallbasierten Schließens. Expertensysteme stellen spezielle Systeme der Wissensverarbeitung dar, die auf die Lösung von Entscheidungsproblemen unter Nutzung von Expertenwissen abzielen. Weiterentwickelte Formen von DSS, die nicht in die Kategorien der klassischen Data- und Decision-Support-Systeme fallen, sind die Systeme des Business Intelligence und Business Analytics (vgl. Abschn. 7.4). Von besonderer Bedeutung sind hier Data-Warehouse-Systeme, die der Bereitstellung eines aus heterogenen Quellen gespeisten Datenpools zur Unterstützung von Managemententscheidungen dienen, sowie Ansätze zur Analyse sehr großer schlecht- und unstrukturierter Datenmengen, die in Abschn. 7.4.4 unter dem Titel „Big Data und Analytics“ betrachtet werden.

Schließlich werden in der Gruppe der integrationsunterstützenden Querschnittssysteme (vgl. Kap. 8) all jene Informationssysteme zusammengefasst, welche eine gemeinsame Basis für die Unterstützung verschiedener betrieblicher Funktionen auf unterschiedlichen Unternehmensebenen bereitstellen. Aufgrund ihrer funktions- und ebenenübergreifenden Ausrichtung besitzen diese Systeme eine erheblich stärker integrierende Wirkung als die eingangs genannten Arbeitsplatzsysteme, welche vorrangig die Aufgabenerfüllung an einem einzelnen Arbeitsplatz unterstützen. Als Beispiele für wichtige Systeme dieser Kategorie werden folgende Systemarten behandelt:

- Dokumenten-Management-Systeme zur funktionsübergreifenden, elektronischen Verwaltung und Bereitstellung von Dokumenten, die im Geschäftsbetrieb eines Unternehmens anfallen (vgl. Abschn. 8.1).
- Groupware-Systeme zur Unterstützung von eher unstrukturierten Gruppenarbeitsprozessen, wie sie z. B. von Projektgruppen und Arbeitskreisen durchgeführt werden, und Workflow-Management-Systeme zur automatisierten Steuerung und Koordination der Ausführung gut strukturierter, meist operativer Geschäftsprozesse (vgl. Abschn. 8.2).
- Wissensmanagement-Systeme zur Gewinnung, Speicherung und Verteilung von Wissen innerhalb eines Unternehmens (vgl. Abschn. 8.3).

5.2 Konzepte der betrieblichen Informationsverarbeitung

Weite Bereiche der betrieblichen Informationsverarbeitung basieren auf gewissen Konzepten, welche die Art der Wahrnehmung von Abrechnungs-, Planungs- und Kontrollaufgaben sowie die Datenaktualität bestimmen. In ihnen kommen bestimmte betriebswirtschaftliche Denkweisen zum Ausdruck. Auf diese Aspekte wird in den folgenden Abschnitten eingegangen. Vorbereitend wird zunächst eine für die betriebliche Informationsverarbeitung bedeutsame Unterscheidung von Daten in zustands- und ereignisorientierte Daten erläutert (vgl. Abschn. 5.2.1). Anschließend werden die Batch-Verarbeitung

sowie die Dialog- und ereignisorientierte Verarbeitung – jeweils mit wichtigen Varianten – als grundlegende Verarbeitungsprinzipien vorgestellt (vgl. Abschn. 5.2.2).

5.2.1 Zustands- und ereignisorientierte Daten

Im Rahmen der betrieblichen Informationsverarbeitung unterscheidet man zwischen zustandsorientierten und ereignisorientierten Daten.

- **Zustandsorientierte Daten** beschreiben Zustände dauerhaft relevanter betrieblicher Phänomene. Ihre langfristige Speicherung und laufende Aktualisierung ist daher unumgänglich. Nach der Änderungshäufigkeit differenziert man bei den zustandsorientierten Daten weiter zwischen Stammdaten und Bestandsdaten.
- **Stammdaten** betreffen solche Objekteigenschaften, die in der Regel unverändert bleiben und nur in besonderen Fällen aktualisiert werden müssen, wie z. B. Kundenadressen, Artikelnummern und Geburtsdaten. Daten mit Stammdatencharakter, die produktionsrelevante Phänomene betreffen – z. B. Stücklisten und Arbeitspläne –, werden als Grunddaten bezeichnet.
- **Bestandsdaten** dagegen sind ihrer Natur nach im Zeitablauf Änderungen unterworfen und bedürfen daher der permanenten Fortschreibung. Beispiele sind Artikelbestände und Kontostände.
- **Ereignisorientierte Daten** beschreiben Änderungen an zustandsorientierten Daten. Sie ergeben sich aus dem Eintritt von Ereignissen oder aus der Durchführung von Aktionen, wie z. B. dem Wohnortwechsel eines Kunden oder der Entnahme eines Artikels aus einem Lager.

Abhängig davon, welcher Kategorie die von der Änderung betroffenen Zustandsdaten angehören, unterscheidet man Änderungsdaten und Bewegungsdaten.

 - Als **Änderungsdaten** bezeichnet man Änderungen an Stammdaten, z. B. die Änderung einer Kundenadresse oder der Wechsel des Familienstandes eines Mitarbeiters.
 - **Bewegungsdaten** dagegen betreffen die Änderung von Bestandsdaten. Beispiele sind die Auszahlung von einem Konto oder der Abgang eines Artikels aus einem Lager. Bestell- und Auftragsdaten können ebenfalls zu den Bewegungsdaten gerechnet werden.

Ereignisorientierte Daten sind naturgemäß nur von vorübergehender Bedeutung, da sie nach vollständiger Abwicklung, also nach Änderungsvollzug, keine unmittelbare Relevanz für die laufende Geschäftstätigkeit mehr besitzen. Ihre dauerhafte Speicherung ist in vielen Fällen dennoch sinnvoll, z. B. für Zwecke der Archivierung oder für betriebswirtschaftliche Analysezwecke.

5.2.2 Batch- und Dialogverarbeitung

► Bei der **Batch-Verarbeitung**, auch Stapelverarbeitung genannt, werden viele gleichartige Vorfälle über einen bestimmten Zeitraum gesammelt, zu einem Stapel (engl. batch) zusammengefasst und ohne menschliche Eingriffe in einem Verarbeitungsablauf abgewickelt.

Da die Verarbeitung zu vorbestimmten Zeitpunkten erfolgt, z. B. stets am Ende eines Tages, einer Woche, eines Monats, eines Quartals oder eines Jahres, ist die Aktualität veränderter Daten wie Adressen, Lagerbestände und Kontenstände nur für die Verarbeitungszeitpunkte gewährleistet.

Das Prinzip der Batch-Verarbeitung ist sowohl auf Abrechnungssysteme als auch auf Planungssysteme anwendbar. Eine Batch-Verarbeitung ist in folgenden Situationen angezeigt:

- Aus Wirtschaftlichkeitsgründen verbietet die Auslastung des Rechnersystems die sofortige Verarbeitung von Vorfällen oder Änderungen; letztere müssen daher gesammelt und zu Zeiten geringerer Auslastung verarbeitet werden.
- Die zwischen zwei Verarbeitungszeitpunkten auftretenden Änderungen haben nur geringe Auswirkungen auf die Ergebnisqualität des zugrunde liegenden Abrechnungs- oder Planungsprozesses.
- Die abzuwickelnden Abrechnungs- und Planungsprozesse setzen auf periodenbezogenen Werten auf; dies gilt z. B. für monatliche oder vierteljährliche Erfolgsrechnungen, für monatliche Planungen des Produktionsprogramms und für den Jahresabschluss.

Während sich Abrechnungsprozesse auf Vergangenheitsdaten beziehen, werden bei Planungsprozessen auch zukunftsbezogene Daten verarbeitet. Bei den zukunftsbezogenen Daten ist zwischen

- Planungsparametern und
- Planungsvariablen

zu unterscheiden. Planungsparameter sind in einer Planungssituation zu berücksichtigende Faktoren, die als unabhängige Größen in den Planungsprozess einfließen. Sie beschreiben eine Planungssituation z. B. in Bezug auf die Auftragslage und -entwicklung

während der Planungsperiode, die Auslastung vorhandener Kapazitäten im Planungszeitraum, die während dieser Zeit bestehenden Kapitalanlagemöglichkeiten und das Niveau der Einkaufspreise. Sofern die Werte einzelner Planungsparameter zum Zeitpunkt der Planung noch nicht bekannt sind, sind vor Beginn der Planung jeweils geeignete Annahmen zu treffen.

Im Gegensatz dazu repräsentieren Planungsvariable die in einer Planungssituation zu treffenden Entscheidungen. Da sich ihre jeweilige Ausprägung erst aus dem Planungsprozess ergibt, stellen Planungsvariablen die abhängigen Größen des Planungsprozesses dar.

Nach der Durchführung eines Planungsvorgangs eintretende Abweichungen von den angenommenen Werten der Planungsparameter, wie sie z. B. durch Maschinenausfälle, zusätzliche Kundenaufträge und Änderungen von Rohstoffpreisen bedingt sein können, stellen möglicherweise die getroffenen und auch künftigen Planungsentscheidungen in Frage.

Typisch für Batch-Planungssysteme ist, dass Änderungen von Planungsparametern nicht unmittelbar zu einer Revision der zuletzt getroffenen Planungsentscheidungen führen. Vielmehr werden die Änderungen gesammelt und bei dem nächsten Planungsvorgang berücksichtigt; dieser findet zu einem vorbestimmten Zeitpunkt statt.

► Bei der **Dialogverarbeitung**, auch interaktive Verarbeitung genannt, findet ein ständiger Wechsel zwischen dem Stellen von Teilaufgaben durch den Benutzer und den darauf durch das Anwendungssystem gegebenen Antworten statt.

Im Unterschied zur Batch-Verarbeitung erlaubt die Dialogverarbeitung die zeitnahe Verarbeitung von Änderungs- und Bewegungsdaten, im Idealfall unmittelbar nach ihrem Bekanntwerden. Die betroffenen Stamm-, Bestands- und Planungsdaten können auf diese Weise jederzeit im Dialog mit den Anwendungssystemen aktuell gehalten werden.

Somit bilden nicht vorab fixierte, periodisch wiederkehrende Abrechnungs- oder Planungszeitpunkte den Anlass für die Verarbeitung dieser Daten, sondern die diesen Daten zugrunde liegenden, betrieblich relevanten Ereignisse selbst – z. B. das Eintreffen einer Nachricht über die Änderung einer Kundenadresse, die erfolgte Auszahlung von einem Konto, das Eintreffen eines neuen Kundenauftrags oder der Ausfall einer Maschine. Man spricht daher auch von **ereignisorientierter Verarbeitung**.

Eine Dialogverarbeitung empfiehlt sich in folgenden Situationen:

- Es ist mit starken Datenschwankungen zu rechnen, z. B. von Rohstoffpreisen und Wechselkursen, die erhebliche Auswirkungen auf die Qualität des Abrechnungs- oder Planungsergebnisses besitzen und daher eine aktuelle Verarbeitung nahelegen; so z. B. aktuelle Preiskalkulationen im Rahmen von Auftragsverhandlungen.
- Es liegen Verarbeitungsprozesse vor, die nicht auf Perioden bezogen sind, sondern auf einzelne Produkte, Projekte oder Aufträge; so z. B. Kalkulationen für bestimmte Endprodukte.

- Es bestehen hohe Anforderungen an die Aktualität von Bestands- oder Planungsdaten, vorzugsweise bei kurzfristigen Abrechnungs- oder Planungsprozessen; so z. B. die jeweils sofort vorgenommene Platzbuchung bei Fluggesellschaften.

5.3 Integration der betrieblichen Informationsverarbeitung

Die Entwicklung der betrieblichen Informationsverarbeitung ist durch eine beständige Zunahme der Integration der Anwendungssysteme gekennzeichnet. Im Folgenden werden zunächst Begriff und Ziele der Integration vorgestellt (vgl. Abschn. 5.3.1). Danach werden die verschiedenen Formen der Integration behandelt, die aus unterschiedlichen Betrachtungsperspektiven resultieren. Hinsichtlich des inhaltlichen Aspekts wird zwischen Daten- und Funktionsintegration unterschieden (vgl. Abschn. 5.3.2) und hinsichtlich der Integrationsrichtung zwischen horizontaler und vertikaler Integration (vgl. Abschn. 5.3.3). Schließlich wird mit der Prozessintegration eine auf ganze Arbeitsläufe bezogene Integrationsform vorgestellt (vgl. Abschn. 5.3.4).

5.3.1 Begriff und Ziele der Integration

- Allgemein lässt sich **Integration** als Zusammenführung von ursprünglich unverbundenen Elementen zu einer Einheit umschreiben. Im Kontext der betrieblichen Informationsverarbeitung versteht man unter Integration vorrangig die Verknüpfung bislang isoliert voneinander betriebener betrieblicher Anwendungssysteme (vgl. z. B. Mertens (2001); Mertens und Meier (2009)).

In der Vergangenheit präsentierte sich die Informationsverarbeitung in den Unternehmen oftmals als eine heterogene Landschaft von nicht integrierten Einzelsystemen oder Insellösungen. Auch wenn sich die einzelnen Anwendungssysteme durch einen hohen Entwicklungsstand auszeichneten, waren dennoch erhebliche Integrationsdefizite zu beobachten:

- Von mehreren Systemen verarbeitete gleiche Daten mussten entweder mehrfach erfasst oder über aufwendige Schnittstellenkonstruktionen ausgetauscht werden.
- Durch die Inkaufnahme von Datenredundanzen wurde die Entstehung inkonsistenter Datenbestände begünstigt.
- Einzelsysteme waren in der Regel auf bestimmte betriebliche Funktionen zugeschnitten; funktionsübergreifende Arbeitsabläufe wurden daher nur unzureichend unterstützt.

Mit der Integration der betrieblichen Informationsverarbeitung strebt man die Behebung derartiger Defizite und die Nutzung ihrer Potenziale an. Dabei besteht das Ziel der Integration darin, einzelne Anwendungssysteme bezüglich ihrer Aufgabenerfüllung so

aufeinander abzustimmen und miteinander zu verzahnen, dass dadurch ein Beitrag zur Erreichung übergeordneter Ziele geleistet wird (**Integrierte Informationsverarbeitung**).

Grundsätzlich kann bezüglich der Integrationsreichweite (Mertens et al. (2009)) zwischen der Integration innerhalb eines Unternehmens (inner- oder intraorganisatorische Integration) und Integration über Unternehmensgrenzen hinweg (interorganisatorische Integration) differenziert werden. Die folgenden Ausführungen konzentrieren sich auf die innerorganisatorische Integration; Formen der interorganisatorischen Integration werden in Teil C, Kap. 9 behandelt.

5.3.2 Daten- und Funktionsintegration

► Als **Datenintegration** bezeichnet man die Verknüpfung von Anwendungssystemen durch die gemeinsame Nutzung von Daten.

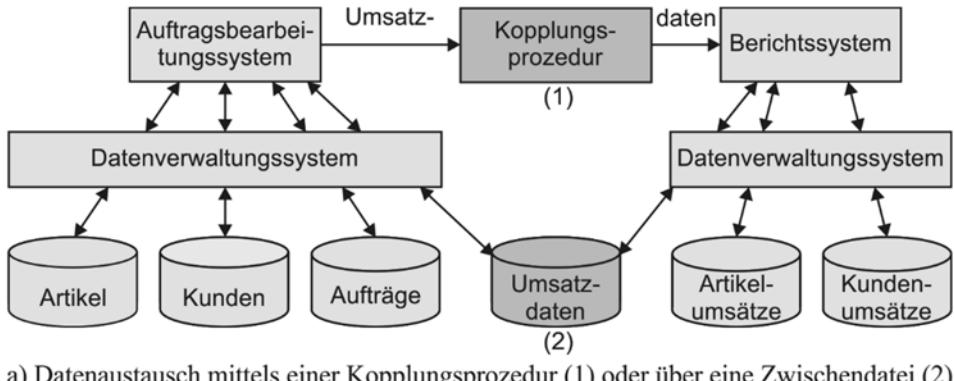
Datenintegration kann auf zweierlei Weise realisiert werden (vgl. Hackstein und Köhl (1991), S. 30, sowie Beispiel 5.1):

- Eine schwächere Form der Datenintegration, auch als Datenkopplung bezeichnet, wird durch den Austausch von Daten zwischen eigenständigen Anwendungssystemen erreicht. Datenredundanzen werden explizit in Kauf genommen. Der Datenaustausch kann durch die Ablage von Daten in Zwischendateien oder durch die wechselseitige Bereitstellung von Kopplungsprozeduren oder Schnittstellen realisiert werden.
- Datenintegration im engeren Sinne liegt vor, wenn die von verschiedenen eigenständigen Anwendungssystemen benötigten Daten in einer gemeinsam genutzten, konsistenten Datenbasis bereitgestellt werden. Dazu werden die Daten redundanzfrei in einer Datenbank abgelegt. Über das Datenbankverwaltungssystem haben die einzelnen Anwendungen Zugang zu den gemeinsamen Daten.

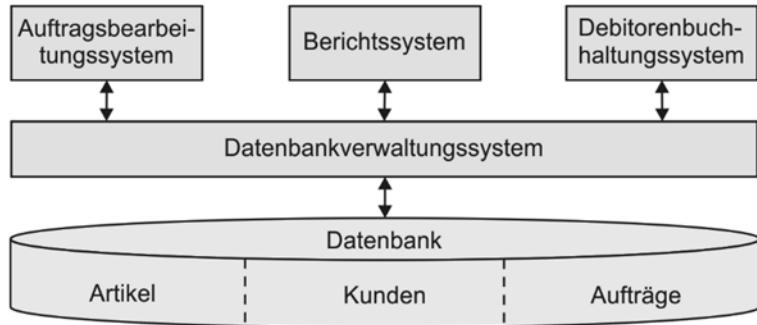
Die Vorteile der Datenintegration durch eine gemeinsame Datenbasis gegenüber der Datenintegration durch Datenaustausch resultieren aus der Existenz eines übergreifenden Datenmodells für alle integrierten Anwendungssysteme. Dies erleichtert die Sicherstellung von Redundanzfreiheit und Datenkonsistenz erheblich. Die aufwändige Definition wechselseitiger Schnittstellen oder Kopplungsprozeduren zwischen den Anwendungen kann entfallen.

Beispiel 5.1

Abb. 5.4 veranschaulicht die verschiedenen Formen der Datenintegration an einem vereinfachten Beispiel. Bei dem Datenaustausch gemäß Abb. 5.4a) entstehen Datenredundanzen durch die Übernahme von Umsatzdaten aus dem Auftragsbearbeitungssystem in den Datenbestand des Berichtssystems. Die Datenredundanzen entfallen, falls man, wie es Abb. 5.4b) andeutet, den Anwendungssystemen eine gemeinsame Datenbasis unterlegt. ◀



a) Datenaustausch mittels einer Kopplungsprozedur (1) oder über eine Zwischendatei (2).



b) Datenintegration durch gemeinsame Datenhaltung.

Abb. 5.4 Formen der Datenintegration

► Als **Funktionsintegration** bezeichnet man die Zusammenfassung fachlich zusammengehöriger Funktionen, die bislang von unterschiedlichen Anwendungssystemen bereitgestellt werden, in einem Anwendungssystem oder zumindest an einem Computerarbeitsplatz.

Beispielsweise wird ein Kreditsachbearbeiter in einer Bank seine Kunden prompt und umfassend beraten können, wenn er an seinem Arbeitsplatz jederzeit Zugang zu den sein Arbeitsgebiet betreffenden Funktionen hat, wie z. B. Kundenstammdatenverwaltung, Kreditangebotserstellung sowie Kontoführung. Die Funktionsintegration wirkt somit dem Taylorismus entgegen. Während letztere Produktivitätssteigerungen durch die Ausnutzung von Spezialisierungsvorteilen anstrebt, führt die Funktionsintegration zu einer Verringerung der Arbeitsteilung. Produktivitätsvorteile können sich dennoch ergeben, da z. B. der Wegfall von Koordinations-, Übergangs- und Einarbeitungszeiten eine schnellere Bearbeitung ermöglicht (vgl. Scheer (1996), S. 64 f.). Werden die zu integrierenden Funktionen in einem (neu zu erstellenden) Anwendungssystem zusammengeführt, wird damit gleichzeitig das Problem der Datenintegration umgangen.

5.3.3 Horizontale und vertikale Integration

Mittels Funktions- und Datenintegration können Verbindungen zwischen Anwendungssystemen der gleichen organisatorischen Ebene (horizontale Integration) sowie ebenenübergreifende Verbindungen (vertikale Integration) hergestellt werden.

- Als **horizontale Integration** bezeichnet man die Verknüpfung der Anwendungssysteme der operativen Ebene entlang des Leistungserstellungsprozesses mittels Daten- und/oder Funktionsintegration.

Beispiel 5.2

Zur Veranschaulichung der horizontalen Integration diene das folgende Beispiel. Betrachtet sei die stark vereinfachte Auftragsabwicklung in einem Fertigungsbetrieb. Gemäß Abb. 5.5 durchläuft ein Auftragsobjekt z. B. nacheinander die Abteilungen Auftragsbearbeitung, Konstruktion, Fertigungsdisposition, Fakturierung und Debitorenbuchhaltung der Funktionsbereiche Vertrieb, Technik, Produktion und Finanzen. Zur Bearbeitung eines Auftragsobjektes werden in den einzelnen Abteilungen etwa die jeweils angegebenen Daten benötigt. Der durch Pfeile veranschaulichte Datenfluss zwischen den einfachheitshalber nicht in die Grafik einbezogenen Anwendungssystemen wird durch horizontale Datenintegration realisiert. ◀

- Unter **vertikaler Integration** versteht man die Verknüpfung von Anwendungssystemen verschiedener Managementebenen von der operativen bis zur strategischen Ebene.

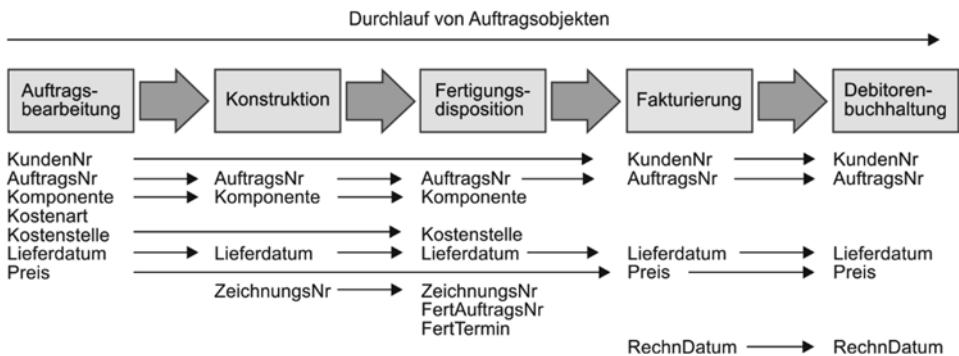


Abb. 5.5 Grobdarstellung des Auftragsabwicklungsprozesses

Eine von unten nach oben gerichtete Integration wird von einer Informationsverdichtung und eine abwärtsgerichtete Integration von einer Informationsauffächerung begleitet. So werden die von den Systemen der operativen Ebene bereitgestellten Informationen auf der Ebene der Berichts- und Kontrollsysteme z. B. zu Kennlinien und Kennzahlen verdichtet. In umgekehrter Richtung findet eine Auffächerung der mit Planungssystemen gewonnenen Informationen statt. Aus Planungsergebnissen werden auf diese Weise immer feiner detaillierte Zielvorgaben bis hinunter zur ausführenden Ebene abgeleitet.

5.3.4 Prozessintegration

Auch wenn in einem Unternehmen die vertikale und die horizontale Integration weit vorangeschritten sind, kann sich die Informationsverarbeitung noch überwiegend an den Bedingungen der Funktionsbereiche orientieren. Die Prozessintegration dagegen rückt die Gestaltung bereichsübergreifender Geschäftsprozesse im Sinne vorgegebener Prozessziele in den Vordergrund. Neben der ablauforganisatorischen Integration der Vorgänge entlang des Arbeitsflusses gilt es, die Anwendungssysteme, welche diese Vorgänge – auch Teilprozesse genannt – unterstützen, möglichst bruchlos miteinander zu verzähnen. Der Begriff der Prozessintegration lässt sich somit wie folgt definieren (vgl. auch Gassner (1996), S. 14):

► **Prozessintegration** bezeichnet die Verbindung von Vorgängen zu einem auf vorgegebenen Zielen ausgerichteten Geschäftsprozess; dies geschieht auf ablauforganisatorischer Ebene durch die Verbindung von Einzeltätigkeiten zu einem durchgängigen Arbeitsfluss sowie auf informationstechnischer Ebene durch die Verknüpfung der zur Ausführung dieser Vorgänge eingesetzten Anwendungssysteme zu einem durchgängigen Unterstützungsinstrumentarium.

Beispiele für häufig angestrebte Prozessziele sind die Reduktion der Prozesskosten, die Senkung der Reklamationsquote und die Verkürzung der Durchlaufzeit. Konkrete Maßnahmen der Prozessintegration lassen sich nach der Integrationsart und nach dem Integrationsziel differenzieren (vgl. Becker et al. (1996)):

- Bezuglich der Integrationsart unterscheidet man das Verbinden und das Vereinigen von Systemkomponenten.
- Als Integrationsziele kommen die Elimination von Funktionen und die Realisierung von Degressionseffekten in Frage.

Durch die Kombination von Integrationsarten und -zielen ergeben sich die in Abb. 5.6 genannten Formen der Prozessintegration.

Durch das Verbinden von nicht oder ungenügend verbundenen Vorgängen wird ein Arbeitsfluss hergestellt. Der in Flussrichtung folgende Vorgang kann somit unmittelbar auf den Ergebnissen des vorangehenden Vorgangs aufsetzen – entsprechende vorbereitende

Integrations- ziel	Integrations- art	Verbinden	Vereinigen
Funktionselimination	I	Integration durch Verbinden von Systemkomponenten zur Elimination von Funktionen	II Integration durch Vereinigung von Systemkomponenten zur Elimination von Funktionen
Degressionseffekte	III	Integration durch Verbinden von Systemkomponenten zur Realisierung von Degressioneffekten	IV Integration durch Vereinigung von Systemkomponenten zur Realisierung von Degressionseffekten

Abb. 5.6 Formen der Prozessintegration (vgl. Becker et al. (1996), S. 312)

Funktionen, die eine Vorgangsausführung ansonsten erst ermöglichen würden, entfallen daher.

Voraussetzung für die Vereinigung von Vorgängen ist die Existenz funktionaler Redundanzen in einem Arbeitsablauf. Die Beseitigung redundanter Vorgänge führt zu einer Reduktion der Prozesskomplexität, da sich die Anzahl der Vorgänge und der Vorgangsbeziehungen verringert.

Bei der Zielsetzung der Elimination von Funktionen geht es um die Reduzierung der Durchlaufzeit durch den Abbau von Vorgängen und Vorgangsbeziehungen. Möglich ist dies im Falle funktionaler Redundanzen.

Die Zielsetzung der Realisierung von Degressionseffekten oder der Nutzung von „Economies of Scale“ kommt bei der Existenz paralleler Redundanzen zum Tragen. Erreichen lässt sie sich durch die Zentralisierung bislang getrennt ausgeführter Aufgaben gleichen Inhalts. Dabei werden die zu bearbeitenden Objekte nicht mehr auf mehrere identische Vorgänge verteilt, sondern einem die übrigen Vorgänge ersetzenen Vorgang zugeordnet.

5.4 Kommunikationsstrategien in der betrieblichen Informationsverarbeitung

Zur Erfüllung ihrer Informationsversorgungs- und Koordinationsaufgaben erfordert die betriebliche Informationsverarbeitung in erheblichem Umfang auch Kommunikation, also die Übermittlung von Informationen. Angesichts der Vielzahl der verfügbaren Kommunikationsdienste, die man z. B. nach

- Kommunikationsmedien (z. B. Brief, Papierdokument, elektronischer Datenträger, elektronische Kommunikation),

- Übertragungswegen (z. B. Papiertransport, analoge/digitale Netze, Glasfaserkabel, (Satelliten-)Funk) und
- Übertragungsdiensten (z. B. Post, Fax, E-Mail, FTP, WWW)

differenzieren kann, stellt sich die Frage nach der Eignung dieser Technologien für die verschiedenen Kommunikationsaufgaben, die im Zusammenhang mit der betrieblichen Informationsverarbeitung anfallen. In diesem Zusammenhang soll hier von betrieblichen Kommunikationsstrategien gesprochen werden.

► Eine **Kommunikationsstrategie** beschreibt den Einsatz einer bestimmten Kommunikationstechnologie für den Austausch von geschäftsbezogenen Informationen mit internen und externen Kommunikationspartnern.

Die systematische Darstellung betrieblicher Kommunikationsstrategien erfordert somit zumindest eine Differenzierung nach unterschiedlichen Technologien und Partnern. Mit den Kommunikationspartnern sind auch die Kommunikationsinhalte in grober Form festgelegt. Hiervon ausgehend wird im Folgenden zunächst ein Grundkonzept eingeführt, welches die verschiedenen Kommunikationsstrategien stufenweise voneinander abgrenzt (vgl. Abschn. 5.4.1). Anschließend werden die Bereiche der internen und der externen Kommunikation jeweils näher erläutert (vgl. Abschn. 5.4.2 und 5.4.3). Der Schwerpunkt liegt dabei auf dem abgestuften Einsatz von (offenem) Internet, (geschlossenem) Intranet und Extranet.

5.4.1 Grundkonzept der betrieblichen Kommunikation

Im Zusammenspiel der Hersteller und Anwender von Kommunikationstechnologien haben sich in der Praxis einige dezidierte Kommunikationssysteme und -netze herausgebildet, die auf bestimmte Gruppen von Kommunikationspartnern zugeschnitten sind und bestimmte Bereiche der Geschäftskommunikation abdecken. Diese Kommunikationssysteme und -netze bilden sinnvolle Elemente betrieblicher Kommunikationsstrategien, da sie sich im praktischen Einsatz bereits hinlänglich bewährt haben. In Abb. 5.7 werden sie in ein System von immer weiter reichenden Kommunikationskreisen eingeordnet. Eine Sonderstellung nehmen Social Media ein, da sie sowohl der internen als auch der externen Kommunikation dienen. Sie werden aufgrund ihrer großen Verbreitung und Bedeutung in Teil C, Kap. 12 ausführlich behandelt.

Ausgangs- und Endpunkt, d. h. Quelle und Senke, aller Kommunikationsvorgänge bildet die betriebliche Informationsverarbeitung (IV). Hier werden die eingehenden Informationen abgelegt, verarbeitet und ausgegeben, und hier werden die ausgehenden Informationen entnommen. Um den Kern der betrieblichen IV ist ein System von abgestuften Kommunikationskreisen angeordnet, mit dem sich entsprechend einzusetzende Kommunikationsstrategien verbinden, nämlich:

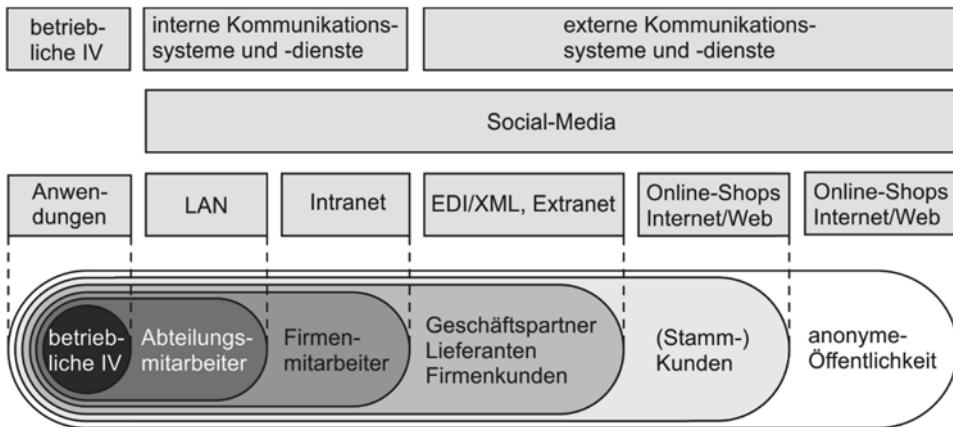


Abb. 5.7 Betriebliche Kommunikationsstrategien – ein System abgestufter Kommunikationsdienste

- Abwicklung der Kommunikation innerhalb von Abteilungen mit abteilungsbezogenen LAN (lokale Netze),
- Abwicklung der Kommunikation innerhalb eines Unternehmens mittels Intranet,
- Abwicklung der Kommunikation mit Geschäftspartnern, Lieferanten und Firmenkunden mittels EDI/XML oder Extranets,
- Abwicklung der Kommunikation mit (Stamm-)Kunden mittels Internet-/Web-basierten E-Commerce-Systemen, z. B. Online-Shops,
- Abwicklung der Kommunikation mit den (potenziellen) Kunden als Teil der anonymen Öffentlichkeit mittels offenem Internet und Web,
- Abwicklung der internen und externen Kommunikation über Social-Media (Web 2.0).

Mit den genannten, auf verschiedene Kommunikationspartner abgestimmten Kommunikationsstrategien wird ein Grundkonzept der betrieblichen Kommunikation beschrieben. Es deckt alle wesentlichen Kommunikationsbereiche und Arten von Kommunikationspartnern eines Unternehmens ab. Die nach der Art der Kommunikationspartner varierenden Kommunikationsbedürfnisse werden durch den Einsatz einer Kombination von Kommunikationstechnologien berücksichtigt. Diese wiederum lassen sich den beiden Bereichen der internen und der externen Kommunikation zuordnen. Nachfolgend werden beide Bereiche etwas näher betrachtet, wobei dem Intranet als Technologieverbund der internen Kommunikation und dem Extranet als Technologieverbund der externen Kommunikation besondere Aufmerksamkeit gewidmet wird.

5.4.2 Interne Kommunikation und Intranets

Als Kommunikationstechnologie auf Abteilungsebene hat sich das **LAN** (Local Area Network) etabliert. Ein abteilungsweites LAN verbindet die Arbeitsplatzrechner der Mitarbeiter einer Abteilung. Geprägt wird die abteilungsinterne Kommunikation durch die Mitwirkung der

Mitarbeiter an gemeinschaftlichen Geschäftsprozessen und Gruppenarbeitsprozessen. In beiden Fällen spielen der Austausch und die gemeinsame Bearbeitung von Geschäftsdokumenten eine zentrale Rolle. Zu den betrieblichen Anwendungssystemen, die zu diesem Zweck im LAN genutzt werden können, zählen z. B. Dokumenten-Management-Systeme sowie Groupware- und Workflow-Management-Systeme. LAN-Anwendungen sind allerdings auch abteilungsübergreifend und unternehmensweit gegeben (Inhouse Netze).

Neben der durch die gemeinschaftliche Bearbeitung von Geschäftsprozessen oder anderen Vorhaben bedingten Mitarbeiter-Kommunikation treten innerhalb eines Unternehmens vielfältige, unverzichtbare Kommunikationsanforderungen auf, die eine Unterstützung des firmeninternen Informationsaustausches nach dem Muster des Internets wünschenswert erscheinen lassen. Nun kann die Internet-Technologie grundsätzlich auf jedes Netzwerk übertragen werden – auch auf ein firmeninternes Netzwerk. Geschieht dies, so spricht man bekanntlich von einem **Intranet** (vgl. hierzu Abschn. 4.5). Anwendungsgebiete für Intranets sind z. B. auf der Client/Server-Architektur beruhende Anwendungssysteme sowie Informationssysteme, die gemäß der Web-Architektur mit einem Browser auf der Client-Seite und einem Web-Server auf der Server-Seite realisiert werden können.

Häufig wird das Intranet eines Unternehmens mit dem Internet verbunden. Es können dann von jedem an das Intranet angeschlossenen Computer-Arbeitsplatz grundsätzlich alle extern orientierten Internet-Dienste, wie z. B. das World Wide Web, genutzt werden. Allerdings muss in diesem Fall der Zugriff von außen auf sensible Unternehmensdaten unterbunden werden. Auch im Innenverhältnis kann ein **Zugriffsschutz** zwischen Abteilungen sinnvoll sein. So wird man z. B. nicht jedem Mitarbeiter Zugang zu den in der Lohnbuchhaltung geführten Gehaltslisten gewähren. Um einen Zugriffsschutz im Außen- und Innenverhältnis zu realisieren, richtet man

- zwischen Intranet und Internet einen zentralen, geschützten Übergang ein, und ebenso sieht man
- zwischen einzelnen Bereichen des Intranets, an die z. B. verschiedene Abteilungen oder Unternehmensbereiche angeschlossen sind, ebenfalls geschützte Übergangsstellen vor.

Sämtliche Informationen, die in einen geschützten Bereich gelangen sollen, müssen dann derartige Übergangsstellen passieren. Mittels spezieller, an den Übergangsstellen installierter Überwachungsprogramme, den so genannten **Firewalls** (deutsch „Brandmauer“ oder auch „Feuerwand“), können von außerhalb kommende Zugriffe oder Datenanforderungen geprüft und gegebenenfalls unterbunden werden (vgl. hierzu auch Abschn. 4.5). Ebenso lassen sich Zugriffe der Intranet-Teilnehmer nach draußen kontrollieren und unterbinden. Empfehlenswert ist ein mehrstufiges Firewall-Konzept, wie es schematisch in Abb. 5.8 veranschaulicht wird (vgl. hierzu Kossel (1996), S. 333).

Hinter der äußeren Firewall (Firewall Unternehmen), die den Übergang vom Intranet zum Internet markiert, liegt der öffentliche Web-Server des Unternehmens. Auf diesem Server werden für die Öffentlichkeit zugängliche unsensible Daten abgelegt. Durch zu-

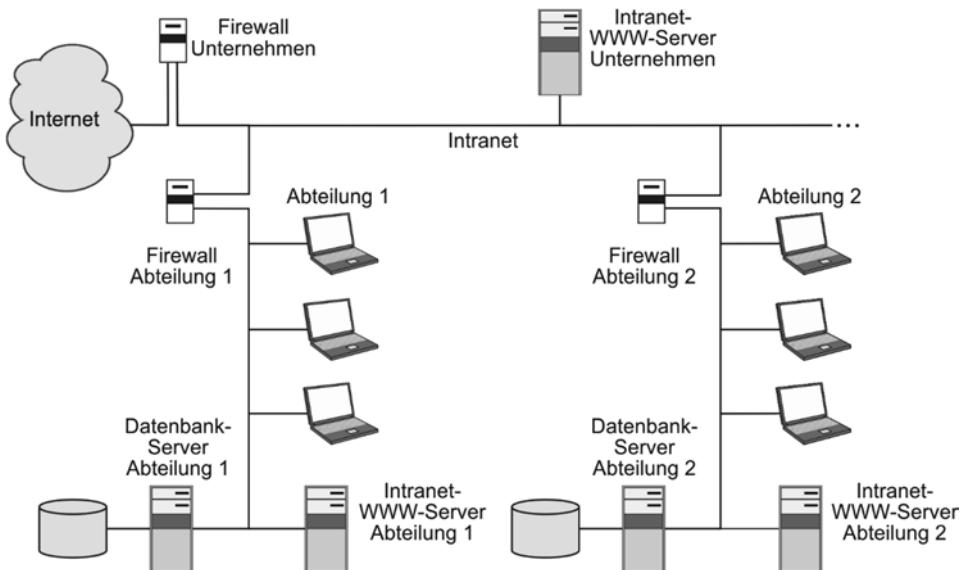


Abb. 5.8 Schematische Darstellung eines mehrstufigen Firewall-Konzepts (vgl. Kossel (1996), S. 333)

sätzliche innere Firewalls werden die jeweils „dahinter liegenden“ Bereiche des Intranets – hier Abteilung 1 und 2 – gegen Eindringlinge von außen, aber auch gegen Übergriffe aus anderen Intranet-Bereichen geschützt. Insbesondere kann auf diese Weise nicht über den abteilungsbezogenen Web-Server, der ja Zugang zu dem Datenbank-Server der Abteilung hat, auf sensible Abteilungsdaten zugegriffen werden.

Firewalls können unterschiedliche Schutzstrategien verfolgen. Eine Firewall, die auf der Strategie „Verboten ist alles, was nicht erlaubt ist“ beruht, verlangt zunächst eine Authentifizierung des einen Zugang begehrenden Clients oder Benutzers. Hat sich der Client gegenüber der Firewall authentifiziert, so erhält der Client ausdrücklich nur Zugang zu den für ihn zugelassenen Anwendungssystemen und Diensten.

Attraktiv ist ein Intranet vor allem wegen der grundsätzlichen Möglichkeit, alle Internet-Dienste auch für die unternehmensweite Bereitstellung interner Informationen einzusetzen, z. B. durch die vielfältigen Möglichkeiten zur Aufbereitung, zur Darstellung und zum Austausch von (multimedialen) Informationen auf HTML-Seiten. Auf diese Weise lassen sich die verbreiteten Dienste auf Basis des Webs, wie z. B. Suchmaschinen, flexibel innerhalb eines Unternehmens nutzen. Darüber hinaus besteht die Möglichkeit, Mitarbeitern des gesamten Unternehmens über einen herkömmlichen Browser, der dann als grafische Benutzungsschnittstelle (GUI) dient, Zugang zu verschiedenen Anwendungs- und (Management-)Informationssystemen zu verschaffen. Häufig anzutreffende Intranet-Anwendungen sind z. B. unternehmensweite Terminkalender, Adressdatenbanken, Raumbelegungspläne und „Schwarze Bretter“ für Mitarbeiterinformationen. Spezielle Diskussionsforen im Intranet, so genannte Communities of Practice, fördern den Informations- und Erfahrungsaus-

tausch unter den Mitarbeitern. Zunehmend etablieren sich auch Intranet-basierte Systeme für ein unternehmensweites Wissensmanagement (vgl. Abschn. 8.3), das durch Social-Media-Systeme und -Dienste besonders gefördert wird (vgl. Kap. 12 in Teil C).

5.4.3 Externe Kommunikation und Extranets

Da der Schwerpunkt der folgenden Darstellung auf unternehmensinternen Anwendungssystemen liegt, beschränken sich die folgenden Ausführungen auf einige grundlegende Bemerkungen zur **externen Kommunikation**. Eine detailliertere Darstellung verschiedener Anwendungen im Bereich der externen Kommunikation findet sich in Teil C.

Betrachtet man die externen Kommunikationspartner eines Unternehmens, so lassen sich recht unterschiedliche Anforderungen an den Informationsaustausch feststellen. Eine grobe Einteilung nimmt Abb. 5.7 in Abschn. 5.4.1 vor. Demnach können drei externe Kommunikationskreise mit spezifischen Kommunikationsmerkmalen unterschieden werden:

- (1) Fest etablierte Kommunikationsbeziehungen mit Geschäftspartnern, Lieferanten und Firmen- oder Großkunden zeichnen sich tendenziell durch eine hohe Intensität hinsichtlich Kontakthäufigkeit und übertragenem Datenvolumen bei einer relativ geringen Anzahl von Kommunikationspartnern aus. Übertragen werden primär Geschäftsinformationen im Rahmen eines routinemäßigen Informationsaustausches z. B. über EDI/XML oder Extranet.
- (2) Regelmäßige Kontakte finden auch mit (Stamm-)Kunden statt, jedoch mit geringerer Intensität pro Kunde bei einer tendenziell wesentlich höheren Anzahl von Kommunikationspartnern. Neben der kundenbezogenen Geschäftsabwicklung (z. B. Bestellungen, Rechnungen, Zahlungen) spielt hier die Kommunikation im Rahmen von Kundenbindungsmaßnahmen über Online-Shops oder das Internet eine besondere Rolle.
- (3) Sporadische Kontakte kennzeichnen das Verhältnis zur anonymen Öffentlichkeit. Hier geht es vor allem darum, produkt- und firmenbezogene Informationen einem möglichst breiten Kreis von Interessenten zugänglich zu machen. Neben den Zwecken einer wirksamen Öffentlichkeitsarbeit dient dieses Informationsangebot auch dem Ziel, neue Kunden zu gewinnen.

Zur Abwicklung der Kommunikation mit der anonymen Öffentlichkeit bietet sich als Grundlage das offene Internet, insbesondere das Web, an. Eine zunehmende Bedeutung gewinnen hier Social Media, die für alle drei Kommunikationskreise geeignet sind.

Im Verhältnis zu (Stamm-)Kunden kommen ebenfalls Internet und WWW zum Einsatz. Hier sind z. B. die verschiedenen endkundenorientierten Systeme des Electronic Commerce wie z. B. Online-Shops anzusiedeln. Im Unterschied zum offenen Informationsangebot für die anonyme Öffentlichkeit gibt es hier stärkere Möglichkeiten der Personalisierung und Zugangskontrolle, z. B. durch passwortgeschützte individuelle Bereiche für registrierte Besucher.

Für intensive Kommunikationsbeziehungen mit Geschäftspartnern, Lieferanten und Großkunden ist das offene Internet ungeeignet, da in solchen Beziehungen häufig sensible Daten ausgetauscht oder Zugriffe auf Systeme über Unternehmensgrenzen hinweg gewährt werden. Dies ist die Domäne der so genannten **Extranets** (vgl. hierzu Abschn. 4.5), die – analog zur Idee des Intranets – die Internet-Technologie zur Abwicklung von Kommunikationsdiensten innerhalb einer abgeschlossenen Gruppe eng kooperierender Unternehmen nutzen.

Ein zwischen einer geschlossenen Gruppe von Unternehmen betriebenes Extranet gewährt autorisierten Benutzergruppen aus anderen Unternehmen, vornehmlich Geschäftspartnern, Lieferanten und Firmenkunden, Zugriff auf bestimmte Daten, Dienste und Anwendungsprogramme eines Unternehmens, wobei in der Regel abgestufte Zugriffsrechte zum Einsatz kommen. Das Extranet dient somit der engeren Kopplung von kooperierenden Unternehmen. Je nach Art des Kooperationspartners erfolgt die Einbindung des Partners in die Wertschöpfungskette eines Unternehmens an unterschiedlichen Stellen (vgl. Merz (1999), S. 363):

- Vertriebspartner erhalten Zugriff auf interne Produktinformationen, Ankündigungen, Marktanalysen und andere Marketinginformationen.
- Lieferanten erhalten die Möglichkeit, an Ausschreibungsverfahren teilzunehmen, Angebote einzureichen oder auf das Einkaufssystem der Unternehmen zuzugreifen und Einkaufspreise zu aktualisieren.
- Kunden werden in die Lage versetzt, einen individuellen Support in Anspruch zu nehmen oder Dienste im Rahmen der Kundenbetreuung zu nutzen.

Teilnehmer eines Extranets können darüber hinaus auch Dienstleistungsunternehmen wie Banken sowie Behörden wie Finanzämter sein. Im Falle von Banken bieten sich im Rahmen eines Extranets z. B. die elektronische Abwicklung des Zahlungsverkehrs sowie die Abfrage von Konteninformationen in Echtzeit oder die Ermittlung von Konditionen für die Kreditvergabe an, während z. B. an Finanzämter Daten für die Steuererklärung übermittelt werden können.

In vielen Bereichen haben Extranets die traditionellen Konzepte zwischenbetrieblicher Kommunikation, wie z. B. das klassische EDI in Verbindung mit Mehrwertdiensten auf Basis öffentlicher Telekommunikationsnetze (Value Added Network Services, VANS), bereits verdrängt. Ausschlaggebend sind hier vor allem Kosten- und Flexibilitätsvorteile von Extranets, die im Wesentlichen auf die weite Verbreitung und hohe Standardisierung des Internets zurückzuführen sind. Im Zusammenhang mit diesen Entwicklungen wurden zum Teil auch herkömmliche Formen des elektronischen Datenaustauschs an die Internet-Technologie angepasst. So entstand z. B. das internetbasierte Web-EDI, das heute noch für spezielle Anwendungen genutzt wird.

5.5 Standard-Anwendungssoftware in der betrieblichen Informationsverarbeitung

Mit der Erweiterung der Anwendungsbereiche der betrieblichen Informationsverarbeitung hat die Bedeutung von Standard-Software in den Unternehmen beständig zugenommen. Inzwischen übertrifft der Einsatz von fremderstellter Standard-Software bei weitem die Nutzung sonstiger Software. Der vorliegende Abschnitt befasst sich mit betrieblicher Standard-Software. Nach einer Einführung in Begriff und Wesen betrieblicher Standard-Software (vgl. Abschn. 5.5.1) werden Architektur- und Integrationsaspekte betrieblicher Standard-Software behandelt (vgl. Abschn. 5.5.2). Abschließend werden Vor- und Nachteile des Einsatzes von Standard-Software im Vergleich zu einer Individualentwicklung diskutiert (vgl. Abschn. 5.5.3).

5.5.1 Begriff und Wesen betrieblicher Standard-Anwendungssoftware

Als Anwendungssoftware oder als Anwendungssysteme bezeichnet man alle Programme, die Anwender für geschäftliche, dienstliche oder organisationsbezogene Zwecke nutzen. Im vorliegenden Abschnitt steht die in Unternehmen eingesetzte Anwendungssoftware im Vordergrund. Nach der Art der Softwareerstellung kann Anwendungssoftware in Individual- und Standardsoftware unterteilt werden.

- Unter **Individualsoftware** versteht man (Anwendungs-)Software, welche speziell für die besonderen Anforderungen und Einsatzzwecke eines bestimmten Anwenders oder eines bestimmten Unternehmens entwickelt wurde.
- Als **Standardsoftware** dagegen bezeichnet man vorgefertigte, für den anonymen Markt bestimmte (Anwendungs-)Software, die sich aufgrund der Art und des Umfangs der angebotenen Funktionen für einen größeren Anwenderkreis eignet.

In der betrieblichen Informationsverarbeitung hat Standard-Anwendungssoftware mittlerweile eine überragende Bedeutung erlangt. Wenn auch Individualsoftware ihren Platz zur Lösung unternehmensspezifischer Aufgaben behauptet hat und in Zukunft auch weiter behaupten wird, so ist der Einsatz von Standard-Anwendungssoftware vor allem im operativen Bereich und speziell auch bei mittleren und kleineren Unternehmen weit verbreitet. Gründe sind vor allem die enormen Aufwendungen, die für Softwareentwicklung und -wartung anfallen, sowie die Vorteile der unternehmensweiten integrierten Informationsverarbeitung, die moderne Standard-Anwendungssysteme eröffnen.

Betriebliche Standard-Anwendungssoftware wird sowohl für branchen neutrale als auch für branchenspezifische Einsatzfelder angeboten. Darüber hinaus lassen sich nach dem Lösungsumfang Komplettlösungen für die wesentlichen kaufmännischen Anwen-

dungsgebiete eines Unternehmens sowie Einzellösungen für bestimmte Aufgaben wie z. B. Personalabrechnung, Produktionssteuerung und Computer Aided Design unterscheiden.

Einfache betriebliche Standard-Anwendungssoftware wie z. B. im Bürobereich eingesetzte Produkte wie Textverarbeitungssysteme können meist unmittelbar nach dem Kauf vom Anwender selbst installiert und eingesetzt werden. Komplexere Systeme wie z. B. Produktionsplanungssysteme oder Vertriebsabwicklungssysteme bedürfen dagegen einer planmäßigen Einführung. In diesem Zusammenhang findet in der Regel eine Anpassung in zwei Richtungen statt:

- Einerseits setzt die Standard-Anwendungssoftware bestimmte konzeptionelle Vorgaben bezüglich der Aufbauorganisation, der Datenorganisation sowie der Prozessgestaltung in dem fraglichen Unternehmen voraus. Sind diese mit den Gegebenheiten in dem Unternehmen nicht ohne weiteres verträglich, werden von Herstellerseite entsprechende Reorganisationsmaßnahmen empfohlen. Dies bietet die Gelegenheit, Schwachstellen des Ist-Zustandes zu eliminieren und die Geschäftsprozesse konsequent auf die Unternehmensziele auszurichten.
- Andererseits ist auch eine Anpassung der Vielzahl der Systemparameter an die Anforderungen des Unternehmens erforderlich, bevor ein ablauffähiges Programmssystem zur Verfügung steht. Man spricht in diesem Zusammenhang von Customizing.

► Unter **Customizing** versteht man die Anpassung von Standard-Anwendungssoftware an unternehmensspezifische Anforderungen ohne Veränderung des Programmcodes selbst. Customizing geschieht durch die Wahl geeigneter Einstellungen für bestimmte, vordefinierte System-Parameter der Standard-Anwendungssoftware.

Die mit dem Customizing vorgenommenen Einstellungen können in mehrere Gruppen unterteilt werden:

- Technische Einstellungen (z. B. Berechtigungen der Benutzer, Netzwerkadressen der Drucker, Länge von Datenfeldern, Maskenaufbau).
- Grundlegende fachliche Einstellungen (z. B. Landesversion, Sprache, Währung, Fabrikkalender, Nummernkreise für Stammdaten, Belege und Aufträge).
- Einstellungen bezüglich der Unternehmensorganisation (z. B. Unternehmen, Werke, Niederlassungen).
- Einstellungen bezüglich der Struktur der Stammdaten (z. B. Material- und Kundenstammdaten).
- Einstellungen bezüglich der zur Unterstützung von Geschäftsprozessen bereit gestellten Funktionalität (z. B. Auftragsbearbeitung im Vertrieb, Planung von Produktionsaufträgen in der Fertigung, Gehaltsabrechnung im Personalwesen, Abschreibungsmethoden in der Anlagenbuchhaltung).

- Einstellungen bezüglich des Berichtswesens (z. B. Layout von Kostenstellenberichten im Controlling).
- Einstellungen bezüglich der System-Schnittstellen (z. B. Datenstruktur einer Lagerbestandsdatenbank, deren Daten aus einem Altsystem in die Standard-Anwendungssoftware übernommen werden sollen).

Moderne betriebliche Standard-Anwendungssoftware kann ohne weiteres mehrere Tausend System-Parameter umfassen. Deren Einstellung erfordert ein streng systematisches Vorgehen. Das Customizing kann mit speziellen Softwarewerkzeugen, die in der Regel Bestandteil der Standardsoftware sind, durchgeführt werden. Bewährt hat sich z. B. ein Vorgehen, bei dem das **Customizing-Tool** systematisch Fragen an den Anwender oder Systemadministrator richtet. Mit der Beantwortung dieser Fragen wird die Software an die unternehmensspezifischen Belange angepasst.

Einführungsberatung, Anwenderschulung sowie Unterstützung bei der Installation und Wartung des Systems können häufig als Leistungspaket zusammen mit der Software im engeren Sinne, also den Computerprogrammen, erworben werden. Daneben wird in der Regel noch ein Update-Service hinsichtlich der stetigen Weiterentwicklung und der Anpassung der Standard-Anwendungssoftware an sich ändernde (gesetzliche) Erfordernisse angeboten.

5.5.2 Architektur und Integrationsbeitrag betrieblicher Standard-Anwendungssoftware

Typische Architekturmerkmale betrieblicher Standard-Anwendungssoftware sind:

- Ein modularer Aufbau, der eine flexible Auswahl der benötigten funktionalen Komponenten – z. B. Rechnungswesen, Materialwirtschaft, Personalwirtschaft, Produktionsplanung und -steuerung – gestattet.
- Eine Client-Server-Architektur mit meist drei Schichten: Präsentationsschicht, auch GUI (Graphical User Interface) genannt, Anwendungs- oder Applikationsschicht und Datenschicht.
- Die Konzeption als offenes, auf üblichen Standards beruhendes System, welches die Einbindung anderer Software erlaubt.

Softwarekomponenten oder -module der drei Architektur-Schichten werden in ihrer Rolle als Client- oder Serverprozesse so auf die Rechner des Rechnernetzes eines Unternehmens verteilt, dass möglichst keine Laufzeitprobleme entstehen. Die sich ergebende Architektur ist schematisch in Abb. 5.9 dargestellt.

Der Softwarestruktur (rechts in Abb. 5.9) ist ein lokales Rechnernetz (LAN, links in der Abb. 5.9) gegenübergestellt, auf dem die Softwarekomponenten eingesetzt werden. Während auf einem Arbeitsplatzrechner in der Regel genau ein Clientprozess abläuft, werden

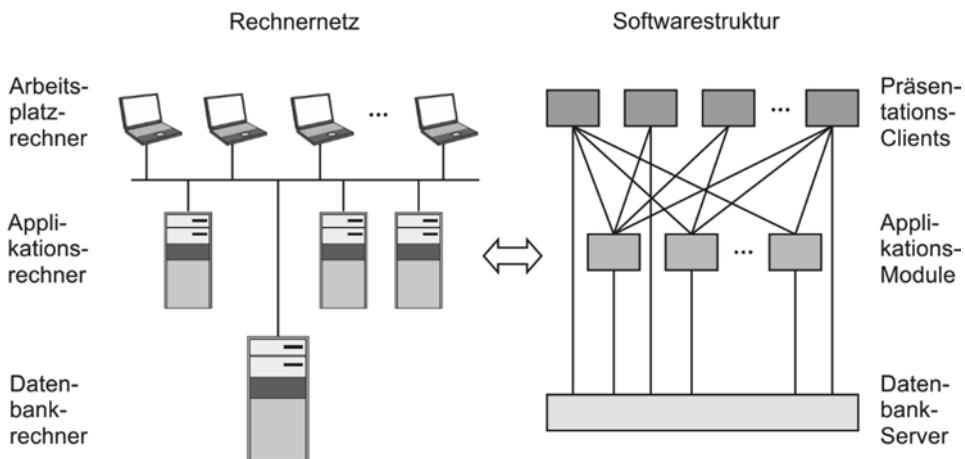


Abb. 5.9 Schichtenarchitektur eines Standard-Anwendungssystems

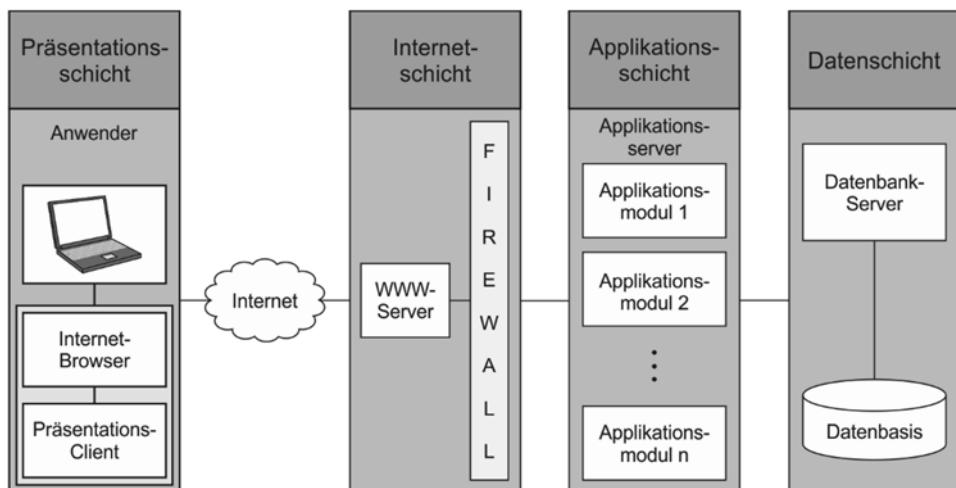


Abb. 5.10 Systemarchitektur bei dem Einsatz von Standard-Anwendungssoftware im Internet

auf einem Applikationsrechner meist mehrere Applikationsmodule eingesetzt. Die Applikationsschicht kann bei komplexen Systemen eine erhebliche Anzahl von Modulen umfassen.

Häufig wird Standard-Anwendungssoftware in Verbindung mit dem Internet genutzt. Eine mögliche resultierende Gesamtarchitektur zeigt Abb. 5.10. In der Präsentationsschicht kommt ein Präsentations-Client in Verbindung mit einem gängigen Internet-Browser zum Einsatz, mit dem der Anwender, beispielsweise ein Sachbearbeiter in einer Niederlassung, über das Internet bestimmte Funktionalitäten der Applikationsmodule in

der Unternehmenszentrale nutzen kann. Die Internetschicht stellt die Verbindung zwischen Präsentations-Client und den Modulen der Applikationsschicht her. Die Firewall in dieser Schicht dient der Abwehr illegitimer Zugriffsversuche. Weitere Möglichkeiten zur Nutzung von Standard-Anwendungssystemen bieten die verschiedenen Formen des IT-Outsourcing, so z. B. das **Cloud-Computing**, das in Abschn. 4.7 näher behandelt wird.

Standard-Anwendungssysteme können durch ein breites, bereichsübergreifend abgestimmtes Funktionsangebot auf Basis einer Client-Server-Architektur, die Verwendung einer unternehmensweit konsolidierten Datenbasis sowie die Bereitstellung einer einheitlichen Benutzungsoberfläche einen wichtigen Beitrag zur innerbetrieblichen Funktions-, Daten- und Prozessintegration leisten. Insbesondere die kaufmännischen Komplettlösungen auf der operativen Ebene, die auch als **ERP-Systeme** (Enterprise Resource Planning-Systeme) bezeichnet werden, ermöglichen einen Integrationsgrad, der mit Individualentwicklungen allein häufig nicht mit akzeptablem Aufwand herzustellen ist. ERP-Systeme sind Gegenstand eines eigenen Abschnitts (vgl. Abschn. 6.3).

Dennoch reicht in den Unternehmen ein einziges Standardprodukt nicht aus, um alle DV-Aufgaben abzuwickeln. Vielmehr werden neben einem Standard-Anwendungssystem für die operativen Prozesse weitere (Standard-)Softwareprodukte für z. B. Management- und Querschnittsaufgaben sowie Individuallösungen für Spezialaufgaben benötigt. Es stellt sich somit die anspruchsvolle Aufgabe, diese heterogenen Softwaresysteme zu einem Gesamtsystem der betrieblichen Informationsverarbeitung zu verbinden. Dieses Problem wird seit Ende der 1990er-Jahre verstärkt unter dem Begriff **Enterprise Application Integration (EAI)** diskutiert (vgl. Pohland (2000)). Mittlerweile hat sich eine ganze Reihe von Softwareanbietern mit diesem Gebiet befasst. Die angebotenen Integrationswerkzeuge sind der Middleware zuzuordnen. Sie beinhalten standardisierte Schnittstellen für die Anbindung vieler marktgängiger Standardsoftwareprodukte.

5.5.3 Individualsoftware vs. Standard-Anwendungssoftware

Wie bereits erwähnt, lässt sich trotz des mittlerweile sehr breit gefächerten Angebotes auf dem Softwaremarkt der Bedarf an Anwendungssystemen in den Unternehmen auf absehbare Zeit nicht ausschließlich durch Standardprodukte decken. Ein Grund kann z. B. in spezifischen betrieblichen Gegebenheiten, insbesondere im Bereich der Leistungserstellung oder Produktion, bestehen, die durch eine Standardlösung nicht hinreichend berücksichtigt werden. Weitere Gründe können z. B. in der Inkompatibilität von Standardprodukten mit derzeit eingesetzten IuK-Technologien oder im Erfordernis des Investitionsschutzes liegen. Das letztgenannte Argument schließt z. B. den Einsatz von Standard-Anwendungssystemen für den Zeitraum der Amortisation der in eine Individualentwicklung getätigten Investition aus. Ein wesentliches Anwendungshindernis kann auch in der mangelnden fachlichen Ausgereiftheit von Standardprodukten bestehen. Andererseits können für den Einsatz von Standard-Anwendungssystemen gute Gründe sprechen.

Eine Reihe häufig genannter Argumente für und wider den Einsatz von Individual- oder Standardsoftware fasst Abb. 5.11 zusammen. Allerdings gelten die vorgetragenen Argumente nicht uneingeschränkt. Ihre Stichhaltigkeit hängt vielmehr von der jeweiligen Unternehmenssituation ab.

Die Unabhängigkeit von Softwarelieferanten ist nur im Falle einer echten Eigenentwicklung, z. B. durch eine unternehmenseigene Software-Entwicklungsabteilung, gegeben. Dem steht eine zumindest graduelle Abhängigkeit von besonders qualifizierten eigenen Mitarbeitern des Entwicklungsteams gegenüber. Strategische Vorteile lassen sich durch Individualsoftware überall dort erzielen, wo produkt- oder marktnahe Geschäftsprozesse mit innovativem Charakter, wie z. B. Produktentwicklungs- oder Vertriebsprozesse, zu unterstützen sind. In diesen Bereichen kann der undifferenzierte Einsatz von weit verbreiteter Standardsoftware das individuelle Unternehmensprofil verwischen. Aufgrund der wachsenden Komplexität von Anwendungssoftware und dem an Dynamik zunehmenden technologischen Fortschritt sind die Anforderungen an die Softwareentwicklung und -wartung beständig gestiegen, was sich auf der Kostenseite entsprechend niederschlägt. Insbesondere bei Eigenentwicklungen ist die Belastung des vorhandenen IT-Personals häufig so hoch, dass die Dokumentation der entwickelten Anwendungssoftware aus Zeitmangel eher stiefmütterlich behandelt wird.

Die im Vergleich zu einer Individualentwicklung geringeren Kosten für ein äquivalentes Standardprodukt sind damit zu begründen, dass die Entwicklungskosten des Herstellers auf eine größere Anzahl von Kunden verteilt werden. Zu einem Know-how-Transfer durch den Hersteller kommt es insofern, als der Wettbewerb die Hersteller von Standardsoftware dazu zwingt, ihre Produkte in technologischer und betriebswirtschaftlicher Hinsicht beständig zu verbessern. Dem steht ein Verlust von Entwicklungs-Know-how durch den Wegfall originärer Entwicklungsarbeiten gegenüber. Eine gewisse Abhängigkeit von dem Hersteller eines Standardprodukts ist schon allein durch die Notwendigkeit gegeben, die in Software und Schulung investierten Finanzmittel in einer in der Regel mehrjährigen Nutzungsphase der angeschafften Software zu amortisieren. Aber auch danach wird ein Herstellerwechsel deutlich erschwert sein, vor allem wenn organisatorische Strukturen und Arbeitsabläufe an das Standardprodukt

Individualsoftware		Standardsoftware	
Vorteile	Nachteile	Vorteile	Nachteile
<ul style="list-style-type: none"> • Maßgeschneiderte Lösung • Keine Anpassung der Organisation erforderlich • Unabhängigkeit von Softwarelieferanten • Ggf. strategische Vorteile 	<ul style="list-style-type: none"> • Hohe Entwicklungskosten • Wartung teuer, oft gar nicht mehr möglich • Teilweise unzureichende Dokumentation • Abhängigkeit von Entwicklern 	<ul style="list-style-type: none"> • Geringer Anschaffungspreis • Know-how-Transfer durch den Hersteller • Umfangreiche Funktionalität • Individualisierung durch Customizing 	<ul style="list-style-type: none"> • Herstellerabhängigkeit • Geringer Einfluss auf Produktgestaltung • Hoher Einführungsaufwand • Verlust von Entwicklungs-Know-how • Hohe Folgekosten

Abb. 5.11 Individual- vs. Standard-Anwendungssoftware

angepasst wurden. Strategischen Nutzen stiftet die Einführung von Standardsoftware insbesondere dann, wenn sie in ein Business-Reengineering-Projekt eingebettet ist, das die Verbesserung der Wettbewerbsfähigkeit zum Ziel hat. Im Gegensatz zur maßgeschneiderten Individuallösung bestehen für das einzelne Anwender-Unternehmen kaum Möglichkeiten, auf die Produktgestaltung, insbesondere die Funktionalität von Standard-Anwendungssoftware, Einfluss zu nehmen. Im Falle von branchenspezifischer Standard-Anwendungssoftware entwickeln Hersteller ihre Produkte jedoch nicht selten in engem Kontakt mit einem ausgewählten, die Branche repräsentierenden Unternehmen. Produkteinfluss geht dann allerdings auch nur von diesen Referenz-Unternehmen aus, denen man besondere Lösungskompetenzen im Sinne des „Best-Practice“-Gedankens zubilligt. Für den hohen Einführungsaufwand von Standard-Anwendungssoftware sind vor allem die hohen Kosten für das erforderliche Spezialpersonal verantwortlich.

5.6 Computergestützte Arbeitsplatzsysteme

Computergestützte Arbeitsplatzsysteme unterscheiden sich von den in den unterschiedlichen Unternehmensbereichen eingesetzten funktionsbezogenen Anwendungssystemen durch ihren bereichs- und ebenenübergreifenden Charakter. Im Unterschied zu Anwendungssystemen, die bestimmte fachbezogene Arbeiten wie z. B. Einkauf, Bestellabwicklung und Lagerhaltung unterstützen, sind Arbeitsplatzsysteme nicht auf bestimmte fachbezogene Arbeiten oder Anwendungen ausgerichtet. Sie bieten vielmehr nützliche, übergreifend benötigte Unterstützungsfunctionen für die tägliche Arbeit menschlicher Aufgabenträger an ihrem Arbeitsplatz an. Es lassen sich zwei Gruppen von Arbeitsplatzsystemen unterscheiden, erstens Arbeitsplatzinformationssysteme, auch Office-Systeme genannt (vgl. Abschn. 5.6.1), und zweitens Kommunikationsdienste am Arbeitsplatz (vgl. Abschn. 5.6.2).

5.6.1 Arbeitsplatzinformationssysteme (Office-Systeme)

Arbeitsplatzinformationssysteme unterstützen menschliche Aufgabenträger bei der Ausübung von allgemeinen Bürotätigkeiten, die in unterschiedlichem Umfang an Büro-Arbeitsplätzen aller Funktionsbereiche und Managementebenen anfallen. Diese Tätigkeiten lassen sich grob in drei Bereiche gliedern:

- Bearbeitung von Informationen: Erstellen von multimedialen Dokumenten (z. B. Bild- und Sprachdokumente), insbesondere von Textdokumenten und Grafiken, Durchführung von Berechnungen und Auswertungen.
- Verwaltung von Informationen: Ablegen (Speichern), Sortieren, Suchen und Löschen von Informationen und Dokumenten.
- Austausch von Informationen (Kommunikation): Weitergabe und Austausch von Informationen und Dokumenten, Führen von Gesprächen und Verhandlungen.

Systeme zur Unterstützung dieser Aufgaben werden auch als **Office-Systeme** bezeichnet. Sie sind ausschließlich als Standard-Software erhältlich.

Im Sinne eines multifunktionalen Computer-Arbeitsplatzes dominieren integrierte Office-Pakete den Markt für Office-Systeme. Diese integrierten Office-Systeme enthalten verschiedene Komponenten, die insgesamt eine große Zahl unterschiedlicher Bürotätigkeiten unterstützen. Gegenüber den ursprünglich für jeden Einsatzzweck gesondert angebotenen Einzelsystemen liegt die Stärke der integrierten Office-Pakete in der funktionalen Integration ihrer Komponenten. Letztere gestatten die nahtlos ineinander greifende Bearbeitung zusammenhängender Büroaufgaben. So ist z. B. der Versand von Serienbriefen, die zuvor mit dem Textverarbeitungsmodul erstellt wurden, unmittelbar über den integrierten E-Mail-Client möglich, ohne dass der Benutzer dazu zwischen diesen Komponenten hin und her wechselt muss. Ein weiterer Vorteil der engen Verknüpfung der Komponenten besteht darin, dass in anderen Komponenten erstellte Objekte – z. B. Tabellen oder Grafiken – nach ihrer Einbindung in ein Textdokument immer automatisch aktualisiert werden, sobald mit der Tabellenkalkulations- oder der Grafikkomponente Änderungen an diesen Objekten vorgenommen werden. Eine Übersicht über die Funktionsbreite der integrierten Office-Paketen enthält Abb. 5.12.

Die Office-Komponenten für Textverarbeitung, Tabellenkalkulation, Präsentation, Grafik und Bildbearbeitung decken in erster Linie den Tätigkeitsbereich der Informationsbearbeitung ab, während Datenbanksystem und Termin-/Adress-Verwaltung überwiegend der Unterstützung von Informationsverwaltungsaufgaben dienen. Dem Tätigkeitsbereich der Kommunikation schließlich sind die Komponenten E-Mail-Client und Web-Browser zuzuordnen.

Was die Termin-/Adressverwaltung anbelangt, weisen die verfügbaren Produkte bereits eine erhebliche Funktionsbreite auf. Diese rechtfertigt die in der Softwarebranche übliche Bezeichnung als Termin- und Kontaktmanager. Dabei sind die Grenzen zu benachbarten Komponenten wie z. B. Datenbanksystem und E-Mail-Client häufig fließend. Die Funktionalität der angebotenen Produkte erstreckt sich vor allem auf die in Abb. 5.13 auszugsweise zusammengestellten Aufgaben.

Unter den Office-Komponenten zur Informationsverarbeitung am Arbeitsplatz nimmt die **Tabellenkalkulation** eine Sonderstellung ein. Im Unterschied zu den übrigen Komponenten dieser Kategorie – Textverarbeitungs-, Grafik- und Präsentationssoftware – bietet die Tabellenkalkulation ein mächtiges und flexibles Instrumentarium zur unmittelbaren Unterstützung von Planungs- und Kontrollaufgaben mäßiger bis mittlerer Komplexität auf allen Managementebenen an. Aufgrund ihrer interaktiven Nutzung zählt sie zu den interaktiven Planungswerkzeugen des Managements, die ihrerseits eine Subkategorie der Decision-Support-Systeme (vgl. Abschn. 7.3) darstellen. Die Tabellenkalkulation wird in Abschn. 7.3.2.2 näher betrachtet.

5.6.2 Kommunikationsdienste am Arbeitsplatz

Neben Arbeitsplatzinformationssystemen stehen dem Management an Computer-Arbeitsplätzen vielfältige Kommunikationsdienste zur Verfügung. Voraussetzung für ihre Nutzung sind vernetzte Rechnersysteme bzw. Arbeitsplatzsysteme, die in Teil C behandelt

Komponenten von Office-Systemen	
Komponente	Kurzbeschreibung
Text-verarbeitung	Software zur Erstellung, Speicherung, Korrektur, Gestaltung und Ausgabe von Texten, Listen, Tabellen und einfachen Grafiken sowie zum Suchen, Ersetzen, Verschieben und Kopieren von Texten oder Textteilen.
Tabellen-kalkulation	Software zur tabellarischen Darstellung von Planungs-, Kalkulations- und Berechnungsaufgaben, zur formalisierten Durchführung der Berechnungen, zur Gestaltung und Ausgabe von (Berechnungs-)Tabellen und zur Durchführung problembezogener Analysen, z. B. in Form von „Was-Wäre-Wenn“-Analysen.
Präsentations-software	Software zur Erstellung und Bearbeitung von Präsentationsvorlagen, vorrangig für Beamer-Präsentationen, jedoch auch für die Erstellung konventioneller Vortragsfolien und gedruckter Vortragsunterlagen (Hand outs), zur Erstellung und Einbindung einfacher Animationen in Beamer -Präsentationen.
Grafiksoftware	Software zur Erstellung, Bearbeitung und Ausgabe beliebiger, aus Linien, Punkten, Schraffuren, Farben, Mustern und Texten bestehender Grafik -Objekte, zur Auswahl und Einbindung verfügbarer Standardobjekte sowie deren Kombination zu komplexen Grafiken.
Bildbearbeitung	Software zur Bearbeitung von aus Bildpunkten bestehenden Bildern (Bitmap-Bilder, z. B. Fotos) hinsichtlich Farbe, Kontrast, Konturbetonung, zur Transformation von Bildern aus verschiedenen Quell- oder in verschiedene Zielformate, zur Verwaltung und zum Ausdruck von Bildern.
Datenbank-system	Software zum Entwurf und zum Einrichten kleinerer Datenbanken, zur Datenbankpflege (Eingeben, Ändern und Löschen von Daten), zum gezielten Zugriff auf Daten, zur Suche von Daten mit Hilfe von Abfragesprachen und zur Bereitstellung von (gefundenen) Daten.
Termin-/Adress-Verwaltung	Software zum Führen des persönlichen Terminkalenders, zur frühzeitigen Erinnerung an Termine, zur Behebung von Doppelbelegungen sowie zur Ablage und Suche von (Adress-)Informationen zu Geschäftspartnern und Privatpersonen.
E-Mail-Client	Software zum Versenden von E-Mails an andere E-Mail-Teilnehmer, zum Abruf von eingegangenen E-Mails aus der vom E-Mail-Server geführten Mailbox sowie zur Verwaltung von E-Mails mit einem Verzeichnissystem (z. B. sortierte Ablage von E-Mails in verschiedenen Rubriken).
Web-Browser	Software für den Aufruf und die Darstellung beliebiger WWW-Seiten sowie für den Dateitransfer (FTP); ermöglicht die Nutzung zahlreicher verschiedener Informationsangebote und Dienste in Intra- und Internet, z. B. Suchmaschinen, Online-Datenbanken, Portale, Shops.

Abb. 5.12 Komponenten von integrierten Office-Systemen

werden. Als Kommunikationspartner können Menschen in verschiedenen Rollen sowie Computer bzw. auf Computern ausgeführte Programme im eigenen Hause, im Inland oder Ausland auftreten und bei den ausgetauschten Kommunikationsobjekten kann es sich um Texte, (animierte) Grafiken, Sprach- und Toninformationen sowie Kombinationen dieser Formen (z. B. Video) handeln (multimediale Dokumente). Ermöglicht wurde diese große Bandbreite der computergestützten Kommunikation vor allem durch das Internet, das für die im Büro genutzten Kommunikationsdienste die technologische Basis bildet.

Im vorliegenden Kapitel werden in einem Überblick einige wichtige Dienste und Systeme der computergestützten Bürokommunikation behandelt. Dazu zählen neben E-Mail

Funktionen von Termin- und Kontaktmanagern	
Funktionskomplex	Einzelfunktionen (Auszug)
Termin-/Aufgabenplanung	<ul style="list-style-type: none"> Erfassung von Terminen und Stichwortvergabe für Termine, Ausgabe von Tages-, Wochen-, Monats-, Jahresansichten, Terminkonflikte/-überschneidungen anzeigen, Automatische Verschiebung unerledigter Termine, Führen von terminlich ungebundenen Aufgaben in To-do-Liste, Feiertage vergeben und verschiedene Zeitzonen berücksichtigen.
Kontaktmanagement	<ul style="list-style-type: none"> Termine für Kontaktpartner/Gruppenmitglieder vergeben oder sperren, Suche nach freien Gruppenterminen, Suche nach arbeitsfreien Zeiten, Tagen (Terminlückensuche), Zugriffsrechte für Termineintragungen, -änderungen und -löschungen festlegen.
Ausgabefunktionen	<ul style="list-style-type: none"> Ausgabe von Tätigkeits- und Terminberichten, Ausgabesortierung nach Terminkategorien, Ausgabesortierung nach Einzelbenutzern und Benutzergruppen, flexibler Layoutgenerator für die Gestaltung des Ausdrucks.
Kommunikationsfunktionen	<ul style="list-style-type: none"> Telefonwahl und Fax-Unterstützung mit Modem, Unterstützung der Komforttelefonie, Externe E-Mail-Unterstützung per Internet, Interne Mail-Mail-Unterstützung für verbundene Anwender.
Sonstige Funktionen	<ul style="list-style-type: none"> Integrierte Projektplanung (z. B. mit Kostenplanung und Soll/Ist-Vergleichen), Integrierte Ressourcenverwaltung (z. B. Statusabfrage für Aufgaben).

Abb. 5.13 Funktionalität von Termin- und Kontaktmanagern (vgl. hierzu Jungbluth (1999))

(Abschn. 5.6.2.1) die verschiedenen Kommunikationsdienste des World Wide Web (vgl. Abschn. 5.6.2.2), die computergestützte Sprachkommunikation (vgl. Abschn. 5.6.2.3) sowie Telekonferenzsysteme (vgl. Abschn. 5.6.2.4).

Da die technischen Grundlagen dieser Dienste bereits in Kap. 3 und 4 behandelt wurden, beschränkt sich die Darstellung im Folgenden auf die Nutzungsaspekte im Büro-Umfeld. Möglichkeiten des Einsatzes dieser Dienste im Zusammenhang mit der Abwicklung von Geschäftstransaktionen über die Unternehmensgrenzen hinweg, wie sie insbesondere die WWW-Dienste bieten, werden dabei weitgehend ausgeklammert, jedoch in Teil C behandelt.

5.6.2.1 Elektronische Post (E-Mail)

Zu den wichtigsten Internet-Diensten, die am Arbeitsplatz genutzt werden, zählt zweifellos **E-Mail**. Wie erwähnt, gehören E-Mail-Clients bereits zur Grundausstattung eines integrierten Office-Pakets. Abgewickelt wird das Versenden und Empfangen von Mails über elektronische Briefkästen, die so genannten **Mailboxes**. Zu unterscheiden sind die Mailbox des E-Mail-Servers und die Mailbox des E-Mail-Clients eines Benutzers. Eingehende

Mail gelangt zunächst in die zentrale Server-Mailbox und wird in der Regel von dort automatisch auf die Client-Mailboxes der Benutzer verteilt. Bei dem Versenden von Mails ist der Weg umgekehrt. E-Mails können sowohl intern im Unternehmen als auch mit externen Partnern ausgetauscht werden.

Die Funktionalität gängiger E-Mail-Clients ist jedoch nicht nur auf das bloße Versenden und Empfangen von E-Mails ausgerichtet, sondern auch darauf, Ordnung in der elektronischen Post zu halten. Typische Funktionen eines E-Mail-Clients sind:

- Abrufen von E-Mails aus der eigenen Mailbox, d. h. dem Speicher, in den der Mail-Server angekommene Mails eines Benutzers ablegt.
- Drucken von abgerufenen E-Mails, d. h. Übergabe der Mails an den Drucker.
- Editieren von E-Mails, d. h. Schreiben, Anzeigen und Korrigieren von zu versendenden Nachrichtentexten.
- Verwalten von E-Mail-Adressen und so genannten Mailing-Listen, in die ein ganzer Adressatenkreis eingetragen ist.
- Versenden von E-Mails an einen oder mehrere Empfänger, im letzteren Fall auch unter Verwendung von Mailing-Listen.
- Weiterleiten von eingegangenen E-Mails an andere Benutzer, gegebenenfalls auch unter Verwendung von Mailing-Listen.
- Anlegen von Verzeichnissen für die geordnete Speicherung und Verwaltung von E-Mails.
- Ablage von eingegangenen E-Mails unter den angelegten Verzeichnissen.
- Löschen von E-Mails aus den jeweiligen Verzeichnisrubriken.

5.6.2.2 WWW-Kommunikationsdienste

Verfügt ein Arbeitsplatz-Rechner über einen Internet-Zugang, stehen neben E-Mail grundsätzlich auch alle anderen **Internet-Dienste** wie NetNews, Telnet, FTP und World Wide Web (WWW) zur Verfügung. Vor allem die zahlreichen Informations- und Kommunikationsdienste auf Basis des WWW sind aus dem Büroalltag nicht mehr wegzudenken. Da die Bereitstellung dieser Dienste unter Verwendung des Hypertext Transfer Protocol (http) erfolgt, können sie über einen gewöhnlichen Web-Browser von jedem Arbeitsplatzrechner mit Internet-Zugang genutzt werden. Außer im offenen Internet sind diese Dienste auch im Intranet und Extranet eines Unternehmens nutzbar (vgl. Abschn. 4.5).

Im Rahmen der Büroarbeit sind insbesondere folgende Kategorien von **WWW-Diensten** von Bedeutung, deren Funktionalität auch über die Kommunikation hinausgeht:

- Dienste für die Informationserschließung: Hier sind zunächst die verschiedenen Suchmaschinen zu nennen, mit deren Hilfe zu vorgegebenen Begriffen WWW-Seiten aufgefunden werden können, die diese Begriffe enthalten. Daneben gibt es zahlreiche Archive und Datenbanken, die ihre Inhalte – oft auch kostenpflichtig – zum Abruf über das WWW zur Verfügung stellen. Häufig betreiben Unternehmen eigene Wissensbanken, die im Intranet für die eigenen Mitarbeiter zugänglich sind.

- Dienste für den asynchronen Erfahrungs- und Informationsaustausch: Für den fachlichen und nicht-fachlichen Austausch mit Kollegen und Gleichgesinnten haben sich im WWW die so genannten Communities of Practice herausgebildet. Dabei handelt es sich um Diskussionsforen mit mehr oder weniger explizitem Bezug auf bestimmte Branchen oder Berufsgruppen. Zunehmend finden sich ähnliche Angebote auch im Intranet und Extranet der Unternehmen. Während im ersten Fall die Kommunikation unter den Mitarbeitern des eigenen Unternehmens befördert werden soll, bietet sich im letzteren Fall darüber hinaus die Möglichkeit, durch den Einbezug der Mitarbeiter ausgewählter Zulieferer und Kunden qualifizierte Hinweise zur Verbesserung der eigenen Leistungserstellung zu erhalten. Für den Erfahrungs- und Informationsaustausch, auch im Sinne von Communities of Practice, spielen inzwischen Social Media (vgl. Kap. 12) eine zentrale Rolle.
- Dienste für den entfernten Zugriff auf betriebliche Anwendungssysteme: Mit Hilfe entsprechender Web-Schnittstellen kann Außenmitarbeitern über das Intranet an Ihrem jeweiligen Arbeitsplatz – sei es zu Hause, unterwegs oder beim Kunden – der Zugang zu Anwendungen des eigenen Unternehmens gewährt werden, z. B. um jederzeit Auskunft über die aktuelle Verfügbarkeit bestimmter Artikel geben zu können. In ähnlicher Weise kann im Extranet ausgewählten Kunden und Zulieferern der Zugriff auf bestimmte Unternehmensdaten eingeräumt werden, z. B. um für Zwecke der eigenen Planung unmittelbar Informationen über Verfügbarkeiten oder Bestellmengen einzuholen.
- Dienste für die Geschäftsabwicklung im Internet: In diese Kategorie fallen alle WWW-basierten Dienste, die der elektronischen Unterstützung von Geschäftstransaktionen mit Kunden und Lieferanten dienen. Hierzu zählen z. B. Online-Shops für die Beschaffung von direkten und indirekten Gütern, WWW-Dienste zur Bestell- und Zahlungsabwicklung sowie zur Auftrags- und Sendungsverfolgung.

5.6.2.3 Computergestützte Sprachkommunikation

Obwohl der Rechnereinsatz im Büro insgesamt zu einer stärkeren Verschriftlichung der Bürokommunikation beigetragen haben dürfte, erfolgt ein Großteil des Informationsaustauschs nach wie vor durch das gesprochene Wort. Doch auch die Sprachkommunikation lässt sich mit Hilfe des Computers sinnvoll unterstützen. Hier sind insbesondere Sprachspeichersysteme sowie Systeme der computerintegrierten Telefonie zu nennen.

- Bei einem **Sprachspeichersystem** (engl. **digital voice box**) werden – ähnlich einem digitalen Anrufbeantworter – über Telefon gesprochene Nachrichten, die an einen oder mehrere Empfänger gerichtet sein können, durch das Sprachspeichersystem digital zwischengespeichert. Jeder an das Sprachspeichersystem angeschlossene Teilnehmer kann die für ihn bestimmten Nachrichten dann bei Bedarf telefonisch abrufen.

Sprachspeichersysteme realisieren somit eine asynchrone, d. h. zeitversetzte Sprachkommunikation. Gegenüber der asynchronen schriftlichen Kommunikation z. B. via Tastatur und E-Mail besteht der Vorteil von Sprachspeichersystemen in der für viele Anwender schnelleren und leichteren Handhabung gesprochener Nachrichten.

Systeme für die **computerintegrierte Telefonie** (engl. **computer integrated telephony, CIT**) erlauben die komfortable Einbindung aller Telefonfunktionen in die gewohnte Arbeitsumgebung am Computer-Arbeitsplatz. Darüber hinaus bieten CIT-Systeme durch die Möglichkeit, Telefonfunktionen mit anderen Anwendungen zu integrieren, eine Reihe von Zusatzfunktionen. So kann z. B. die Anwahl eines anderen Teilnehmers bequem anhand seines Namens aus der Termin- und Kontaktmanagementkomponente heraus stattfinden. Ebenso besteht die Möglichkeit, bei aktivierter Rufnummernübermittlung Anrufer automatisch zu identifizieren und die sie betreffenden Daten am Bildschirm anzuzeigen. Außerdem können Zeitpunkt und Dauer jeder einzelnen Verbindung festgehalten und – ggf. um Gesprächsnotizen ergänzt – zu Zwecken des Kontaktmanagements gespeichert werden. Auf diese Weise ermöglicht CIT die bruchlose Integration von Sprachkommunikation in die computerunterstützten Büroprozesse.

Technisch kann CIT auf zwei Weisen realisiert werden:

- Durch Verwendung des herkömmlichen Telefonnetzes für die Sprachübertragung. Hierfür ist der Anschluss des Computers an eine geeignete Telekommunikationsanlage erforderlich. Da in den meisten Unternehmen eine solche Anlage bereits besteht, fallen lediglich Kosten für die CIT-Software und die Hardware zur Verbindung des Computers mit der Telefonanlage an.
- Durch Nutzung des Internets für die Übertragung digitalisierter Sprachsignale (Voice over Internet Protocol, VoIP). Voraussetzung hierfür ist neben einer leistungsfähigen Internet-Verbindung (z. B. DSL) die Installation einer – meist frei erhältlichen – VoIP-Software. Der Anbieter der VoIP-Software betreibt in der Regel gleichzeitig einen Verzeichnisdienst – ähnlich einem Telefonbuch – für die Suche nach anderen Teilnehmern. Aufgrund der unterschiedlichen, z. T. proprietären Verfahren und Protokolle, die für die Sprachkodierung und -dekodierung (so genannte Codecs) sowie für den Auf- und Abbau von Rufverbindungen eingesetzt werden, bildeten sich mehrere konkurrierende, anbieterspezifische Netze heraus. Die mangelnde Interoperabilität zwischen diesen Netzen stellte in der Vergangenheit einen wesentlichen Hinderungsgrund für eine weite Verbreitung der VoIP-Telefonie dar. In jüngerer Zeit gibt es jedoch verstärkt Bemühungen für eine Vereinheitlichung bzw. Verknüpfung der verschiedenen Systeme.

Im Vergleich zu herkömmlicher Telefonie sind die Verbindungskosten bei VoIP ausgesprochen gering, sofern es sich um Telefonate mit anderen Internet-Teilnehmern handelt. Um auch Teilnehmer im herkömmlichen Telefonnetz erreichen zu können, muss jedoch der kostenpflichtige Dienst eines Providers in Anspruch genommen werden.

5.6.2.4 Telekonferenzsysteme

- Ein **Telekonferenzsystem** erlaubt die multilaterale Kommunikation innerhalb einer Gruppe räumlich voneinander entfernter Teilnehmer. Dabei bedeutet „multilateral“, dass die Nachrichten eines sendenden Teilnehmers im Unterschied zur bilateralen Kommunikation nicht nur von einem, sondern von allen übrigen Teilnehmern empfangen und beantwortet werden können.

Obwohl grundsätzlich auch die zeitversetzte Durchführung von Telekonferenzen denkbar ist (asynchrone Kommunikation), erfordern gängige Telekonferenzsysteme in aller Regel die zeitgleiche Anwesenheit der Teilnehmer (synchrone Kommunikation).

In der Praxis werden Telekonferenzen entweder über das herkömmliche Telefonnetz oder über das Internet abgewickelt. Im Wesentlichen lassen sich folgende Arten von Telekonferenzen unterscheiden:

- **Audio-Konferenz:** Die Kommunikation beschränkt sich auf den Austausch gesprochener Nachrichten. Innerhalb eines Unternehmens-Standortes lassen sich solche Telefonkonferenzen meist leicht über die hausinternen Telefonanlagen realisieren. Audiokonferenzen sind national und international (gegebenenfalls mit Voranmeldung) durchführbar. Darüber hinaus erlauben die meisten VoIP-Systeme jederzeit die spontane Einberufung von Telefonkonferenzen.
- **Video-Konferenz:** Zeitgleich zur Sprachkommunikation werden Fest- oder Bewegtbilder übertragen, sodass die Teilnehmer einander während des Gesprächs auf dem Bildschirm des Arbeitsplatzrechners sehen können. Voraussetzung ist neben der Videokonferenz-Software ein mit einer Kamera ausgestatteter Arbeitsplatzrechner. Zum Teil bieten auch VoIP-Software-Produkte die Möglichkeit, Bilder parallel zum Gespräch zu übertragen. Die eigentliche Datenübertragung erfolgt meist über eine breitbandige Internetverbindung, jeweils in Kombination mit geeigneten Kompressionstechniken zur Reduktion des im Vergleich zu der reinen Sprachkommunikation erheblich höheren Datenaufkommens.

Telekonferenz-Systeme, vor allem jedoch Videokonferenz-Systeme, bieten häufig eine Reihe von ergänzenden Funktionen, welche die Verständigung zwischen kommunizierenden Geschäftspartnern zusätzlich erleichtern. Solche Zusatzfunktionen ermöglichen z. B. das gemeinsame Betrachten und Bearbeiten von Dokumenten sowie den entfernten Zugriff auf die Benutzeroberfläche eines Anwendungssystems, das auf einem der Teilnehmer-Rechner ausgeführt wird.

Literatur

- Becker, J., Rosemann, M., Schütte, R.: Prozessintegration zwischen Industrie- und Handelsunternehmen – eine inhaltlich-funktionale und methodische Analyse. *Wirtschaftsinformatik*. **38**(3), 309–316 (1996)
- Gassner, C.: Konzeptionelle Integration heterogener Transaktionssysteme, Dissertation Nr.1879, Universität St. Gallen, St. Gallen (1996)
- Gluchowski, P., Gabriel, R., Dittmer, C.: Management Support Systeme und Business Intelligence – Computergestützte Informationssysteme für Fach- und Führungskräfte. Springer, Berlin/Heidelberg (2008)
- Hackstein, R., Köhl, E.: Datenintegration – Wunsch oder Wirklichkeit? *CIM-Manag.* **7**, 30–34 (1991)
- Jungbluth, V.: Wem die Stunde schlägt – Termin- und Kontaktmanager im Vergleich. *c't Arch.* **19**, 138 (1999)

- Kossel, A.: Intranet-Hype. c't. **5**, 69 (1996)
- Merz, M.: Electronic Commerce, Marktmodelle, Anwendungen und Technologien. dpunkt, Heidelberg (1999)
- Pohland, S.: Globale Unternehmensarchitekturen – Methode zur Verteilung von Informationssystemen. Weißensee, Berlin (2000)
- Scheer, A.-W.: EDV-orientierte Betriebswirtschaftslehre – Grundlagen für ein effizientes Informationsmanagement, 4. Aufl. Springer, Berlin (1996)



Operative betriebliche Anwendungssysteme

6

Kap. 6 ist das zweite Kapitel des Teils II. Es setzt sich mit den operativen betrieblichen Anwendungssystemen auseinander, d. h. einer Gruppe von innerorganisatorischen Anwendungssystemen, die mit dem operativen Geschehen in Unternehmen verflochten sind. In Abb. 6.1 ist die Einordnung des Kap. 6 in den Teil II dargestellt.

Die operativen betrieblichen Anwendungssysteme finden sich in der Systempyramide (vgl. Abschn. 5.1) auf den unteren Ebenen und werden auch als Administrations- und Dispositionssysteme bezeichnet. Als mengenorientierte operative Anwendungssysteme und als wertorientierte Abrechnungssysteme bilden sie die Abfolge der betrieblichen Leistungs- erstellungsprozesse ab, die die betriebliche Wertschöpfungskette bilden.

Im Unterschied zu den bereichs- und ebenenübergreifend einsetzbaren Arbeitsplatzsystemen dienen operative betriebliche Anwendungssysteme der unmittelbaren und fachbezogenen Unterstützung der betrieblichen Geschäftsprozesse. Allerdings besitzen einige von ihnen insofern einen übergreifenden Charakter, als sie betriebliche Funktionen unterstützen, die in vielen Unternehmen unabhängig von der jeweiligen Branchenzugehörigkeit auftreten. Diesen branchenneutralen operativen Anwendungssystemen widmet sich Abschn. 6.1. Ausgewählte branchenspezifische operative Anwendungssysteme werden in Abschn. 6.2 erörtert. Komplettlösungen in Form von ERP-Systemen sind Gegenstand von Abschn. 6.3.

- B Innerorganisatorische Anwendungssysteme
- 5 Grundlagen der betrieblichen Informationsverarbeitung
- 6 Operative betriebliche Anwendungssysteme**
- 7 Management-Support-Systeme und Business Intelligence
- 8 Integrationsunterstützende Querschnittssysteme

Abb. 6.1 Einordnung von Kap. 6 in den Teil II

6.1 Branchenneutrale operative Anwendungssysteme

Branchenneutrale operative Anwendungssysteme unterstützen solche Aufgaben, deren Bearbeitung nach branchenübergreifend standardisierten, teils gesetzlich geregelten Verfahren erfolgen kann oder muss. Der vorliegende Abschnitt behandelt beispielhaft ausgewählte branchenneutrale operative Anwendungssysteme in den betrieblichen Funktionsbereichen Personalwirtschaft (vgl. Abschn. 6.1.1), Rechnungs- und Finanzwesen (vgl. Abschn. 6.1.2) sowie Vertrieb und Marketing (vgl. Abschn. 6.1.3).

6.1.1 Personalwirtschaft

In diesem Abschnitt werden – ohne Anspruch auf Vollständigkeit – wesentliche Aufgabenbereiche der Personalwirtschaft behandelt, die durch operative betriebliche Anwendungssysteme sinnvoll unterstützt werden können (vgl. hierzu z. B. Bühner (2005); Berthel und Becker (2017)). Es handelt sich um die Bereiche allgemeine Personalverwaltung (vgl. Abschn. 6.1.1.1), Arbeitszeitverwaltung/Zeitwirtschaft (vgl. Abschn. 6.1.1.2) und Personalabrechnung (vgl. Abschn. 6.1.1.3).

6.1.1.1 Allgemeine Personalverwaltung

Grundlage der informationstechnologischen Unterstützung der Personalwirtschaft ist ein allgemeines **Personal-Informationssystem**, das Mitarbeitern und Führungskräften den Zugriff auf aktuelle personalwirtschaftliche Informationen erlaubt. Beispiele für typische Aufgaben- oder Funktionsbereiche der Personaladministration, die durch ein solches Personal-Informationssystem unterstützt werden können, sind in Abb. 6.2 genannt und jeweils kurz erläutert.

Bedingt durch die unternehmensweite Vernetzung und den damit einhergehenden dezentralen Zugriff auf Unternehmensinformationen werden zunehmend einfache Aufgaben der Personaladministration an die betreffenden Mitarbeiter selbst übertragen. Entsprechende Funktionen, so genannte **Employee Self-Services**, unterstützen diese Form der dezentralen Personaladministration unter Nutzung eines differenzierten Zugriffskonzepts. Beispiele sind die Pflege mitarbeiterbezogener Stammdaten, der Ausdruck von Verdienstnachweisen sowie das Reise-Abrechnungswesen.

Aufgaben- oder Funktionsbereich	Erläuterung
Personalstamm-datenverwaltung	Basis ist eine zentrale Datenbank, in der alle wichtigen Mitarbeiter-Stammdaten gespeichert sind, z. B. Name, Adresse, Geburtsdatum und -ort, Familienstand, Bildungsabschluss, Kontoverbindung. Je nach Berechtigung erhalten Mitarbeiter und Führungskräfte in unterschiedlichem Umfang lesenden oder schreibenden Zugriff auf diese Informationen. Häufig sind Mitarbeiter berechtigt, ihre persönlichen Daten einzusehen und Änderungen an diesen (z. B. aufgrund eines Wohnortwechsels) selbst vorzunehmen.
Geschäftsreisen- und Reisekosten-management	Es werden Funktionen bereitgestellt, mit deren Hilfe Mitarbeiter und Führungskräfte Routineaufgaben im Zusammenhang mit der Vor- und Nachbereitung von Geschäftsreisen erledigen können: von der Planung einer Geschäftsreise über die Reservierung von Terminen, die Beantragung und Erteilung von Reisegenehmigungen bis hin zur Reisekostenabrechnung.
Verwaltung von Qualifikations- und Beurteilungs-informationen	Diese Funktion erlaubt es Mitarbeitern und Führungskräften, je nach Berechtigung mitarbeiterbezogene Qualifikationsprofile anzulegen, einzusehen und zu pflegen, Beurteilungsinformationen zu hinterlegen und abzufragen sowie Weiterbildungsempfehlungen anzuzeigen.
Weiterbildungs-management	In diesem Funktionsbereich können von berechtigten Mitarbeitern Schulungspläne erstellt und im Unternehmen veröffentlicht werden. Interessierte Mitarbeiter können sich für Schulungen anmelden und entsprechende Genehmigungen einholen.
Organisations-management	Mit Hilfe dieser Funktionen können Informationen zu Unternehmensstruktur und -politik verwaltet und abgerufen werden.

Abb. 6.2 Beispiele für typische Funktionsbereiche eines Informationssystems zur Unterstützung der Personaladministration

Besondere Anforderungen an Personalinformationssysteme ergeben sich naturgemäß aus den strengen Datenschutzvorschriften. Vor dem Hintergrund der geforderten dezentralen Bereitstellung personalwirtschaftlicher Informationen erfordert dieser Aspekt besondere Aufmerksamkeit in allen Phasen des System-Lebenszyklus, von der sorgfältigen Erfassung der Anforderungen über die Systementwicklung bis hin zu Systembetrieb und -wartung. Dies gilt nicht nur für die Systeme zur Unterstützung der allgemeinen Personaladministration, sondern ebenso für Informationssysteme in den Bereichen Zeitwirtschaft und Personalabrechnung. Darüber hinaus müssen operative Informationssysteme für das Personalwesen über Schnittstellen zu anderen betrieblichen Bereichen verfügen, insbesondere zur Buchhaltung und zur Kostenrechnung. Am Beispiel der Personalabrechnung (vgl. Abschn. 6.1.1.3) wird dies besonders deutlich.

6.1.1.2 Arbeitszeitverwaltung (Zeitwirtschaft)

Aufgabe der **Arbeitszeitverwaltung**, auch bezeichnet als Zeitwirtschaft, ist es, die tatsächlich geleistete Arbeitszeit aller Mitarbeiter zu erfassen und mit den jeweils gültigen arbeits- bzw. tarifvertraglich festgelegten Arbeitszeitumfängen zu verrechnen. Dabei stellen einerseits die zunehmende Tendenz zur Flexibilisierung der Arbeitszeit sowie anderer-

seits die zunehmende Differenzierung der **Arbeitszeitmodelle** innerhalb eines Unternehmens hohe Anforderungen an eine IT-gestützte Arbeitszeitverwaltung.

Ein grundlegendes Konzept der IT-gestützten Arbeitszeitverwaltung ist das **elektronische Arbeitszeitkonto**, mit dessen Hilfe laufend Anwesenheits- und Abwesenheitszeiten mitarbeiterbezogen festgehalten und mit der Soll-Arbeitszeit des betreffenden Mitarbeiters abgeglichen werden. Überschreitet die tatsächlich geleistete Arbeitszeit innerhalb des Bezugszeitraums das für diesen Zeitraum vereinbarte Soll, weist das Arbeitszeitkonto ein Guthaben auf, im Fall der Unterschreitung ein Defizit. Das Arbeitszeitkonto bildet somit die Grundlage für die Entgeltberechnung, außerdem erlaubt es die jederzeitige Information eines Mitarbeiters über den aktuellen Stand seines Arbeitszeitsaldos.

Auf der Basis der aktuellen Arbeitszeitkonto-Daten und der jeweils gültigen Arbeitszeitmodelle bieten **Zeitwirtschaftssysteme** folgende Verwaltungs- und Unterstützungs-funktionen:

- Ergänzende Funktionen zur Zeiterfassung. Hierunter fallen die Erfassung von Abwesenheitszeiten, die durch Zeiterfassungsgeräte nicht registriert werden, z. B. wegen Urlaub, Krankheit, Fortbildungsaufenthalten und Dienstreisen, sowie die manuelle Nacherfassung oder Korrektur von An- und Abwesenheitszeiten nach einer Fehlerfassung. Diese Funktionen können ggf. über das Intranet dezentral durch Vorgesetzte oder Mitarbeiter selbst ausgeführt werden.
- Bildschirm- oder Druckausgabe aktueller mitarbeiter- oder mitarbeitergruppenbezogener Zeitsalden. Belegschaftsmitglieder müssen jederzeit den Saldo des eigenen Zeitkontos abrufen können. Einsichtnahme in die Zeitkonten anderer Mitarbeiter bleibt den Mitgliedern der Personalverwaltung vorbehalten.
- Verschiedene Auswertungsfunktionen, z. B. zur Erhebung des Krankenstandes oder zur Frühwarnung bei Abweichungen von vereinbarten Durchschnittswerten sowie bei Verletzung von weiteren Restriktionen, z. B. bezüglich der sicherzustellenden Mindestbesetzung in wichtigen Unternehmensbereichen.
- Funktionen zur Projektzeiterfassung, bei der alle im Zusammenhang mit der Bearbeitung eines Projekts erbrachten Zeitaufwände diesem Projekt zugeordnet werden. Meist erfolgt die projektbezogene Zeiterfassung und -buchung durch die Projektmitarbeiter selbst. Die Projektzeiterfassung ist eine wichtige Grundlage für das Projekt-Controlling.

6.1.1.3 Personalabrechnung

Im Rahmen der **Personalabrechnung** übernehmen Informationssysteme für das Personalwesen folgende Aufgaben:

- Lohn- und Gehaltsabrechnung,
- Abrechnung von Ausbildungsbeihilfen,
- Provisionsabrechnung,
- Abrechnung von Renten und Sozialleistungen,

- Abrechnung mit Sozialträgern und Finanzbehörden,
- Erstellung von Nachweisen, Meldungen und Auswertungen.

Die **Lohn- und Gehaltsabrechnung** stellt zweifellos die wichtigste Aufgabe im Rahmen der Personalabrechnung dar. Sie wird meist als Batchlauf für alle Mitarbeiter einmal pro Monat durchgeführt und gliedert sich in zwei Schritte:

- (1) Die Bruttoentgeltberechnung erfolgt auf Basis dermitarbeiterbezogenen Zeitkonten unter Berücksichtigung der individuellen lohn- bzw. gehaltsrelevanten Merkmale in den Mitarbeiterstammdaten, wie z. B. Tarifgruppe, Arbeitszeitmodell und Familienstand. In diesem Zusammenhang werden auch Zuschläge für Überstunden und Feiertagsarbeit sowie weitere tarifliche oder außertarifliche Entgeltbestandteile, wie z. B. vermögenswirksame Leistungen, Urlaubs- und Weihnachtsgeld, ermittelt.
- (2) Die Nettoentgeltberechnung baut auf der Bruttoentgeltberechnung auf. Unter Berücksichtigung der jeweiligen Steuerklasse, eventueller Freibeträge sowie sonstiger steuerrelevanter Informationen wird der Steuerabzug ermittelt. Darüber hinaus werden die jeweiligen Beiträge zur Sozialversicherung sowie sonstige Abzüge berechnet. Im anschließenden Zahllauf werden Zahlungsanweisungen über die resultierenden Nettoentgelte elektronisch an die Hausbank weitergeleitet.

Bei der Abrechnung von Ausbildungsbeihilfen, Renten und anderen Sozialleistungen besteht der wesentliche Unterschied gegenüber der Lohn- und Gehaltsabrechnung darin, dass individuelle Leistungsdaten, wie sie z. B. in der Zeitwirtschaft erfasst werden, in der Regel nicht zu berücksichtigen sind. Bei der Provisionsabrechnung treten Mengen- bzw. Umsatzdaten an die Stelle der zeitwirtschaftlichen Leistungsdaten.

Einbehaltene Steuern und Sozialabgaben werden im Rahmen der Abrechnung mit den Sozialversicherungen und Finanzbehörden kumuliert und unter Einhaltung der gesetzlichen Fristen abgeführt.

Schließlich sind im Zusammenhang mit der Personalabrechnung eine Reihe von Nachweisen und Meldungen zu erstellen, großenteils aufgrund gesetzlicher Vorschriften. Dazu zählen neben Lohn- und Gehaltsmitteilungen für die Mitarbeiter auch Beitragsnachweise für die Träger der Sozialversicherung sowie Meldungen an den Fiskus und an die statistischen Ämter. Verschiedene Auswertungen, z. B. zur Entwicklung der Lohn- und Gehaltssummen, dienen als Grundlage für Managemententscheidungen.

Die engen Bezüge der Personalabrechnung zu den Systemen des Rechnungswesens, insbesondere der Lohn- und Gehaltsbuchhaltung, sind offensichtlich. Nicht selten werden daher die Lohn- und Gehaltsbuchhaltung aus den übrigen Buchhaltungsprogrammen aus gegliedert und in personalwirtschaftliche Systeme integriert. Aus darstellungs systematischen Gründen werden sie jedoch im folgenden Abschnitt im Zusammenhang mit den sonstigen Systemen des Rechnungswesens behandelt.

6.1.2 Rechnungswesen

Das **betriebliche Rechnungswesen** ist ein klassisches Einsatzgebiet operativer betrieblicher Anwendungssysteme. Dies ist vor allem darauf zurückzuführen, dass das Rechnungswesen aufgrund der großen Zahl zu buchender Geschäftsvorfälle und der repetitiven, weitgehend standardisierbaren Verarbeitungsprozesse in idealtypischer Weise die Kriterien der Massendatenverarbeitung erfüllt. Dabei ist die Erstellung von Softwaresystemen für das Rechnungswesen durchaus keine triviale Aufgabe. Zahlreiche gesetzliche Vorschriften (z. B. HGB, Steuergesetze, Grundsätze ordnungsmäßiger Buchführung), Anforderungen der Öffentlichkeit (z. B. Anteilseigner) sowie unternehmensspezifische Anforderungen sind zu berücksichtigen, die ihrerseits wiederum im Laufe der Zeit Änderungen unterworfen sind und daher eine sorgfältige Pflege der entsprechenden Software-Komponenten notwendig machen.

Üblicherweise unterteilt man das Rechnungswesen in die Teilbereiche des externen und des internen Rechnungswesens (vgl. Coenenberg et al. (2016); vgl. auch Abb. 6.3). Das externe Rechnungswesen, auch als Finanzbuchhaltung bezeichnet, gliedert sich in die Hauptbuchhaltung (Sachkontenbuchhaltung) und mehrere Nebenbuchhaltungen (vgl. Abschn. 6.1.2.1). Es dient der Aufzeichnung von Geschäftsvorfällen zur Erfüllung der gesetzlichen Buchführungspflichten. Das interne Rechnungswesen mit den wesentlichen Teilkostenfunktionen Kosten- und Leistungsrechnung dagegen ist eher entscheidungsorientiert ausgerichtet und dient der Planung, Steuerung und Kontrolle des Unternehmenserfolgs (vgl. Abschn. 6.1.2.2).

6.1.2.1 Finanzbuchhaltung

Die **Finanzbuchhaltung** hat die Aufgabe, alle finanziellen Beziehungen zwischen dem Unternehmen und seiner Umwelt systematisch zu erfassen und so jederzeit konsistent und nachvollziehbar zu dokumentieren. Dabei sind zahlreiche gesetzliche Vorschriften zu beachten, darunter auch zunehmend internationale Rechnungslegungsvorschriften.

Innerhalb der Finanzbuchhaltung unterscheidet man einerseits die Hauptbuchhaltung sowie andererseits verschiedene Nebenbuchhaltungen. Letztere beziehen sich jeweils auf einen sachlich abgegrenzten Aspekt der Finanzbuchhaltung und dokumentieren für diesen

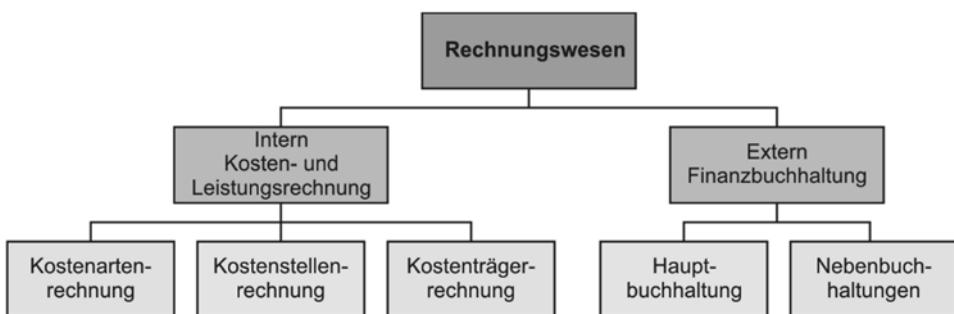


Abb. 6.3 Aufbau des betrieblichen Rechnungswesens

alle finanziell relevanten Geschäftsvorfälle in detaillierter Form. Erstere dagegen führt die in den verschiedenen Nebenbuchhaltungen dokumentierten Vorgänge in aggregierter Form zu einer konsolidierten Gesamtsicht der Finanzsituation des Unternehmens zusammen. Aus der Hauptbuchhaltung werden die periodenbezogenen Abschlüsse (Tages-, Monats- und Jahresabschluss) sowie die korrespondierenden Gewinn- und Verlustrechnungen abgeleitet. Auch Zwischenkonsolidierungen für einzelne Organisationseinheiten, z. B. Teilkonzerne eines Konzerns, gegebenenfalls in verschiedenen Währungen und Sprachen, sind mit Hilfe moderner Hauptbuchhaltungsprogramme jederzeit und in kurzer Zeit zu erstellen. Einen Überblick über die einzelnen Nebenbuchhaltungen und ihre jeweiligen Aufgaben vermittelt Abb. 6.4.

Nebenbuchhaltung	Aufgaben und Schnittstellen
Kreditorenbuchhaltung	<ul style="list-style-type: none"> Erfassung und Verwaltung aller Verbindlichkeiten gegenüber den Lieferanten des Unternehmens Laufende Überwachung der Fälligkeitstermine offener Kreditoren-Posten Optimierung von Zahlungswegen und -terminen zur Begleichung der Forderungen Veranlassung und Verbuchung der Zahlungen
Debitorenbuchhaltung	<ul style="list-style-type: none"> Erfassung und Verwaltung aller Forderungen gegenüber den Kunden des Unternehmens Überwachung der Fälligkeitstermine offener Debitoren-Posten Initiierung und Überwachung des betrieblichen Mahnwegs bei Überschreitungen von Fälligkeitsterminen Überprüfung, Zuordnung und Verbuchung eingehender Zahlungen
Lohn- und Gehaltsbuchhaltung	<ul style="list-style-type: none"> Verwaltung aller Zahlungsverpflichtungen gegenüber Mitarbeitern des Unternehmens Überwachung der Zahlungstermine für die Lohn- und Gehaltszahlungen Veranlassung und Verbuchung der Lohn- und Gehaltszahlungen Erstellung von Lohn- und Gehaltslisten sowie verschiedener Auswertungen
Anlagenbuchhaltung	<ul style="list-style-type: none"> Wertmäßige Erfassung und Verwaltung der Güter des Anlagevermögens des Unternehmens (z. B. Maschinen, Immobilien und langfristige Finanzanlagen) Berechnung und Simulation unterschiedlicher Abschreibungsvarianten Verbuchung der Abschreibungen Erstellung von Vermögensaufstellungen und Inventarlisten für das Anlagevermögen Schnittstellen: Produktionsplanung und -steuerung, Instandhaltungsplanung
Materialbuchhaltung	<ul style="list-style-type: none"> Ausweis der wertmäßigen Materialbestände Ermittlung und Dokumentation der wertmäßigen periodenbezogenen Materialverbräuche

Abb. 6.4 Aufgaben der Nebenbuchhaltungen

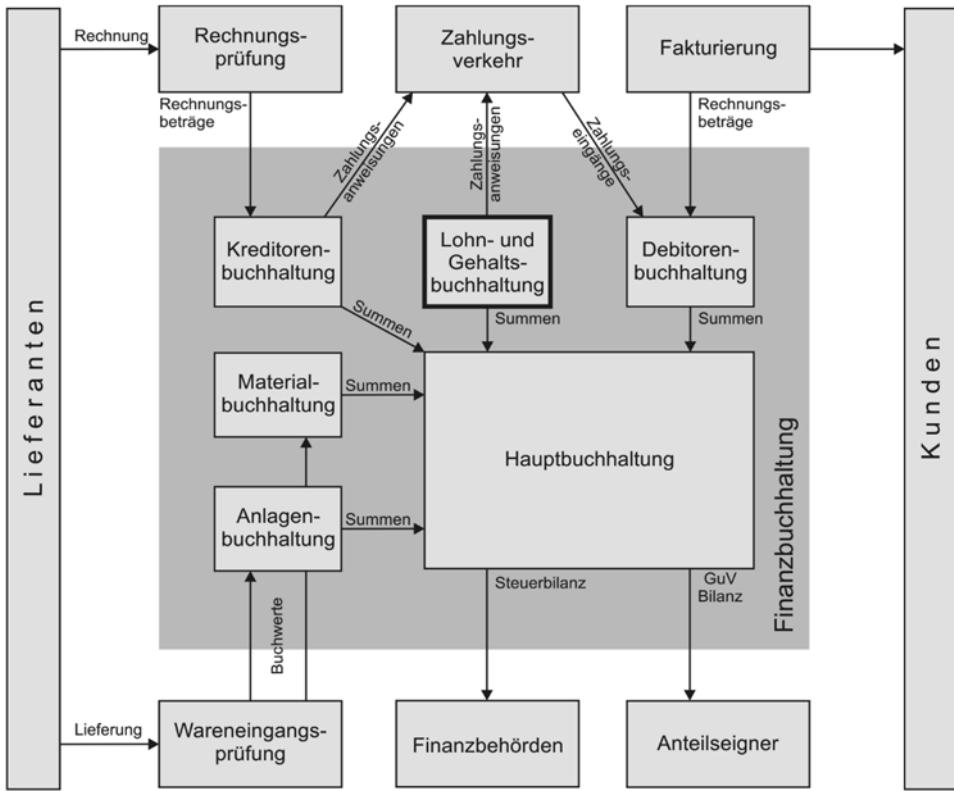


Abb. 6.5 Informationsaustauschbeziehungen der Finanzbuchhaltung (vereinfacht)

Zur Erfüllung ihrer Aufgaben besitzt die Finanzbuchhaltung zahlreiche interne und externe Schnittstellen, über die ein Informationsaustausch sowohl mit betrieblichen Anwendungssystemen als auch mit externen Partnern stattfindet. Einen schematischen Überblick wichtiger Informationsaustauschbeziehungen der Finanzbuchhaltung gibt Abb. 6.5.

Die zentralen Stammdaten-Objekte jeder Finanzbuchhaltungssoftware sind die verschiedenen Sach- und Personenkonten mit den zugehörigen Angaben, wie Kontonummer, Bezeichnung, Aufgabenbeschreibung, Zahlungsbedingungen, Adressen und Bankverbindungen. Die Konten sind in einen so genannten Kontenplan eingebettet, der das jeweils gültige Gliederungsschema zur Erfassung von Buchungen auf den Aufwands- und Ertragskonten der Finanzbuchhaltung bereitstellt. Gleichzeitig definiert der Kontenplan die Zuordnung zu den Kosten- und Erlösarten des internen Rechnungswesens (vgl. Abschn. 6.1.2.2). Kontenpläne basieren meist auf gängigen (branchenspezifischen) Musterkontenplänen wie z. B. dem deutschen Gemeinschaftskontenrahmen (GKR) oder dem Industriekontenrahmen (IKR). Gegebenenfalls ist es erforderlich, mehrere Kontenpläne parallel zu verwenden, so z. B., wenn ein Konzern Tochterunternehmen in mehreren Ländern besitzt, für die aufgrund von Unterschieden in der nationalen Gesetzgebung jeweils verschiedene Kontenpläne anzuwenden sind.

Weitere wichtige Daten sind die aktuellen Kontostände der Sach- und Personenkonten sowie die Buchungssätze. Erstere repräsentieren die Bestandsdaten, letztere die Bewegungsdaten eines Buchhaltungssystems.

Moderne Finanzbuchhaltungssysteme erlauben eine Verbuchung in Echtzeit, d. h. eine einzelne Buchung in einem der Nebenbücher – z. B. die Erfassung einer Lieferantenrechnung in der Kreditorenbuchhaltung – führt sofort zu einer entsprechenden Fortschreibung der korrespondierenden Konten in der Hauptbuchhaltung.

6.1.2.2 Kosten- und Leistungsrechnung

Die **Kosten- und Leistungsrechnung** dient einerseits der Kontrolle der Wirtschaftlichkeit des Unternehmens, andererseits der Kalkulation der betrieblichen Leistungen. Zu diesem Zweck dokumentiert sie den rechnerischen Werteverzehr, den der Einsatz von Produktionsfaktoren bei der Leistungserstellung verursacht. Da sie im Gegensatz zur Finanzbuchhaltung nach innen gerichtet ist, ist sie vor allem nach den individuellen Auswertungsbedürfnissen des Unternehmens zu gestalten.

Die Kosten- und Leistungsrechnung gliedert sich in drei aufeinander aufbauende Teilrechnungen: die Kostenarten-, die Kostenstellen- und die Kostenträgerrechnung. Die Aufgaben dieser Teilgebiete sind in Abb. 6.6 jeweils kurz erläutert.

Die Eingangsdaten für die Kosten- und Leistungsrechnung lassen sich sämtlich aus anderen Programmen gewinnen, vor allem aus der Finanzbuchhaltung und ihren Nebenbuchhaltungen, außerdem aus der Materialwirtschaft, der Fakturierung und der Betriebsdatenerfassung. In modernen Softwaresystemen für die Kosten- und Leistungsrechnung

Teilbereich der Kosten- und Leistungsrechnung	Aufgaben
Kostenartenrechnung	<ul style="list-style-type: none"> Klassifikation und Aufgliederung der aus den vorgelagerten Systemen übernommenen Kostendaten Gegebenenfalls Umbewertung der aus der Finanzbuchhaltung übernommenen Verbuchungen mit kalkulatorischen Kosten
Kostenstellenrechnung	<ul style="list-style-type: none"> Verursachungsgerechte Zuweisung der nach Kostenarten aufgegliederten primären Gemeinkosten zu Haupt- und Hilfskostenstellen Beanspruchungsgerechte Verteilung der Gemeinkosten der Hilfskostenstellen (sekundäre Gemeinkosten) auf die Hauptkostenstellen (innerbetriebliche Leistungsverrechnung) Ermittlung von Zuschlagssätzen für die Verteilung der Gemeinkosten auf die Kostenträger im Rahmen der Kalkulation
Kostenträgerrechnung	<ul style="list-style-type: none"> Ermittlung der pro Leistungseinheit jeder betrieblichen Leistung anfallenden Selbst- bzw. Herstellkosten (Kostenträgerstückrechnung, Kalkulation) Ermittlung der pro Periode insgesamt für jede Leistungsart angefallenen Kosten (Kostenträgerzeitrechnung, Betriebsergebnisrechnung)

Abb. 6.6 Aufgaben und Schnittstellen der Teilbereiche der Kosten- und Leistungsrechnung

erfolgt die direkte Übernahme der benötigten Daten aus diesen Vorsystemen nahezu vollständig automatisiert und beleglos. Voraussetzung hierfür ist neben einer entsprechenden Integration der beteiligten Systeme eine vollständige Vorkontierung der Geschäftsvorfälle in den Vorsystemen, d. h. alle Geschäftsvorfälle werden bereits bei ihrer ersten Erfassung unter Angabe ihrer jeweiligen Kostenart und Kostenstelle sowie des betroffenen Kostenträgers gespeichert.

Bei konsequenter Vorkontierung und fortgeschrittenen Systemintegration beschränkt sich die Unterstützung der Kostenartenrechnung auf eine klassifizierende Verwaltung der urbelegnah erfassten Kostendaten.

Zur IT-Unterstützung der Kostenstellenrechnung ist anzumerken, dass es erst die Computerunterstützung ermöglichte, das Problem der interdependenten Leistungsaustauschbeziehungen zwischen den Hilfskostenstellen in einem simultanen Ansatz mathematisch exakt zu lösen und somit die Ungenauigkeiten der heuristischen Verfahren (z. B. Stufenleiterverfahren) zu vermeiden.

Bezüglich der **Kostenträgerrechnung** gibt es aufgrund branchen- oder unternehmensindividueller Erzeugnisstrukturen und Kalkulationsverfahren eine große Zahl von Gestaltungsvarianten für unterstützende Anwendungssysteme. Standardsoftware für diesen Bereich muss daher über eine umfassende Modell- und Methodenbank und flexibel parametrisierbare Datenstrukturen und Verfahren verfügen. Um eine möglichst hohe Flexibilität bezüglich der verwendeten Auswertungsrechnungen – auch für Planungszwecke – zu erreichen, speichern integrierte operative Anwendungssysteme (wie die heute verfügbaren ERP-Systeme) alle Daten des Rechnungswesens in elementarer Form in einer Datenbank, auf die außer den Modulen der Finanzbuchhaltung und der Kostenrechnung auch andere Programme zugreifen, z. B. Entscheidungsunterstützungssysteme oder Management-Support-Systeme (vgl. Kap. 7).

Typische Stammdaten der Kosten- und Leistungsrechnung sind Kostenarten und Kostenstellen sowie Bezugsgrößen und Kennzahlen für die Leistungsverrechnung. Bei entsprechender Systemintegration greifen Systeme der Kostenrechnung auch auf Stammdaten anderer Systeme zu. Aus dem Produktionsbereich sind dies z. B. Materialstammdaten, Erzeugnisstrukturen und Arbeitspläne. Aufgrund der weitgehenden Integration der Kostenrechnungssysteme ergeben sich darüber hinaus zahlreiche weitere Datenaustauschbeziehungen zwischen den Modulen der Kosten- und Leistungsrechnung und den umgebenden Systemen. Über den Umweg dieser Systeme gelangen auch die Bewegungsdaten, d. h. die Geschäftsvorfälle, vom Ort ihrer Erfassung in die Kosten- und Leistungsrechnung. Abb. 6.7 stellt in vereinfachter Form einige wichtige Datenaustauschbeziehungen dar.

Die verursachungsgerechte Verrechnung von Gemeinkosten ist im Produktionsbereich – bei Ausschöpfung der Möglichkeiten einer umfassenden Betriebs- und Maschinendatenerfassung – meist wenig problematisch. In anderen Gemeinkosten-Bereichen, zum Beispiel der Logistik und dem Vertrieb, fehlen häufig vergleichbare Mittel zur Messung der Beanspruchung durch einzelne Kostenstellen oder Kostenträger. Dies ist umso gravierender, als gerade auf diese Bereiche häufig ein bedeutender Teil der Gesamt-

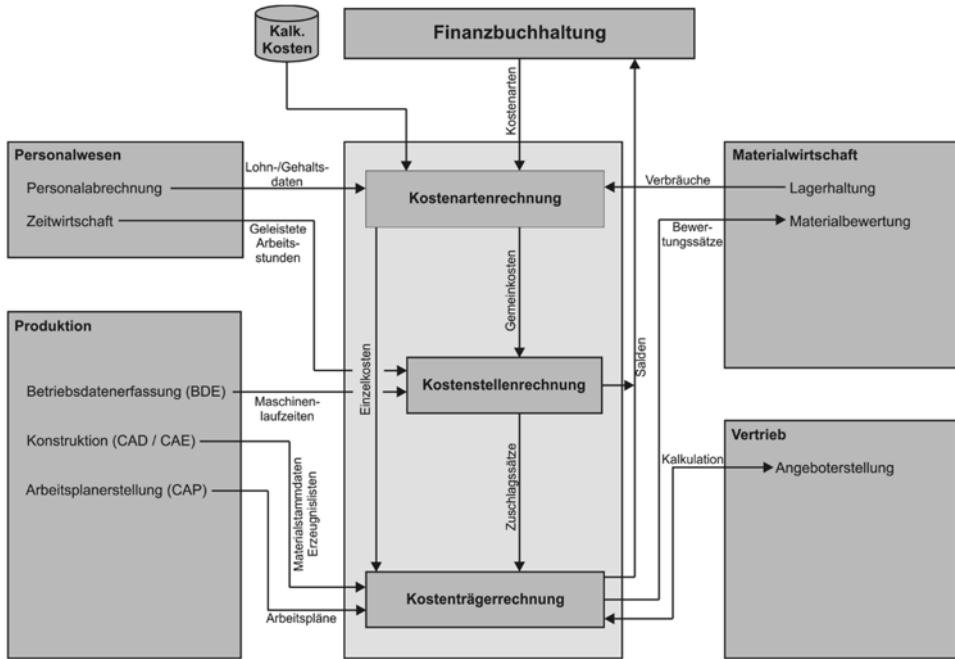


Abb. 6.7 Datenaustauschbeziehungen der Kosten- und Leistungsrechnung (vereinfacht)

kosten entfällt. Einen Ansatz zur verursachungsgerechten Verteilung der in diesen Bereichen anfallenden Kosten bietet die Prozesskostenrechnung.

Im Rahmen der **Prozesskostenrechnung** werden logisch zusammenhängende Aktivitäten verschiedener Kostenstellen zu kostenstellenübergreifenden Prozessen zusammengefügt, z. B. „Schadensmeldung bearbeiten“, „Auftrag kommissionieren“ o. ä. Für jede an einem solchen Prozess beteiligte Kostenstelle wird der durchschnittliche (zeitliche) Aufwand für die Durchführung der jeweiligen prozessbezogenen Aktivität ermittelt. Die anschließende Bewertung einer prozessbezogenen Aktivität erfolgt mit einem geeigneten Kostensatz, z. B. mit den durchschnittlichen Kosten pro Zeiteinheit der jeweiligen Gemeinkostenstelle. Aus den Kosten der einzelnen Aktivitäten lassen sich anschließend die durchschnittlichen „Prozess-Stückkosten“, die so genannten Prozesskostensätze, berechnen.

Das Hauptproblem bei der Anwendung der Prozesskostenrechnung ist die Identifikation der richtigen Kostentreiber, d. h. der Faktoren, die den Aufwand einer prozessbezogenen Aktivität wesentlich bestimmen. Bei geschickter Wahl der Kostentreiber lassen sich auf diese Weise die Kosten z. B. einer Reklamationsbearbeitung in brauchbarer Genauigkeit ermitteln. Integrierte operative Anwendungssysteme erleichtern dabei die Ermittlung der für die Berechnung der Prozesskostensätze erforderlichen Mengengerüste erheblich.

6.1.3 Vertrieb und Marketing

Zum Aufgabenumfang des Vertriebs gehören alle Aufgaben, die zur Abwicklung von Verkaufstransaktionen mit den Kunden notwendig sind. Hierzu zählen insbesondere die Verkaufsdurchführung (vgl. Abschn. 6.1.3.1), d. h. die eigentliche Abwicklung von Kundenaufträgen im Rahmen des Erfüllungsgeschäfts. Daneben spielen jedoch auch Aufgaben der Verkaufsvor- und Verkaufsnachbereitung (vgl. Abschn. 6.1.3.2) eine wichtige Rolle, z. B. die Pflege von Kundenkontakten auf Messen und Verkaufsveranstaltungen, die Bearbeitung von Anfragen oder die Reklamationsabwicklung (zum Marketing vgl. z. B. Bruhn (2014)).

6.1.3.1 Verkaufs-Durchführung

Die Verkaufs-Durchführung umfasst alle das Erfüllungsgeschäft betreffenden Aufgaben. Zentraler Prozess der Verkaufs-Durchführung ist die Kundenauftrags-Abwicklung. Sie umfasst Aufgaben wie das Erfassen, Prüfen und Überwachen eines Auftrags sowie den Versand und die Fakturierung.

Ein **Vertriebsinformationssystem** benötigt zur Erfüllung dieser Aufgaben Schnittstellen zu verschiedenen Systemen anderer betrieblicher Bereiche. Beispiele sind das Lagerverwaltungssystem zum Zweck der Verfügbarkeitsprüfung, das Produktionsplanungs- und -steuerungssystem für die Auftragsüberwachung sowie das Debitorenbuchhaltungssystem im Zusammenhang mit der Bonitätsprüfung und der Fakturierung.

Wichtige Stammdaten, auf die ein Vertriebssystem bei der Unterstützung der Kundenauftrags-Abwicklung zugreift, sind die Produkt- und die Kundenstammdaten. Daneben benötigt das System lesenden und schreibenden Zugriff auf Bestandsdaten wie z. B. Angebots- und Auftragsdaten sowie kundenbezogene Kontostände, Kreditlimite und Rechnungsdaten der Debitorenbuchhaltung.

Einen Überblick über die im Zusammenhang mit der Kundenauftrags-Abwicklung anfallenden Aufgaben und die zwischen ihnen bestehenden ablauflogischen Zusammenhänge gibt das Geschäftsprozessdiagramm in Abb. 6.8. Beispielhaft wird in Abb. 6.8 davon ausgegangen, dass die Kernaufgaben der Verkaufsdurchführung weitgehend durch ein Modul „Vertrieb“ eines unternehmensweiten ERP-Systems abgedeckt werden. Die einzelnen Teilprozesse werden im Folgenden jeweils kurz näher erläutert.

Bei der Erfassung eines Kundenauftrags werden alle für die Abwicklung erforderlichen Angaben festgehalten. Neben den Kundendaten und der Lieferanschrift sind dies insbesondere die Bezeichnungen der Artikel oder der Dienstleistungen mit zugehörigen Mengenangaben und Preisen, außerdem Zahlungsbedingungen und gegebenenfalls nähere Angaben zum Versand, wie z. B. Lieferanschrift und Lieferfristen. Sofern zuvor ein korrespondierendes Angebot abgegeben wurde, können die dort gespeicherten Daten in den Kundenauftrag übernommen und gegebenenfalls modifiziert werden.

Was die Bonitätsprüfung anbelangt, verfügen moderne Vertriebssysteme über ein integriertes Kreditmanagement, das einen Zugriff auf das aktuelle Kreditlimit des Auftraggebers in der Debitorenbuchhaltung erlaubt. Anhand unternehmens- und kundenindividuell

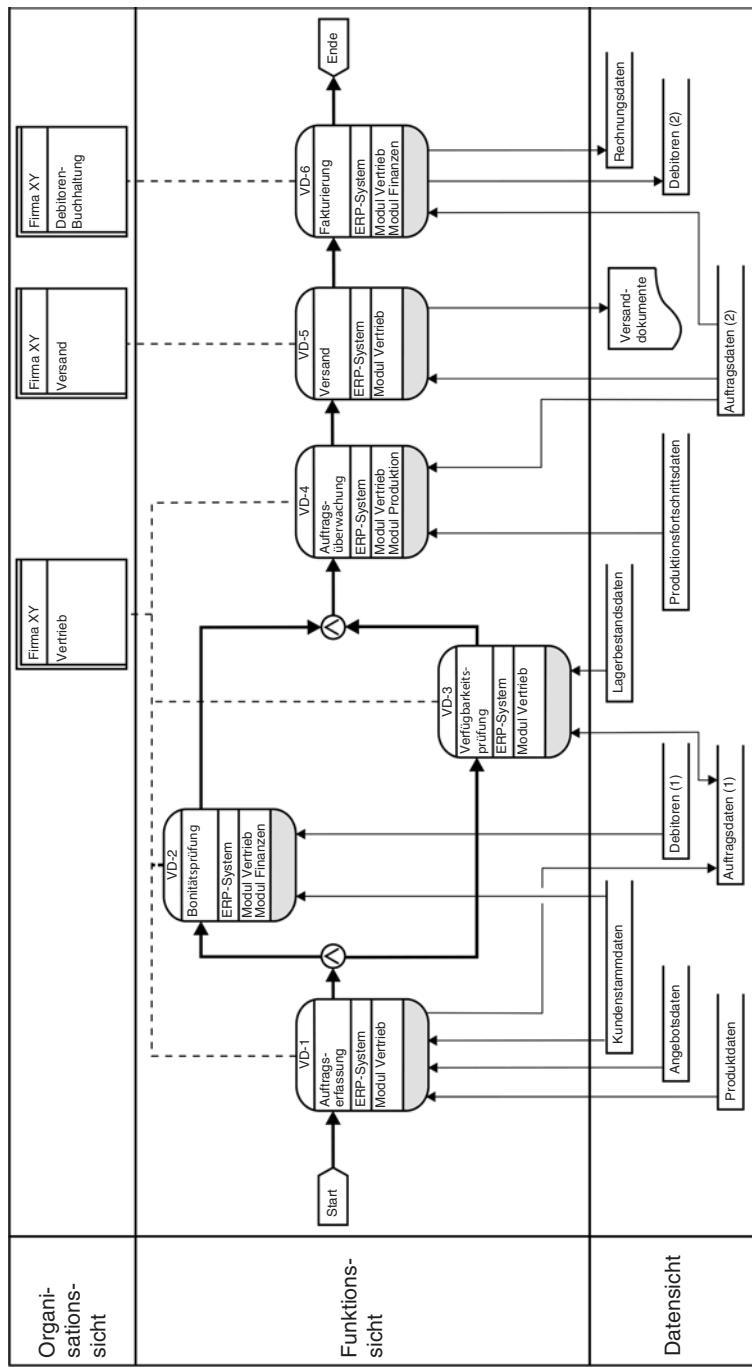


Abb. 6.8 Geschäftsprozess „Kundenauftrags-Abwicklung“

definierbarer Regeln lässt sich so bereits bei der Erfassung eines Kundenauftrages feststellen, ob die Belieferung des Kunden mit Blick auf die finanzielle Situation vertretbar erscheint.

Die Verfügbarkeitsprüfung soll sicherstellen, dass gegenüber dem Kunden eine realistische Lieferterminzusage abgegeben wird. In die Verfügbarkeitsprüfung werden neben aktuellen Lagerbeständen auch Informationen über ausstehende Bestellungen und laufende Produktionsaufträge einbezogen.

Die Auftragsüberwachung sorgt dafür, dass jederzeit Auskunft über den aktuellen Bearbeitungszustand eines Auftrags gegeben werden kann. Dazu ist ein Zugriff auf die Produktionsdaten, insbesondere zur auftragsbezogenen Fortschrittskontrolle erforderlich.

Der **Versand** übernimmt die termingerechte Bereitstellung der vom Kunden bestellten Waren. Besondere Anforderungen an ein Vertriebssystem ergeben sich durch die Unterstützung mehrerer Versandarten. Unterschieden wird:

- die Komplettlieferung, d. h. die vollständige Erfüllung eines Kundenauftrages durch genau eine Lieferung,
- die Teillieferung, d. h. die Erfüllung eines Auftrags in zwei oder mehr Einzel-lieferungen, sowie
- die Zusammenführung, d. h. die gemeinsame Auslieferung von Waren aus zwei oder mehreren Aufträgen.

Ein wichtiger Teilprozess des Versands ist die **Kommissionierung**, d. h. die Entnahme der bestellten Erzeugnisse aus dem Fertigwarenlager. Das Vertriebssystem unterstützt die Kommissionierung durch die Bereitstellung einer der jeweiligen Versandart entsprechenden Kommissionierliste, nach der die Zusammenstellung der Erzeugnisse für die Verpackung erfolgt. Aufgrund der hohen Arbeits- und Kostenintensität der traditionellen Kommissionierung mittels Kommissionierliste, auch Pickliste genannt, wurden effizientere, beleglose Kommissionierverfahren bzw. -systeme entwickelt, die jeweils mit dem Vertriebssystem gekoppelt sind:

- **Pick-by-Scan** verwendet ein mobiles Datenerfassungsgerät mit integriertem Scanner zur Erfassung der per Barcode identifizierten Lagerplätze und Artikel entsprechend den auf dem Gerätedisplay sukzessive angezeigten Kommissionierpositionen.
- **Pick-by-Light** basiert auf Signallampen zur Anzeige der Lagerplätze sowie auf Erfassungsgeräten mit Taster und Display, die – angebracht an jedem Lagerplatz – das Lesen der zu entnehmenden Artikel am signalisierten Lagerplatz sowie die Bestätigung der Artikelentnahme per Taster gestatten.
- **Pick-by-Voice** nutzt einen mobilen, an einem Tragegurt befestigten Clientrechner mit installierter Spracherkennungssoftware und angeschlossenem Headset mit Mikrofon zur sukzessiven Information des Kommissionierers über zu entnehmende Artikel sowie zur sprachlichen Bestätigung von Entnahmen.

- **Pick-by-Vision** beruht auf einer fortgeschritteneren Technologie mit etwa folgenden Komponenten: einer Datenbrille (engl. head-mounted display) zur Anzeige von Kommissionierdaten auf einem halbtransparenten Spiegel, einem Tracking- bzw. Leitsystem zur Weganzeige und Positionsbestimmung sowie einer Eingabeeinheit zur Bestätigung von Entnahmen und zwar per Sprache oder Tasten (am Gürtel getragene Einheit mit Dreh-/Druckknöpfen). In Verbindung mit einer aufmontierten Kamera, Sensoren zur Ortsbestimmung und einer speziellen Software kann die Datenbrille genutzt werden, um die vom Kommissionierer wahrgenommene Realität um angezeigte Informationen gemäß dem Augmented-Reality-Konzept anzureichern. So z. B. um Pfeile zur Wegkennzeichnung und um die bildliche Darstellung zu entnehmender Artikel.

Darüber hinaus umfasst der Versand auch den Transport, bei dem neben administrativen auch verschiedene dispositive Tätigkeiten, z. B. bezüglich der Transportmittelwahl und der Tourenplanung, anfallen. Bei Unternehmen mit großräumigem Produktvertrieb stellt die Distribution einen erheblichen Kostenfaktor dar. Andererseits bestehen hier große Kostensenkungspotenziale, die durch den Einsatz moderner Planungsverfahren wie etwa Metaheuristiken und Hyperheuristiken ausgeschöpft werden können.

Die Fakturierung bildet den Abschluss der Auftragsabwicklung. Sie dient der Rechnungserstellung und -verbuchung. Alle hierzu erforderlichen Informationen wurden in den vorangehenden Teilprozessen bereits erhoben, sodass die Fakturierung weitgehend automatisiert erfolgen kann. Bei entsprechender Integration mit dem Debitorenbuchhaltungs-System kann gleichzeitig auch die Buchung der Ausgangsrechnungen ohne zusätzlichen manuellen Aufwand vorgenommen werden.

6.1.3.2 Verkaufsvor- und -nachbereitung

Neben der eigentlichen Verkaufsdurchführung unterstützt ein Vertriebssystem auch Aufgaben, die dem Erfüllungsgeschäft vor- oder nachgelagert sind. Im ersten Fall handelt es sich um verkaufsvorbereitende Aktivitäten vom ersten Kundenkontakt bis hin zur Angebotsbearbeitung. Man spricht hier auch von **Pre-Sales**. Die Verkaufsnachbereitung (**After-Sales**) dagegen widmet sich dem Kundenkontakt nach dem Verkauf und umfasst z. B. die Reklamationsbearbeitung. Weitere Beispiele für wichtige IT-unterstützte oder -unterstützbare Aufgaben beider Aufgabenbereiche sind in Abb. 6.9 wiedergegeben.

Schnittstellen der Systeme zur Verkaufsvor- und -nachbereitung zu Systemen anderer Unternehmensbereiche ergeben sich vor allem aus der Notwendigkeit, jederzeit aktuell auf Kundenanfragen zu reagieren und betriebswirtschaftlich vertretbare Angebote zu erstellen. Insbesondere werden jederzeit aktuelle Informationen aus der Produktion und der Kostenrechnung benötigt.

Zu den wichtigsten Stammdaten, die im Rahmen der Verkaufsvor- bzw. -nachbereitung verarbeitet werden, zählen die Kundendaten, Artikel- bzw. Produktdaten sowie Stücklisten. Bei den Bestandsdaten sind insbesondere Angebots- und Auftragsdaten zu nennen.

Aufgabenbereich	Beispiele für unterstützbare Aufgaben
Verkaufsvorbereitung (Pre-Sales)	<ul style="list-style-type: none"> Erfassung und Auswertung von Kundenkontakt-Daten (z. B. im Zusammenhang mit Kundenbesuchen, Telefonaten und Messebesuchen) Planung und Durchführung von Mailing-Aktionen Erfassung von Kundenanfrage-Daten (z. B. bei einer Kundenanfrage zu Produkten oder Dienstleistungen) Bereitstellung von Produkt- und Preisinformationen für Kunden (z. B. Produktkataloge, Konfiguratoren) Bereitstellung interner Produkt-, Kunden-, Preis- und Auftragsdaten für Vertriebsmitarbeiter (z. B. für die Kundenberatung und -akquisition) Erstellung von Angeboten (z. B. auf eine Kundenanfrage hin) Überwachung von Kundenanfragen und Angeboten (z. B. Wiedervorlage zu definierten Terminen und telefonische Nachfrage beim Kunden)
Verkaufsnachbereitung (After-Sales)	<ul style="list-style-type: none"> Erfassung, Weiterleitung und Überwachung der Bearbeitung von Kundenbeschwerden und Produktreklamationen Planung und Durchführung von Kundenkontakten zur Überprüfung der Kundenzufriedenheit Netzgestützte Fehleranalyse und -behebung (Fernwartung und -diagnose) Disposition des Kundendienst-Einsatzes

Abb. 6.9 Unterstützbare Aufgaben der Verkaufsvor- und -nachbereitung

Zur Unterstützung der Mitarbeiter des Außendienstes, insbesondere bei der Durchführung verkaufsvorbereitender Aktivitäten vor Ort beim Kunden, kommen spezielle Vertriebssysteme zum Einsatz. Entsprechende Ansätze werden unter dem Begriff **Computer Aided Selling** (CAS) zusammengefasst (vgl. Becker und Schütte (2004), S. 439 f.).

Ein CAS-System unterstützt Außendienstmitarbeiter bei folgenden Aktivitäten: Planung und Vorbereitung von Kundenbesuchen, Fernabfrage aktueller Kunden-, Produkt- und Preisinformationen, Erfassung von Kundenstammdaten, Kundenanfragen und -aufträgen, Produktpräsentation und -konfiguration im Rahmen der Kundenberatung sowie Angebotserstellung.

Voraussetzung für den Einsatz von CAS-Systemen ist die Ausstattung der Außendienstmitarbeiter mit einem mobilen Rechner, z. B. einem Laptop, der über einen Mobilfunk- oder Festnetzzugang verfügt. Unternehmensseitig muss eine zentrale Vertriebsinformations-Datenbank eingerichtet und für den Netzwerkzugriff durch die Vertriebsmitarbeiter (z. B. über ein Intranet) freigegeben sein.

Die Pflege der Kundenbeziehungen ist eine wichtige Aufgabe der Verkaufsvor- und -nachbereitung. Dabei ist zu beachten, dass die Qualität der Beziehungen eines Unternehmens zu seinen Kunden für den Unternehmenserfolg häufig von großer Bedeutung ist. Hinzu kommt, dass die Neukundengewinnung in der Regel mit hohen Kosten bei gleichzeitiger Unsicherheit über die Umsatzerwartungen verbunden ist, während gezielte Investitionen in bestehende Kundenbeziehungen mit hohem Potenzial langfristig oftmals

höhere Umsätze bei geringeren Kosten generieren. Das Kundenbeziehungsmanagement (**Customer Relationship Management, CRM**) ist ein Management-Konzept, das durch eine konsequente Bündelung und ganzheitliche Koordination aller kundenbezogenen Aktivitäten dieser Erkenntnis Rechnung trägt (vgl. Hippner und Wilde (2003)).

Ziel des CRM ist der Aufbau und die Pflege langfristig profitabler Kundenbeziehungen. Eine zentrale Rolle spielen dabei moderne Informations- und Kommunikationstechnologien, welche das unternehmensinterne Wissen über alle Kundenbeziehungen zusammenführen, die Analyse von Kundenbeziehungen mit Blick auf ihr Erfolgspotenzial erlauben und schließlich Unterstützung bei der Planung und Durchführung von Maßnahmen zur Festigung erfolgversprechender Beziehungen leisten. Folgende Hauptbestandteile des CRM-Konzepts werden unterschieden (vgl. Hippner und Wilde (2003)):

- das kommunikative CRM,
- das operative CRM und
- das analytische CRM.

Das **kommunikative CRM** hat die Aufgabe, möglichst alle einen Kunden betreffenden Kommunikationsvorgänge zu bündeln und aufeinander abzustimmen. Auf diese Weise soll dem Kunden ein einheitlicher Kommunikationszugang zum Unternehmen geboten werden, der von dem jeweils eingesetzten Kommunikationsmedium – Telefon, Brief, Fax oder E-Mail – unabhängig ist. Der Kunde hat so z. B. immer denselben Ansprechpartner für alle seine Angelegenheiten. Dieses Prinzip wird als One face to the customer oder Single point of entry bezeichnet. Voraussetzung ist die Einrichtung einer zentralen Kundenkontaktbearbeitung mit entsprechender IT-Unterstützung, welche sowohl die automatische Weiterleitung eingehender Kundenkommunikation als auch die Echtzeit-Bereitstellung umfassender Informationen zu allen Geschäftsvorfällen des betreffenden Kunden beinhaltet.

Das **operative CRM** umfasst alle Anwendungssysteme, welche den Dialog mit den Kunden steuern und die sich daran anknüpfenden Geschäftsprozesse unterstützen. Drehzscheibe aller Maßnahmen des operativen CRM ist ein spezielles Customer-Data-Warehouse (zum Konzept des Data Warehouse vgl. Abschn. 7.4.2), in welchem alle Kundenkontakte und -reaktionen systematisch aufgezeichnet und kontinuierlich zusammengeführt werden. Daneben ist eine Anbindung an die operativen Systeme der übrigen Bereiche erforderlich, um den Kunden zuverlässige Auskünfte über Verfügbarkeit, Liefertermine und den Bearbeitungsstand von Aufträgen geben zu können. Zu den Aufgaben, die durch das operative CRM abgedeckt werden, zählen z. B.:

- das Kampagnenmanagement, das auf der Basis von Kauf- und Kontakthistorien gezielte Marketingaktionen plant und durchführt,
- die Unterstützung des Kundendienstes und des Beschwerdemanagements durch Systeme zur Aufnahme von Störungsfällen und zur Beantwortung oder Weiterleitung von Benutzerfragen (Help Desk),

- die Auftragsüberwachung (Order-Tracking), anhand derer sich jeder Kunde über den Bearbeitungszustand des eigenen Auftrags informieren kann, sowie
- die Unterstützung administrativer Aufgaben wie Termin- und Routenplanung, Spesenabrechnung, Besuchsberichterstattung, Angebotserstellung, Kundendatenverwaltung.

Aufgabe des **analytischen CRM** ist es, das unternehmensweit vorhandene Wissen über die eigenen Kunden systematisch auszuwerten mit dem Ziel, die gewonnenen Erkenntnisse im Rahmen des operativen CRM zur Festigung der Kundenbeziehungen zu verwenden. Das analytische CRM liefert die Informationen, auf denen das operative CRM aufsetzt. Beispiele für mögliche Untersuchungsziele sind: die Identifikation von Kunden mit besonders hohem Wertschöpfungspotenzial, das Herausfiltern von Kunden mit erhöhter Abwanderungsbereitschaft und Ursachenforschung in Fällen, bei denen Angebote nicht zu einem Auftrag geführt haben (Lost-Order-Analyse). Für die Auswertungen kommen Analyse-Techniken wie Data-Mining und OLAP zum Einsatz (vgl. Abschn. 7.4.3).

6.2 Branchenspezifische operative Anwendungssysteme

Branchenspezifische operative Anwendungssysteme unterstützen solche Aufgaben, deren Bearbeitung stark durch die Eigenheiten der jeweiligen Branche geprägt ist. Im Folgenden werden exemplarisch ausgewählte branchenspezifische operative Anwendungssysteme der Fertigungsindustrie (vgl. Abschn. 6.2.1), des Handels (vgl. Abschn. 6.2.2) und des Kreditwesens (vgl. Abschn. 6.2.3) erörtert.

6.2.1 Fertigungsindustrie

Gegenstand der folgenden Ausführungen sind Anwendungssysteme zur Unterstützung von Prozessen im Produktionsbereich von Fertigungsunternehmen (vgl. hierzu z. B. Corsen und Gössinger (2016); Steven (2013, 2014)). Die Prozesse in diesem Bereich werden traditionell stark von technischen Gegebenheiten und Anforderungen geprägt. Diese technischen Prozesse werden durch administrative und dispositiv Prozesse ergänzt, welche den Produktionsablauf nach betriebswirtschaftlichen Gesichtspunkten planen und steuern. Für die Bewältigung der jeweiligen Aufgaben haben sich in beiden Prozesswelten unterschiedliche Konzepte und Systeme zur Prozessunterstützung entwickelt. Die Integration der Anwendungssysteme beider Bereiche stellt daher eine wesentliche Herausforderung an die Wirtschaftsinformatik dar. Der folgende Abschn. 6.2.1.1 zeigt Formen der Unterstützung der technischen Abläufe im Produktionsbereich auf. Der anschließende Abschn. 6.2.1.2 beschreibt Konzepte und Systeme zur Unterstützung der korrespondierenden betriebswirtschaftlich-dispositiven Prozesse. Der Integration beider Bereiche im Rahmen des Computer Integrated Manufacturing (CIM) widmet sich Abschn. 6.2.1.3. Kritik am CIM-Konzept und veränderte Produktionsanforderungen haben zu weiterentwickeln

Produktionskonzepte geführt, die unter den Bezeichnungen Lean Production und Ganzheitliche Produktionssysteme bekannt geworden sind. Sie werden in Abschn. 6.2.1.4 betrachtet. Angestoßen durch die stürmische Technologieentwicklung wurden schließlich neue Gestaltungsmöglichkeiten des Fertigungsbereichs in einem digitalisierten Umfeld eröffnet. Sie werden in Abschn. 6.2.1.5 unter dem Begriff „Industrie 4.0 und cyberphysische Systeme“ behandelt.

6.2.1.1 Unterstützung technischer Arbeitsabläufe

Zur Unterstützung fertigungstechnischer Abläufe in Industriebetrieben haben sich verschiedene Konzepte etabliert, die unter der Kurzbezeichnung **CAx** zusammengefasst werden. Die einzelnen Konzepte firmieren unter den Abkürzungen **CAD/CAE**, **CAP**, **CAM** und **CAQ**. Abb. 6.10 gibt einen Überblick über diese Konzepte und erläutert sie jeweils kurz.

CAx-Komponente	Erläuterung
CAD/CAE (Computer Aided Design/Computer Aided Engineering)	CAD steht für die computergestützte Konstruktion, also das computergestützte Entwerfen geometrischer Modelle eines Produkts. Moderne CAD-Systeme arbeiten mit dreidimensionalen Modellen (Volumenmodellen) der Konstruktionsobjekte, von denen zwei- oder dreidimensionale Ansichten sowie animierte Darstellungen abgeleitet werden können. Werden darüber hinaus noch Funktionen angeboten, die eine Simulation und Optimierung des Objektverhaltens unter variierten Bedingungen erlauben, spricht man von CAE. Dazu ist das geometrische CAD-Konstruktionsmodell um geometriefremde Daten und Verhaltensmodelle (z. B. Farbe, physikalische oder chemische Werkstoffeigenschaften sowie Strömungs- und Verformungsmodelle) zu erweitern.
CAP (Computer Aided Planning)	Mit CAP wird die computergestützte Erstellung und Verwaltung von Arbeitsplänen bezeichnet. Ein Arbeitsplan enthält eine genaue Beschreibung aller Arbeitsgänge und ihrer Abfolge vom Roh- bis hin zum Endzustand eines Produkts. Wesentliche Beschreibungsmerkmale eines Arbeitsschritts sind: der für die Durchführung vorgesehene (Maschinen-) Arbeitsplatz, die dabei zu verwendenden Werkzeuge, Materialien und (CNC-)Steuerprogramme sowie der für die Ausführung geplante Zeitbedarf.
CAM (Computer Aided Manufacturing)	Unter CAM versteht man die computergestützte Steuerung der Produktionsanlagen einschließlich der zugehörigen Einrichtungen für den Transport und die Lagerung im fertigungsnahen Materialfluss. Beispiele sind microcomputergesteuerte Werkzeugmaschinen (so genannte CNC-Maschinen; Computerized Numerical Control, CNC), Montage-, Lackier- und Verpackungsroboter sowie Transportsysteme auf Basis fahrerloser Transportfahrzeuge (Automated Guided Vehicles, AGV) für den Materialtransport zwischen den Bearbeitungsstationen der Fertigung.
CAQ (Computer Aided Quality Assurance)	CAQ umfasst die computergestützte Planung, Durchführung, Dokumentation und Auswertung von Maßnahmen zur Sicherung der Produktqualität. Bei ganzheitlicher Sicht gemäß dem Total Quality Management (TQM) erstreckt sich CAQ auf alle Bereiche von der Produktentwicklung über die Beschaffung und Fertigung bis hin zur Reklamations- und Reparaturabwicklung. Beispiele sind die computergestützte Stichprobenkontrolle im Wareneingang oder die computergestützte Erstellung von Prüfplänen für physikalische Produktprüfungen in der Fertigung.

Abb. 6.10 CAx-Komponenten

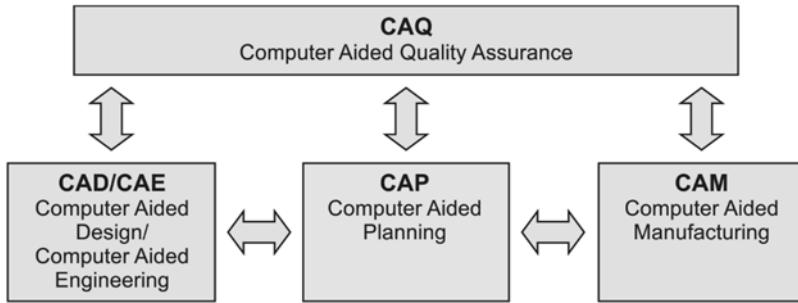


Abb. 6.11 Integrationsbeziehungen zwischen CAx-Komponenten

Zwischen den einzelnen CAx-Komponenten bestehen verschiedene Berührungspunkte, die eine entsprechende Integration der jeweiligen Systeme über Schnittstellen nahe legen. Als Beispiele für solche Integrationsbeziehungen und ihre Unterstützung seien genannt (vgl. Abb. 6.11):

- die (teil-)automatisierte Generierung von Arbeitsplänen aus den Merkmalen des CAD/CAE-Produktmodells (Schnittstelle CAD/CAE ↔ CAP);
- die (teil-)automatisierte Codierung von Steuerprogrammen für CNC-Arbeitsplätze und Fertigungsroboter auf Basis der Geometrie- und Werkstoffdaten des CAD/CAE-Modells sowie die automatische Übertragung dieser Steuerprogramme auf die jeweiligen CNC-Maschinen und Roboter (Schnittstelle CAP ↔ CAM);
- die (teil-)automatisierte Identifikation und Vormerkung der zur Prüfung des fertigen Erzeugnisses benötigten Hilfsmittel anhand der Werkstoffdaten des CAD/CAE-Modells (Schnittstelle CAD/CAE ↔ CAQ);
- die (teil-)automatisierte Ableitung von Prüfplänen und Messprogrammen aus den Daten der Arbeitspläne (Schnittstelle CAP ↔ CAQ);
- die (teil-)automatisierte Durchführung von Prüfungen an Werkzeugen und (Zwischen-)Erzeugnissen (Schnittstelle CAM ↔ CAQ).

Die Verkürzung der Produktentwicklungszeiten und -kosten sind wichtige Ziele des Rechner-einsatzes im Produktionsbereich. Insbesondere bei komplexen, variantenreichen Produkten mit hohen Sicherheits- und Qualitätsanforderungen – wie z. B. Automobilen und Flugzeugen – gestaltet sich der Entwicklungsprozess äußerst zeit- und kostenaufwendig, da bis zur Fertigungsreife wiederholt kostspielige Prototypen angefertigt und getestet werden müssen. Um diesem Problem zu begegnen, versucht man, einen möglichst hohen Anteil der erforderlichen Untersuchungen rechnergestützt an virtuellen Prototypen durchzuführen und auf diese Weise den Bau physischer Versuchsmodelle zu vermeiden. Entsprechende Ansätze werden unter dem Begriff **virtuelle Produktentwicklung (VPE)** zusammengefasst.

Ein Beispiel hierfür ist das im CAD/CAE-Bereich eingesetzte **Digital-Mock-up (DMU)**. Mit Digital-Mock-up („digitale Attrappe“) bezeichnet man das computerbasierte

Modell eines Produkts, das neben einem exakten geometrischen Abbild seiner Komponentenstruktur auch eine Beschreibung seiner mechanischen Eigenschaften und Verhaltensweisen umfasst. Auf der Grundlage eines solchen Modells können mit Hilfe von Simulationen verschiedene Untersuchungen rechnergestützt durchgeführt werden, z. B. Ein- und Ausbauuntersuchungen, Kollisionstests und Montierbarkeitsprüfungen. Allerdings ist in der Praxis aus Sicherheitsgründen für abschließende Tests in aller Regel der Bau mindestens eines physischen Prototyps erforderlich. DMU wird z. B. im Flugzeug-, Schiffs- und Automobilbau eingesetzt.

Eine wichtige Rolle bei der Datenintegration im Fertigungsbereich spielen **Produkt-daten-Management-Systeme (PDMS)**. PDMS entstanden aus der Notwendigkeit, die mit der Verbreitung von CAD/CAE-Systemen und mit zunehmender Produktkomplexität rapide anwachsenden Mengen technischer Produktdaten systematisch zu verwalten. Zu den in einem PDMS gehaltenen Daten zählen z. B. Produktbeschreibungen, technische Zeichnungen, Stücklisten (vgl. Beispiel 6.1), Arbeitspläne und NC-Programme. Neben ihrer Funktion als Integrationsplattform innerhalb der CAx-Welt haben solche Systeme die Aufgabe, die Produktdaten auch den (betriebswirtschaftlich-dispositiven) Komponenten der PPS- und ERP-Systeme zur Verfügung zu stellen und so einen den gesamten Produktionsprozess begleitenden Informationsfluss zu ermöglichen. PDMS decken somit bereits einen Großteil der im Zusammenhang mit der Produktionsplanung und -steuerung bedeutsamen Grunddatenverwaltung ab (vgl. Abschn. 6.2.1.2).

Beispiel 6.1

Stücklisten sind Datenelemente eines PDMS-Systems, die sowohl in technischer als auch in betriebswirtschaftlich-dispositiver Hinsicht von großer Bedeutung sind. Nachfolgend wird eine so genannte Struktur-Stückliste aus der gegebenen Teilestruktur eines Produkts A abgeleitet.

Die linke Seite der Abb. 6.12 zeigt zunächst den Strukturgraphen („Gozintograph“) des Produkts. Die beschrifteten Pfeile geben an, wie viele Einheiten eines Unterteiles in eine Einheit eines Oberteiles einfließen. Nicht weiter zerlegte Unterteile werden als Einzelteile, Oberteile unterhalb des Hauptprodukts werden als Baugruppen bezeichnet. Rechts in Abb. 6.12 ist die aus dem Strukturgraphen abgeleitete **Strukturstückliste** zu sehen. Durch die Einrückungen bei den Teile-Nummern wird die Ebenenstruktur der Stückliste deutlich. ◀

6.2.1.2 Unterstützung betriebswirtschaftlicher Dispositionsaufgaben

Das betriebswirtschaftlich-dispositive Pendant zu den technischen Fertigungsprozessen ist die **Produktionsplanung und -steuerung (PPS)**. Ihre Aufgabe besteht in der kurzfristigen, operativen Planung (Disposition) und Überwachung der Fertigungsabläufe. Produktionsplanung und Produktionssteuerung unterscheiden sich im Wesentlichen durch einen Wechsel des betrachteten Planungshorizonts. Während die Produktions-

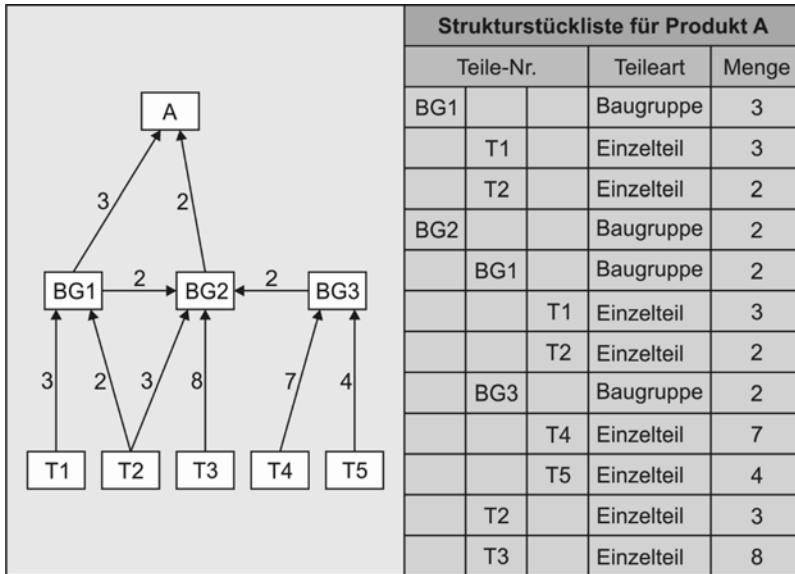


Abb. 6.12 Teilestruktur und zugehörige Strukturstückliste

planung eine mehrere Perioden umfassende, eher grobe Rahmenplanung von Fertigungsterminen und -kapazitäten vornimmt, besteht die Aufgabe der Produktionssteuerung in der konkretisierenden Feinplanung für die unmittelbar bevorstehende Periode sowie in der Überwachung der Ausführung.

Die dabei anfallenden Dispositionsaufgaben sind äußerst komplex und weisen starke Interdependenzen auf. Insbesondere bestehen zwischen den Zielen der Produktionsplanung und -steuerung in aller Regel Zielkonflikte. Ein bekanntes Beispiel ist das so genannte Dilemma der Ablaufplanung, das die Konkurrenz zwischen den beiden Zielen „Minimierung der Durchlaufzeit der Aufträge“ und „Maximierung der Kapazitätsauslastung“ zum Ausdruck bringt:

So kann eine minimale Durchlaufzeit erzielt werden, wenn bei allen Aufträgen zwischen den einzelnen Arbeitsgängen keine Wartezeiten auftreten. Dies erfordert, dass für jeden Auftrag nach Fertigstellung eines Arbeitsgangs immer sofort eine freie Station zur Ausführung des nächsten Arbeitsgangs zur Verfügung steht. In aller Regel sind dazu an einzelnen Arbeitsstationen Leerzeiten in Kauf zu nehmen, während derer sich die Stationen für die prompte Bearbeitung des nächsten Auftrags bereithalten. Entsprechend verringert sich die Kapazitätsauslastung der Arbeitsstationen. Umgekehrt wird eine hohe Kapazitätsauslastung nur dann erreicht, wenn der Materialfluss an den einzelnen Bearbeitungsstationen nicht abreißt. Es sind also z. B. entsprechend mehr Aufträge an jeder Station einzulasten, was wiederum Wartezeiten einzelner Aufträge vor den Stationen und somit eine Erhöhung der Durchlaufzeit zur Folge hat.

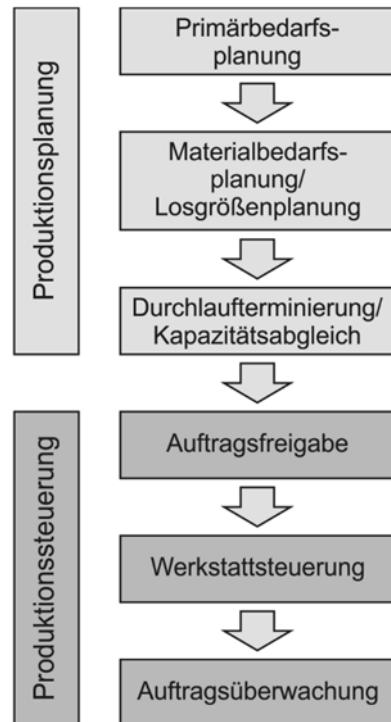
Über dieses besonders offensichtliche Beispiel hinaus bestehen weitere Wechselwirkungen zwischen den Entscheidungsbereichen der Produktionsplanung und -steuerung,

wie z. B. der Losgrößenwahl, der Betriebsmittelwahl, der Planung des produktbezogenen Fertigungsablaufs oder der Wahl der arbeitsplatzbezogenen Bearbeitungsreihenfolge der Aufträge. Ideal wäre daher eine simultane Planung aller Entscheidungsgrößen in einem Totalmodell der Fertigung, was in der Vergangenheit jedoch an der enormen Komplexität dieser Aufgabe scheiterte. Erst in jüngerer Vergangenheit bildeten sich mit den so genannten **Advanced Planning Systemen (APS)** Ansätze zur Simultanplanung im Produktionsbereich heraus (vgl. hierzu auch die Ausführungen am Ende dieses Abschnitts). In der Praxis dominiert jedoch derzeit noch ein sukzessives Vorgehen, welches den Problemkomplex der Produktionsplanung und -steuerung in einzelne Entscheidungsprobleme zerlegt, die – in eine geeignete sequenzielle Ordnung gebracht – zeitlich nacheinander bearbeitet werden. Dabei wird meist ein Vorgehen ähnlich dem in Abb. 6.13 gezeigten Ablaufschema gewählt.

Die in Abb. 6.13 genannten Teilaufgaben der Produktionsplanung lassen sich wie folgt charakterisieren:

- Die **Primärbedarfsplanung** legt Art, Menge und Fertigungstermine aller Enderzeugnisse innerhalb des Planungshorizonts (mehrere Wochen bis einige Monate) fest. Die Basis für diese Entscheidungen sind die bereits vorliegenden Kundenaufträge sowie Prognosen über den Bedarf auf den Absatzmärkten. Normalerweise findet in diesem Zusammenhang auch eine grobe Abstimmung mit den in diesem Zeitraum voraussicht-

Abb. 6.13 Sukzessives Vorgehen bei der Produktionsplanung und -steuerung



lich verfügbaren Fertigungskapazitäten statt, um Engpässe frühzeitig zu vermeiden. Die Primärbedarfsplanung wird auch als Produktionsprogrammplanung bezeichnet.

- Die **Materialbedarfsplanung** bestimmt Art und Menge der für die Herstellung des Primärbedarfs benötigten Materialien (Zwischenprodukte und Rohstoffe). Dieser so genannte Sekundärbedarf lässt sich entweder aus Arbeitsplänen und Stücklisten ableiten (Stücklistenauflösung) oder durch Verbrauchsschätzungen auf Basis von Erfahrungswerten berechnen. Als Bruttobedarf bezeichnet man den Sekundärbedarf zusätzlich sonstiger Bedarfe, z. B. an Ersatzteilen oder aufgrund von Sicherheitszuschlägen. Der um Lager- und Bestellbestände bereinigte Bruttobedarf heißt Nettobedarf. Für die Materialien der verschiedenen Fertigungsstufen werden Bereitstellungstermine aus den Fertigstellungsterminen der jeweiligen Aufträge abgeleitet; dabei ist der für die Montage der Materialien benötigte zeitliche Vorlauf zu berücksichtigen (Vorlaufverschiebung).
- Die **Losgrößenplanung** fasst aus dem Fertigungsbedarf gleichartige (Teil-) Erzeugnisse unterschiedlicher Fertigstellungstermine zu Losen zusammen, die jeweils als zusammenhängende Einheit zu produzieren sind. Die Losgröße, d. h. die Anzahl der in einem Los enthaltenen Erzeugnissen, wird im Idealfall so bestimmt, dass die Summe aus Produktions-, Lagerhaltungs- und Rüstkosten minimal wird. Jedes Los bildet die Basis für einen Fertigungsauftrag. Der späteste Fertigstellungstermin eines Produktionsauftrags wird durch dasjenige unter den enthaltenen (Teil-) Erzeugnissen bestimmt, welches den spätesten Bereitstellungstermin besitzt. Mit der Losgrößenplanung ist die mengenmäßige Produktionsplanung abgeschlossen.
- Aufgabe der **Durchlaufterminierung** ist die Festlegung frühester und spätester Termine für die Durchführung einzelner Bearbeitungsschritte. Dies kann progressiv, d. h. durch Vorwärtsrechnung ausgehend von einem definierten Starttermin, oder retrograd, d. h. durch Rückwärtsrechnung ausgehend von einem angestrebten Fertigstellungstermin, geschehen. Die fertigungslogische Abfolge der einzelnen Arbeitsschritte und ihr Zeitbedarf, die sich aus der Stücklistenstruktur oder dem jeweiligen Arbeitsplan ergeben, werden im Rahmen der Durchlaufterminierung strikt eingehalten, während Kapazitätsschranken zunächst unberücksichtigt bleiben.
- Treten als Ergebnis der Durchlaufterminierung an einzelnen Betriebsmitteln (z. B. Maschinenarbeitsplätzen) gravierende Über- oder Unterschreitungen der Soll-Kapazität auf, wird ein **Kapazitätsabgleich** vorgenommen. Dazu kann entweder die Soll-Kapazität temporär erhöht werden, z. B. durch den Einsatz von Überstunden oder zusätzlichen Aggregaten, oder eine Anpassung an die Soll-Kapazität durch eine zeitliche Verschiebung von Arbeitsgängen aus Perioden mit hoher Belastung in solche mit geringerer Belastung erreicht werden.

Die **Produktionssteuerung** setzt mit dem Übergang zur Durchführung ein und nimmt für den anstehenden Planungszeitraum eine Verfeinerung und Konkretisierung der bislang nur grob geplanten Kapazitäten und Termine vor. Wie in Abb. 6.13 gezeigt, lassen sich folgende Teilaufgaben unterscheiden:

- Die für die Ausführung im bevorstehenden Planungszeitraum geplanten Fertigungsaufträge werden einer Verfügbarkeitsprüfung unterzogen, d. h. es wird geprüft, ob alle benötigten Materialien, Betriebsmittel und Mitarbeiter in der erforderlichen Menge bzw. Freikapazität vorhanden sind. Alle Fertigungsaufträge, für welche dies der Fall ist, werden für die Fertigung freigegeben.
- Für die freigegebenen Aufträge wird im Rahmen der **Werkstattsteuerung** für jeden Arbeitsplatz zunächst eine möglichst günstige Bearbeitungsreihenfolge bestimmt (Belegungsplanung). Dabei ist häufig noch eine endgültige Zuweisung von Aufträgen zu einzelnen Arbeitsplätzen vorzunehmen, da der Durchlaufterminierung anstelle einzelner Betriebsmittel vereinfachend meist Betriebsmittelgruppen, z. B. bestehend aus mehreren gleichartigen Maschinen, zu Grunde gelegt werden. Denkbare Optimierungsziele der Belegungsplanung sind z. B. minimale Durchlaufzeit der Fertigungsaufträge, minimale Umrüstkosten, minimale Lagerbestände, maximale Kapazitätsauslastung oder maximale Termintreue. Häufig wird eine Kombination aus diesen Zielen verfolgt, was eine Gewichtung und Hierarchisierung der teilweise konfliktären Zielsetzungen erfordert. Die Belegungsplanung bildet die Grundlage für die abschließende genaue Festlegung von Beginn- und Endzeitpunkten der einzelnen Arbeitsgänge (Feinterminierung).
- Die **Auftragsüberwachung** registriert durch einen Soll-Ist-Vergleich Abweichungen von den zeitlichen Vorgaben der Feinterminierung bzw. von den geplanten Verbrauchsmengen. Außerdem verfolgt sie den Produktionsfortschritt und erhebt laufend Informationen über den aktuellen Bearbeitungsstand eines Auftrags (Produktionsfortschrittskontrolle). Treten Störungen im Produktionsablauf ein, z. B. durch den Ausfall einer Maschine oder die Erkrankung eines Mitarbeiters, sind Feinterminierung und Belegungsplanung entsprechend anzupassen.

Voraussetzung für eine wirksame Unterstützung der Produktionsplanung und -steuerung sind eine IT-gestützte Grunddatenverwaltung sowie eine umfassende Betriebsdatenerfassung.

Aufgabe der **Grunddatenverwaltung** ist die Bereitstellung und Pflege aller Stammdaten des Produktionsbereichs, vor allem der Materialstammdaten, Stücklisten, Arbeits- und Prüfpläne sowie der Betriebsmitteldaten (Maschinen, Anlagen, Werkzeuge). Ein Großteil dieser Informationen kann aus anderen Anwendungssystemen heraus erzeugt werden. So liegt es beispielsweise nahe, Stücklisten und geometrische Erzeugnisinformationen automatisch aus den CAD/CAE-Daten abzuleiten. Die Grunddaten werden in einer zentralen Datenbank für alle dispositiven Aufgaben im Rahmen der Produktionsplanung bereitgestellt.

Die **Betriebsdatenerfassung (BDE)** registriert und verwaltet Bewegungsdaten, die im Produktionsprozess selbst anfallen. Dabei handelt es sich um

- materialbezogene Daten, wie z. B. Zu- und Abgänge von Materialien,
- maschinenbezogene Daten, wie z. B. Laufzeiten, Energieverbrauch und Störungsmeldungen,

- mitarbeiterbezogene Daten wie z. B. Kommt- und Geht-Zeiten und Daten über den Zutritt zu bestimmten Räumen und Maschinen sowie
- auftragsbezogene Daten, wie z. B. Ist-Fertigstellungszeiten einzelner Teile und Ergebnisse von Qualitätsprüfungen an diesen.

Die Betriebsdatenerfassung liefert der Produktionssteuerung, insbesondere der Auftragsüberwachung, wichtige Informationen über den Produktionsfortschritt. Darüber hinaus bilden die BDE-Daten eine wichtige Grundlage für die Qualitätssicherung (CAQ) und das Rechnungswesen (z. B. Lohnbuchhaltung und Kalkulation).

Systeme für eine computergestützte Produktionsplanungs- und -steuerung werden kurz als **PPS-Systeme** bezeichnet. Eine frühere umfassende Beschreibung von Konzepten für integrierte Datenverarbeitungssysteme in der Fertigung wurde 1972 von IBM unter der Bezeichnung COPICS (Communications Oriented Production Information and Control System) herausgegeben. Seit dem Aufkommen erster Ansätze zur IT-Unterstützung von Aufgaben der Produktionsplanung und -steuerung hat eine stufenweise Fortentwicklung und Ausweitung der Konzepte für die Gestaltung von PPS-Systemen stattgefunden. Als Meilensteine dieser Entwicklung lassen sich die folgende Konzepte nennen (vgl. Abb. 6.14):

MRP II (Manufacturing Resource Planning II)

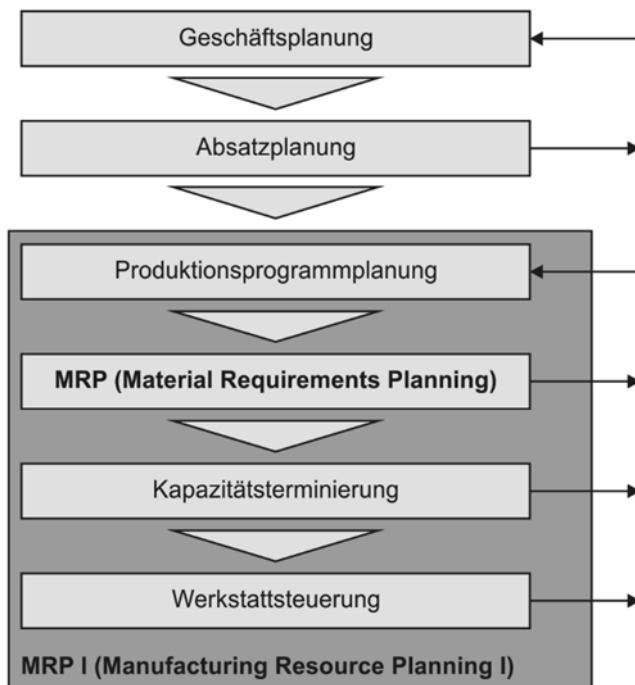


Abb. 6.14 Entwicklungsstufen der PPS-Konzepte (in Anlehnung an Scheer 1990)

- Bereits Mitte der 1960er-Jahre waren unter der Bezeichnung **Material Requirements Planning (MRP)** Computersysteme für die Materialbedarfsplanung im Einsatz, die bis dahin isoliert angewandte Konzepte und Systeme zur Stücklistenauflösung, Bestellgrößenoptimierung, Bestandsführung und Fertigungsauftragsverwaltung zusammenführten. Ausgehend von einem gegebenen Produktionsprogramm, dem Master Production Schedule (MPS), werden nach dem MRP-Konzept mit Hilfe so genannter Stücklistenprozessoren der Nettobedarf zu beschaffender und selbst zu fertigender Teile sowie Vorschläge für die zugehörigen Bereitstellungstermine berechnet. Die Kapazitäten werden dabei zunächst als unbegrenzt angesehen.
- Ganz im Sinne des Sukzessivplanungsansatzes wurde der Funktionsumfang der MRP-Systeme im weiteren Verlauf um nachgelagerte Planungsschritte erweitert. Insbesondere kamen Programmsteine für eine grobe Kapazitätsplanung sowie zur Unterstützung der Werkstattsteuerung hinzu. Für die resultierenden Systeme wurde die Bezeichnung **Manufacturing Resource Planning (MRP I)** eingeführt. Zur Unterstützung der Dispositionsaufgaben, z. B. der Losgrößenplanung und der Maschinenbelegungsplanung, kommen in solchen Systemen neben einfachen Prioritätsregeln auch OR-basierte und wissensorientierte Planungstechniken zum Einsatz (vgl. Abschn. 7.3.3 und 7.3.4).
- In den späten 1970er- und frühen 1980er-Jahren etablierte sich das **MRP-II-Konzept** (vgl. Wight (1984)). Gegenüber dem MRP-I-Konzept stellt es eine Erweiterung um längerfristig orientierte Planungsebenen dar, welche der Materialbedarfsplanung vorgelagert sind. So sieht das MRP-II-Konzept eine strategische Geschäfts- und Absatzplanung vor, die in die Bestimmung des Primärbedarfs mündet. Für diese Planungsschritte stellen entsprechende Systeme Programme zur Absatzprognose sowie zur Durchführung von Simulationen zur Analyse alternativer Produktionsprogramme bereit.

Das MRP-II-Konzept fand Eingang in zahlreiche PPS-Systeme. Häufig sind PPS-Systeme als Programm-Module Bestandteile von ERP-Systemen (vgl. Abschn. 6.3), welche die Integration der Produktionsplanung und -steuerung mit den Programm-Modulen anderer betrieblicher Bereiche sicherstellen, wie z. B. mit Programm-Modulen des Rechnungswesens, des Personalwesens und des Vertriebs. Darüber hinaus werden PPS-Lösungen als eigenständige Systeme angeboten, die über entsprechende Schnittstellen an gängige ERP-Systeme angebunden werden können.

Die ursprünglich streng hierarchische Abfolge der Planungsphasen in PPS-Systemen ist im Laufe der Zeit einem iterativ-zyklischen Verfahren gewichen, das Rückkopplungen zwischen einzelnen Planungsebenen erlaubt. Die Nachteile eines strengen Sukzessivplanungsansatzes – insbesondere die Starrheit der Pläne gegenüber kurzfristigen Änderungen der Bedarfs- oder Kapazitätssituation – konnten auf diese Weise gemildert werden. Dennoch stößt dieses Vorgehen insbesondere in der Werkstattsteuerung schnell an seine Grenzen, wenn kurzfristig auftretende Bedarfsänderungen und unvorhergesehene Störungen im Produktionsablauf ständig eine verzögerungsfreie Anpassung der Feinplanung erfordern. Mit zentralen Dispositionssystemen sind die geforderten Reaktionszeiten häufig

nicht zu erreichen. Die von komplexen OR-basierten Entscheidungsverfahren erzeugten Pläne dienen daher in der Praxis häufig als gute Ausgangslösungen, die im Laufe der Umsetzung durch sachverständige Mitarbeiter kontinuierlich an auftretende Änderungen der Planungsgrundlage angepasst werden.

Zur Unterstützung einer solchen interaktiven Feindsposition haben sich die so genannten **Fertigungsleitstände** etabliert. Es handelt sich dabei um Softwaresysteme, die auf den Prinzipien der Dialog- bzw. ereignisorientierten Verarbeitung basieren. Ein Fertigungsleitstand liefert dem Disponenten – mittels einer grafischen Oberfläche übersichtlich aufbereitet – Echtzeit-Informationen über den geplanten und den tatsächlichen Stand bezüglich der verfügbaren Kapazitäten, ihrer Auslastung sowie der Terminsituation und des Auftragsfortschritts. Meist werden diese Informationen in Form von Balken- und Gantt-Diagrammen mit variablem Detaillierungsgrad sowie mit Hilfe von **Netzplänen** grafisch dargestellt. Planabweichungen, Kapazitätsengpässe und Terminüberschreitungen sind farblich hervorgehoben. Die hierfür notwendigen Informationen erhält der Fertigungsleitstand aus dem angeschlossenen PPS-System sowie aus der Betriebsdatenerfassung. Zudem sind Fertigungsleitstände mit Schnittstellen zu gängigen ERP-Systemen ausgestattet. Manuelle Eingriffe in die Planung – z. B. die Einlastung eines zusätzlichen Auftrags oder die Änderung der Bearbeitungsreihenfolge an einer Maschine – sind jederzeit durch einfache Drag-and-Drop-Operationen am Bildschirm möglich. Schnelle, meist auf einfachen Prioritätsregeln basierende Algorithmen liefern daraufhin sofort einen neuen Planvorschlag, dessen Auswirkungen auf Kapazitäten und Termine unmittelbar am Bildschirm nachvollzogen werden können. Dadurch ist es dem Disponenten möglich, in kurzer Zeit verschiedene Planalternativen zu simulieren. Abb. 6.15 zeigt ein Beispiel für die grafische Oberfläche eines Leitstandes.

Mit den bereits erwähnten **Advanced-Planning-Systemen (APS)** wurde später – ermöglicht durch die Fortschritte in der Rechen- und Speichertechnik – der Weg zu einer simultanen Echtzeit-Bearbeitung interdependenten Dispositionsprobleme der Produktionsplanung und -steuerung beschritten. Im Vergleich zu herkömmlichen PPS-Systemen besitzen APS ein umfassenderes Modell, welches in stärkerem Maße auch Interdependenzen der Planungentscheidungen im Produktionsgeschehen eines Unternehmens abbildet. Ermöglich wird die schnelle Berechnung solcher Modelle durch die Verwendung äußerst leistungsfähiger Rechner in Verbindung mit einem sehr großen Arbeitsspeicher, in dem zur Laufzeit ein Großteil der planungsrelevanten Daten für den unmittelbaren Zugriff bereitgehalten wird. APS werden daher meist als eigenständige Systeme neben bestehenden ERP-Systemen betrieben, von denen sie jedoch alle benötigten Daten erhalten. Wegen ihrer Eignung für die Planung standort- und unternehmensübergreifender Produktionsprozesse kommt APS eine besondere Bedeutung im Zusammenhang mit dem **Supply Chain Management (SCM)** zu.

Die bislang vorgestellten PPS-Konzepte basieren auf dem so genannten **Push-Prinzip**, da alle Produktionsaufträge zentral aus dem übergeordneten Primärbedarfs- bzw. Absatzplan abgeleitet und in Form detaillierter, ex ante ermittelter Planungsvorgaben in den Produktionsprozess hinein-, „gedrückt“ werden. Genau den umgekehrten Weg

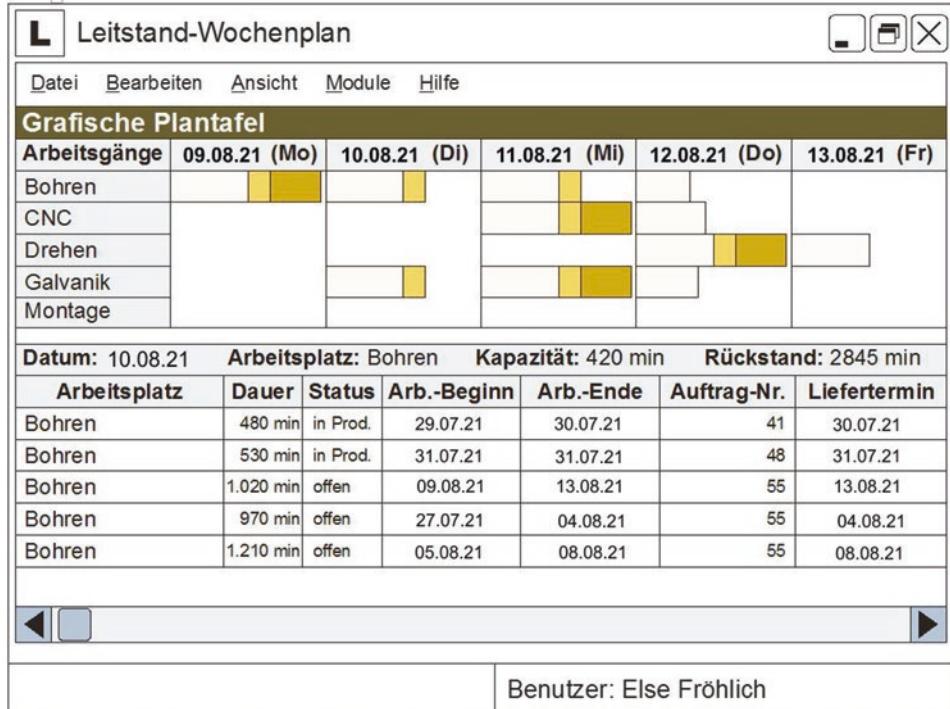


Abb. 6.15 Beispiel für die grafische Oberfläche eines Leitstandes (schematisch)

verfolgt man bei einer Produktionsplanung und -steuerung nach dem **Pull-Prinzip**. Ausgehend von einem Produktionsplan für die letzte Produktionsstufe wird die Fertigung auf den vorgelagerten Produktionsstufen nicht durch zentral vorgegebene Pläne, sondern dezentral durch eine entsprechende Bedarfsmeldung einer nachgelagerten Produktionsstufe ausgelöst (Produktion auf Abruf). Das Pull-Prinzip ist eine konzeptionelle Komponente des ab den späten 1940er-Jahren in Japan entwickelten Lean-Production-Konzepts (vgl. Abschn. 6.2.1.4), das erst ab den frühen 1990er-Jahren bekannt geworden ist.

6.2.1.3 Computer Integrated Manufacturing (CIM)

Mit **Computer Integrated Manufacturing (CIM)** bezeichnet man ein in den 1980er-Jahren entwickeltes Konzept zur umfassenden Integration der Informationsverarbeitung im Produktionsbereich. Ursprünglich auf die Konstruktion (CAD) und die Fertigung im engeren Sinne (CAM) beschränkt (vgl. Harrington (1973)), wurde es vor allem von Scheer (1990) zu einem ganzheitlichen Konzept der informationstechnischen Integration aller betriebswirtschaftlichen und technischen Aufgaben in industriellen Produktionsbetrieben erweitert (vgl. VDI (2012)). Nach diesem Begriffsverständnis führt das CIM-Konzept das primär betriebswirtschaftlich-dispositiv orientierte Aufgabengebiet der Produktions-

planung und -steuerung einerseits und die eher technisch ausgerichtete Welt der CAx-Komponenten zusammen.

Ausgangspunkt für das CIM-Konzept ist die Erkenntnis, dass beide Bereiche sehr weitgehende Überschneidungen bezüglich der verarbeiteten Daten aufweisen und auch funktional sehr eng verzahnt sind. So werden z. B. die in PPS-Systemen benötigten Grunddaten weitgehend von den CAx-Komponenten erzeugt; darüber hinaus besteht offensichtlich ein enger Zusammenhang zwischen der technischen Steuerung der Werkzeugmaschinen im Rahmen von CAM einerseits und der Produktionssteuerung andererseits.

Durch ihre historisch gewachsene aufbauorganisatorische Trennung jedoch haben sich in beiden Aufgabenbereichen die Konzepte und Systeme zur informationstechnischen Unterstützung häufig unabhängig voneinander entwickelt. Mit der informationstechnischen Integration beider Bereiche, die gleichzeitig oft auch eine organisatorische Restrukturierung erfordert, verfolgt das CIM-Konzept u. a. die folgenden Ziele:

- Verkürzung der Durchlaufzeiten,
- höhere Kapazitätsauslastung,
- Verbesserung der kundenorientierten Flexibilität,
- Reduktion der Kapitalbindungskosten sowie
- Erhöhung der Produkt- und Prozessqualität.

Diese Ziele sollen im CIM-Konzept durch folgende Integrationsmaßnahmen erreicht werden (vgl. Abschn. 5.3):

- **Datenintegration:** Jederzeit konsistente und aktuelle Informationsbereitstellung durch die logische Verknüpfung der Datenhaltung aller Bereiche, z. B. in Form einer zentralisierten Grunddatenverwaltung.
- **Funktionsintegration:** Rückbau einer überbordenden Arbeitsteilung durch die (Wieder-) Vereinigung logisch eng zusammengehöriger Teifunktionen an einem Arbeitsplatz, verbunden mit einer entsprechenden IT-Unterstützung der integrierten Funktionen.
- **Prozessintegration:** (Zeitliche) Synchronisation und ablauflogische Verzahnung der technischen Realisierungs- mit den betriebswirtschaftlichen Entscheidungsprozessen, z. B. durch den Abbau von Medienbrüchen und Einführung einer durchgängigen Echtzeit-Verarbeitung.

Besondere Bedeutung für die informationstechnische Integration nach dem CIM-Konzept hat die Analyse der Schnittstellen im Informationsfluss zwischen den betriebswirtschaftlichen und technischen Aufgabenbereichen in der Produktion. Beispielhaft und in vereinfachter Form verdeutlicht Abb. 6.16 einige typische Datenaustauschbeziehungen zwischen beiden Bereichen.

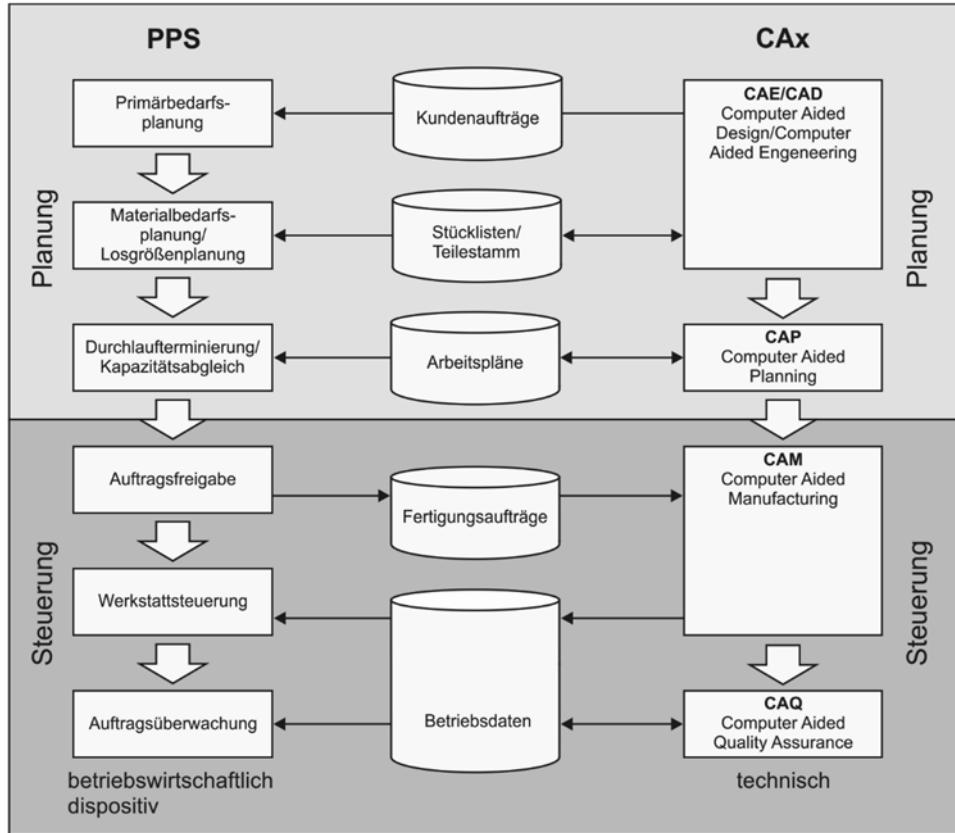


Abb. 6.16 Datenaustauschbeziehungen im CIM-Konzept

Der technisch orientierte Aufgabenbereich wird auf der rechten Seite der Abb. 6.16 durch die CAx-Komponenten dargestellt. Ihre Auffeinanderfolge repräsentiert den produktbezogenen Herstellungsprozess und somit den fortschreitenden Fertigstellungsgrad der Produkte. Lediglich aus Vereinfachungsgründen wurde CAQ an den Schluss des Prozesses gestellt, obwohl diese Komponente normalerweise den gesamten Prozess begleitet.

Die mit den technischen Teilprozessen korrespondierenden **PPS-Funktionen** sind auf der linken Seite dargestellt. Sie repräsentieren in ihrer Abfolge den produktionsbezogenen Ausschnitt aus dem Prozess der betriebswirtschaftlichen Kundenauftragsabwicklung (vgl. Abschn. 6.2.1.2). Die Verknüpfungen der Komponenten beider Bereiche mit den in der Mitte der Grafik beispielhaft angegebenen Datenbeständen veranschaulichen die gemeinsame Datennutzung.

Zur Erläuterung dieser Datenaustauschbeziehungen zwischen den Funktionen des betriebswirtschaftlichen und des technischen Aufgabenbereichs lassen sich folgende Beispiele nennen:

- Die Spezifikationen der vorliegenden Kundenaufträge sind sowohl wichtiger Input der Primärbedarfsplanung als auch wichtige Informationsquelle der Produktentwicklung und Konstruktion (CAE/CAD).
- Bereits in den Stücklisten der PPS-Grunddatenverwaltung vorhandene Informationen über Teile und ihre Verwendung in anderen Produktzusammenhängen werden ebenfalls bei Produktentwurf und Konstruktion (CAE/CAD) berücksichtigt.
- Umgekehrt werden die in CAD/CAE erstellten Erzeugnisstrukturen (Stücklisten) unmittelbar bei der automatisierten Stücklistenauflösung im Rahmen der Materialbedarfsplanung benötigt.
- Die Systeme zur Unterstützung der Arbeitsplanung (CAP) greifen zur Erfüllung ihrer Aufgaben auf Beschreibungen (standardisierter) Fertigungsverfahren in vorhandenen Arbeitsplänen zurück.
- Die von der CAP-Komponente bereitgestellten neuen Arbeitspläne wiederum bilden die Grundlage für die Durchlaufterminierung und den Kapazitätsabgleich.
- Die nach der Auftragsfreigabe vorliegenden Daten der Fertigungsaufträge führen zu vorläufigen Betriebsmittelreservierungen in den Systemen des Werksbereichs (CAM).
- Die Betriebsdatenerfassung registriert laufend Daten aus der Fertigung (CAM) und stellt diese dem Qualitätswesen (CAQ) sowie der Werkstattsteuerung und der Auftragsüberwachung zur Verfügung.

Darüber hinaus existieren zahlreiche weitere Datenaustauschbeziehungen zwischen PPS- und CAx-Komponenten (vgl. z. B. Scheer (1990), S. 60–67).

Die Umsetzung des sehr anspruchsvollen CIM-Konzepts erforderte eine kaum bewältigbare softwaretechnische Pionierarbeit. Dennoch haben wesentliche Teile des Gesamtkonzepts, insbesondere aber der Integrationsgedanke, Eingang in Software-Systeme für den Produktionsbereich, also PPS- und ERP-Systeme, gefunden.

6.2.1.4 Lean Production und Ganzheitliche Produktionssysteme

Umsetzungsprobleme und Kritik am CIM-Konzept sowie Erfolgsberichte über Produktionssysteme japanischer Automobilfirmen haben ab den frühen 1990er-Jahren die Weiterentwicklung von Produktionssystemen in der westlichen Welt stark beeinflusst. Die umfassende praktische Umsetzung des softwaretechnisch recht anspruchsvollen CIM-Konzepts stieß auf erhebliche Schwierigkeiten, und die Kritik betraf z. B. die Fixierung auf Technik und Automation, die unzureichende Berücksichtigung des Expertenwissens von Mitarbeitern und die starke Gewichtung des Ziels der hohen Kapazitätsauslastung (vgl. z. B. Vahrenkamp (2013), S. 113 ff.). In einer durchaus kontrovers geführten Diskussion forderten CIM-Kritiker letztlich einen Paradigmenwechsel, hin zu einer schlanken Produktion (engl. lean production, lean manufacturing). Einer Produktion ohne Verschwendungen und Puffer wie von dem japanischen Unternehmen Toyota praktiziert und im Gegensatz zu der bei westlichen Automobilherstellern bislang üblichen gepufferten Produktion (vgl. Ohno (1988, 1993)). Konzepte des Lean Production wurden von westlichen Unternehmen übernommen und flossen in weiterentwickelte Systemansätze ein, für die

sich im deutschen Sprachraum die Bezeichnung „Ganzheitliche Produktionssysteme“ (GPS) eingebürgert hat. Im Folgenden werden Lean Production und GPS näher betrachtet.

Lean Production

Eingeführt wurde der Begriff „Lean Production“ in einem 1988 in der Sloan Management Review veröffentlichten Aufsatz von Krafcik mit dem Titel „Triumph of the Lean Production System“ (vgl. Krafcik (1988)). Eingeflossen ist diese Arbeit in eine von Womack et al. (1990) durchgeführte Studie, die sich mit der Produktionsorganisation japanischer Automobilhersteller befasste. Demnach galt das dort vorgefundene Lean-Production-Konzept als wesentlicher Erfolgsfaktor japanischer Hersteller und insbesondere der Firma Toyota, die das Konzept über einen langen Zeitraum hinweg entwickelte und perfektionierte. Man sprach daher auch vom **Toyota-Produktionssystem (TPS)**. In Anlehnung an das TPS-Konzept kann der Begriff „Lean Production“ etwa wie folgt abgegrenzt werden:

- Als **Lean Production** bezeichnet man eine Organisation der Leistungserstellung, die auf höchste Produktqualität und pünktliche Lieferung abzielt, Qualität durch frühzeitige Fehlererkennung und -beseitigung sicherstellt (Jidoka-Prinzip), die Produktion in allen Stufen strikt auf das unmittelbar Benötigte beschränkt (Just-in-Time-Prinzip) sowie fundamentale Grundsätze wie Vermeidung jeglicher Verschwendungen, Einbeziehung der Mitarbeiter und Lieferanten, Standardisierung und kontinuierliche Verbesserung der Prozesse umsetzt.

Die angesprochenen Ziele, Prinzipien und Grundsätze finden sich aufgrund der unmittelbaren Verbindung zwischen Lean Production und TPS in der Veranschaulichung des TPS-Konzepts wieder (vgl. Abb. 6.17). Das dargestellte „TPS-Haus“ repräsentiert eine Art



Abb. 6.17 Vereinfachte Darstellung des Toyota-Produktions-Systems (vgl. hierzu Herlyn (2012), S. 48)

Leitbild der Lean Production sowie eine Benchmark, an der Realisationen von Lean-Production-Systemen gemessen werden können.

Das Dach des TPS-Hauses beinhaltet das Ziel der Erzielung einer hohen Produktivität bei zugleich höchster Produktqualität und pünktlicher Lieferung. Das Dach wird durch zwei Säulen gestützt, das Jidoka-Prinzip und das Just-in-Time-Prinzip.

Gemäß dem **Jidoka-Prinzip** entsteht Qualität im (Produktions-)Prozess durch frühzeitige Fehlererkennung und -beseitigung. Das Jidoka-Prinzip umfasst drei Elemente:

- **Produktionsstopp bei Abweichungen**

Fehler in der Produktion sind möglichst durch automatisches Prüfen (maschinelle Selbstkontrolle) festzustellen, unmittelbar anzuzeigen bzw. visualisieren und sofort durch gut geschulte Worker und nur notfalls durch zentral verfügbare Spezialisten, auch unter Inkaufnahme eines Produktionsstopps, zu beheben.

- **Standardisierte Prozesse**

Sich wiederholende Tätigkeiten sind durch klare Regelungen hinsichtlich Arbeitsablauf, Materialverfügbarkeit und Werkzeugeinsatz zu beschreiben bzw. visualisieren, um z. B. die Prozessstabilität zu erhöhen.

- **Fehlervorbeugung**

Dem Auftreten von Fehlern ist durch vorbeugende Instandhaltung, d. h. Ersatz von Teilen vor ihrem Ausfall, sowie Fehlerverhinderung/Fehlervermeidung, z. B. automatisches Erkennen nicht eingehaltener Toleranzen und Auslösen eines Maschinenstopps, entgegen zu wirken.

Gemäß dem **Just-in-Time-Prinzip** wird nach Art und Menge genau das gefertigt, was wirklich zur Erfüllung der Kundenaufträge benötigt wird (vgl. Lackes (1995)). Das Just-in-Time-Prinzip umfasst die folgenden Elemente:

- **Fertigung nach Auftrag**

Gefertigt wird erst nach Vorliegen des Kundenauftrags sowie ausschließlich zur Auftragserfüllung (engl. built to order) und nicht etwa auf Vorrat bzw. Lager (engl. built to stock).

- **Ausbalancierte Produktion**

Für die in unterschiedlichen Varianten geordneten Produkte/Fahrzeuge ist eine Fertigungsreihenfolge derart zu bilden, dass die durch die Varianten bedingte unterschiedliche Beanspruchung der Worker und Betriebsmittel geglättet wird.

- **Pull-System/Kanban**

Ausgehend von der letzten Produktionsstufe wird der tatsächliche Bedarf an Materialien/Vorprodukten mittels so genannter Kanban-Karten an die jeweils vorgelagerte Produktionsstufe einer Fertigungsstrecke gemeldet. Das Ziehen (engl. to pull) der Teile per Kanban-Karten ermöglicht drastisch reduzierte Pufferlager über die Produktionsstufen hinweg oder gar deren komplette Elimination und führt zu erheblich geringeren Durchlaufzeiten.

- Kontinuierlicher Materialfluss

Die Reihenfolge der bei der Fertigung zu durchlaufenden Produktionsstationen (Betriebsmittel, Arbeitsplätze) ist exakt auf die Abfolge der zur Produktherstellung erforderlichen Arbeitsprozesse und -schritte abzustimmen, um einen kontinuierlichen Werkstückfluss zu ermöglichen (Fließfertigung).

- Getaktete Fertigung

Über alle Produktionsstufen hinweg ist eine einheitliche Zeitspanne (Taktzeit) vorzugeben, innerhalb der das jeweilige Teil gefertigt/bearbeitet werden kann.

- Vielseitig einsetzbare Mitarbeiter

Mitarbeiter sind kontinuierlich zu schulen/trainieren, damit sie aktiv am kontinuierlichen Verbesserungsprozess teilnehmen können und bei Bedarf auch flexibel eingesetzt werden können.

Die beiden Säulen stehen auf einem Fundament von fünf Grundsätzen, die das prinzipielle Vorgehen beschreiben:

- Vermeidung von Verschwendungen/Steigerung der Qualität

Jegliche Art von Verschwendungen ist zu vermeiden und zugleich die Qualität zu steigern, damit z. B. auftretende fehlerhafte Teile nicht durch verschwenderische Überproduktion kompensiert werden müssen.

- Mitarbeiterbeteiligung/Kundenzufriedenheit

Mitarbeiter sind nicht nur zu schulen/trainieren, sondern an der Arbeitsgestaltung zu beteiligen. Dies fördert die Qualität der Arbeitsergebnisse und damit auch die Kundenzufriedenheit.

- Erweiterung TPS (Toyota-Produktionssystem)

Die TPS-Konzepte sind über die Produktion hinaus auf das ganze Unternehmen zu übertragen; insbesondere gilt die Vermeidung von Verschwendungen auch für die Bereiche der Dienstleistung und Verwaltung.

- Einbeziehung Lieferanten

Um eine bedarfsgerechte Anlieferung von Lieferantenteilen zu gewährleisten, sind die Lieferanten in das Gesamtkonzept einzubinden und insbesondere die Anlieferprozesse mit dem Produktionsprozess abzustimmen.

- Standardisierte Prozesse und kontinuierlicher Verbesserungsprozess (**Kaizen**)

Mitarbeiter sind angehalten, ständig an der Verbesserung ihres Arbeitsplatzes und des Arbeitsablaufs mitzuwirken. Die hierbei anzuwendende 5-S-Methode fordert u. a. das Aussortieren von Unbenötigtem, das ordentliche Hinstellen von Benötigtem, das Säubern des Arbeitsplatzes und seine Standardisierung mittels einheitlicher Beschriftungen und Kennzeichnungen. Damit sollen Arbeitsqualität gesteigert, Unfallrisiken verminder und Abweichungen vom Standard leichter erkennbar gemacht werden. Anreize zur Mitwirkung gibt im TPS ein spezielles Bonussystem.

► Insgesamt gesehen sind folgende Bestandteile und Prinzipien des **TPS-Konzepts** von besonderer Bedeutung:

- Die Vermeidung jeglicher Art von Verschwendungen.
- Die Standardisierung und laufende Verbesserung von Methoden und Prozessen.
- Die konsequente Fehlerbeseitigung, auch bezeichnet als Total Quality Management.
- Die dem Just-in-Time-Prinzip folgende Fertigung und Anlieferung von Teilen.

Die Publikation des TPS-Konzepts löste eine Befassung mit dem Lean-Gedanken aus, die sich nicht nur auf Lean Production beschränkte. Lean-Konzepte wurden z. B. für die Instandhaltung (Lean Maintenance), die Verwaltung (Lean Administration) und das Management (Lean Management) vorgeschlagen.

Was die Übernahme des TPS-Konzepts durch andere Unternehmen betrifft, wurden nicht nur Erfolge erzielt. Gründe sind z. B. die fehlende Einbettung übernommener Konzepte/Prinzipien in eine unternehmerische Gesamtstrategie, die Beschränkung auf Teile des gesamten Konzepts und die mangelnde Ausrichtung auf den Kundennutzen. Gleichwohl hat das TPS-Konzept, wenn auch in modifizierter Form, Eingang in viele Unternehmen der Automobilbranche gefunden und Erfolge bei Herstellern und Zulieferern gezeigt.

Ganzheitliche Produktionssysteme

Im deutschen Sprachraum wurden Überlegungen zu Lean Production unter den Begriff „Ganzheitliche Produktionssysteme“ (GPS) eingeordnet. Von Bedeutung und daher erwähnenswert ist die Beteiligung des Vereins Deutscher Ingenieure (VDI). Nachfolgend wird auf Begriff, Ziele, Prinzipien und Aufbau von GPS eingegangen.

Folgende Begriffsabgrenzung eines GPS stellt einen expliziten Bezug zu TPS und Lean Production her:

► **Ganzheitliche Produktionssysteme (GPS)** kombinieren die Unternehmensziele sowie strategische Elemente zur Gestaltung der Organisation mit den operativen Methoden und Prinzipien von TPS bzw. Lean Production (vgl. Steven (2014), S. 214 f.).

Was die Organisation betrifft, stehen nach der VDI-Richtlinie 2870 die Unternehmensprozesse im Vordergrund. Demnach gilt:

► Ein **Gesamtheitliches Produktionssystem (GPS)** ist ein „unternehmensspezifisches Regelwerk zur umfassenden und durchgängigen Gestaltung der Unternehmensprozesse“ (vgl. VDI (2012)).

Beide Abgrenzungen kurz zusammenfassend geht es also um eine an den strategischen Unternehmenszielen ausgerichtete Gestaltung der Unternehmensprozesse auf der Grund-

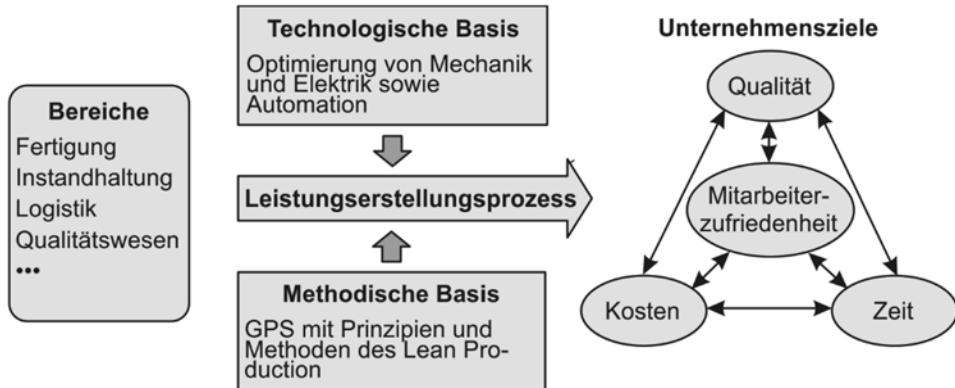


Abb. 6.18 Zielorientierte Gestaltung des Leistungserstellungsprozesses (Modifikation einer Darstellung von Schlick et al. (2014), S. 77)

lage der Prinzipien und Methoden des TPS-Konzepts. Den Zusammenhang zwischen Unternehmenszielen, Leistungserstellungsprozess und GPS veranschaulicht Abb. 6.18, in die auch der Technologieaspekt und primär betroffene Unternehmensbereiche einbezogen sind.

Durch den Einsatz eines GPS, aber auch hier nicht weiter betrachteter, technologischer Mittel (optimierte Mechanik/Elektrik sowie Automation), soll der Leistungserstellungsprozess derart organisiert werden, dass ein möglichst hoher Unternehmenserfolg erzielt wird. Letzterer bemisst sich nach den aus der Unternehmensstrategie abgeleiteten Zielen in Bezug auf die Zieldimensionen Kosten, Zeit, Qualität und Mitarbeiterzufriedenheit. Als Ziele eines GPS können somit gelten:

- Senkung der Produktionskosten,
- Reduzierung der Produktionszeit bzw. Durchlaufzeit,
- Erhöhung der Produktqualität und
- Steigerung der Mitarbeiterzufriedenheit.

Zwischen diesen Zielen bestehen Interdependenzen. Eine Erhöhung der Produktqualität führt z. B. zu weniger Nacharbeiten/Nachbesserungen und damit auch zu Kosten- und Zeitvorteilen. Erfolge in allen vier Zieldimensionen wirken sich positiv auf den Kundennutzen aus, auf den ein GPS gemäß der Lean-Production-Philosophie insgesamt ausgerichtet sein sollte.

Ausgehend vom TPS-Konzept hat die Diskussion der methodischen Basis eines GPS schließlich zu acht Gestaltungsprinzipien geführt, die in der VDI-Richtlinie 2870 niedergelegt sind (vgl. Abb. 6.19). Dieses „Prinzipien-Haus“ beruht im Wesentlichen auf TPS-Elementen. Es besitzt den Charakter eines Standards.

Die acht **GPS-Gestaltungsprinzipien** werden nachfolgend kurz erläutert.



Abb. 6.19 Die acht GPS-Gestaltungsprinzipien gemäß VDI 2870 (vgl. VDI (2012))

1. Vermeidung von Verschwendungen

Wie bei dem TPS-Konzept ist auch bei GPS die Vermeidung von **Verschwendungen** von fundamentaler Bedeutung. Verschwendungen ist jede Aktivität, die nicht wertschöpfend ist bzw. nicht zum Kundennutzen beiträgt. Nicht wertschöpfende Aktivitäten sind, soweit nicht notwendig wie z. B. Entwicklungsaktivitäten, zu eliminieren.

2. Kontinuierlicher Verbesserungsprozess

Der kontinuierliche **Verbesserungsprozess** folgt dem Drang nach Perfektionierung und bezweckt die Aufdeckung sowie Behebung/Elimination von Fehlern, Defiziten und Verschwendungen. Dies erfordert die Einbeziehung der Mitarbeiter in den Verbesserungsprozess und ihre Motivation und Befähigung zum Hinterfragen von Prozessen/Methoden/Werkzeugen sowie zum Unterbreiten von Verbesserungsvorschlägen. Sehr hilfreich sind hierbei eine (Weiter-)Qualifikation durch Schulung und Training sowie ein Bonussystem für Verbesserungsvorschläge.

3. Standardisierung

Die **Standardisierung** strebt die Vereinheitlichung von sich wiederholenden Aufgaben und Arbeitsabläufen sowie der eingesetzten Arbeitsmittel an. Sie zielt ab auf die Elimination nicht wertschöpfender Aktivitäten und die Gestaltung stabiler Arbeitsabläufe.

4. Null-Fehler-Prinzip

Das **Null-Fehler-Prinzip** versucht die Fortpflanzung von Fehlern entlang aufeinander folgender Stufen einer Produktionskette zu unterbinden, um einerseits die Prozess- und Produktqualität zu erhöhen und andererseits (horrende) Folgeschäden zu vermeiden. Ein probates Mittel hierzu ist der Ansatz des **Total Quality Management (TQM)**, der explizit auf „Null Fehler“ abzielt (vgl. Binner (2000)).

5. Fließprinzip

Als **Fließprinzip** bezeichnet man einen kontinuierlichen und schnellen Durchlauf von Werkstücken durch die aufeinander folgenden Bearbeitungsstationen einer Produktions-

kette ohne Zwischenlagerung entlang des gesamten Prozesses. Dadurch sollen die Durchlaufzeit und die Produktionskosten gesenkt werden. Eine Fertigung nach dem Fließprinzip kann in getakteter und ungetakteter Form organisiert sein. Nicht selten werden z. B. autonome Arbeitsgruppen eingesetzt, die ein Produkt von Anfang an bis zu seiner Fertigstellung begleiten und die Arbeitsverteilung in der Gruppe selbst regeln.

6. Pull-Prinzip

Das **Pull-Prinzip** ist ein in der Fließfertigung angewandtes Konzept für die Steuerung des Transports eines Werkstücks in einer Produktionskette. Demnach wird je ein im Kundenauftrag zu fertigendes Werkstück/Produkt von Arbeitsstation zu Arbeitsstation der Produktionskette „gezogen“, bis es schließlich fertiggestellt ist. Das Pull-Prinzip wird im Produktionsbereich häufig in Verbindung mit dem **Just-in-Time-Prinzip** eingesetzt, das seinerseits z. B. **KANBAN-Karten** als Steuerungsmittel verwendet (vgl. hierzu Abb. 6.17 nebst Erläuterung).

7. Mitarbeiterorientierung und zielorientierte Führung

Die strikte Beschränkung der nicht dem Management angehörenden Mitarbeiter auf rein ausführende manuelle Tätigkeiten ist eine Verschwendug von kreativem Potenzial. Als Experten in ihrem unmittelbaren Arbeitsbereich können Mitarbeiter Verbesserungsvorschläge zur Gestaltung von Arbeitsplätzen, Arbeitsabläufen und Arbeitsmitteln einbringen und damit zur Fehlervermeidung und Qualitätssteigerung beitragen. Für eine reibungslose Zusammenarbeit von Führungskräften und Mitarbeitern ist eine Mitarbeiterführung, die explizit vorgegebene und klar definierte Tätigkeitsziele einschließt, unerlässlich.

8. Visuelles Management

Das **visuelle Management** beruht auf der übersichtlichen und aussagefähigen bildlichen/grafischen Darstellung von Informationen über Arbeitsplätze, Arbeitsabläufe und Arbeitsergebnisse. Sie reichen von der Kennzeichnung der Lagerplätze von Werkzeugen bis hin zu produktionsbezogenen Kennzahlen. Die Schaffung von tätigkeits- und ergebnisbezogener Transparenz soll die Identifikation der Mitarbeiter mit Arbeitsplatz und -aufgabe vertiefen sowie auftretende Fehler und Abweichungen von Fertigungszielen sichtbar machen und damit unmittelbare Korrekturen ermöglichen. Auf diese Weise wird zur Vermeidung von Verschwendug und zur kontinuierlichen Prozessverbesserung beigetragen.

Die wiederholt angesprochene Vermeidung von **Verschwendug** bedarf einer Differenzierung. Das TPS-Konzept unterscheidet sieben Arten der Verschwendug. Sie wurden modifiziert und erweitert. Das Resultat besteht aus acht Verschwendungsarten, die einen wesentlichen Bestandteil des GPS-Konzepts darstellen. Eine Zusammenstellung mit Erläuterung zeigt Abb. 6.20.

Insgesamt gesehen bewegt sich das GPS-Konzept auf einer abstrakteren Ebene als das CIM-Konzept und die MRP-Konzepte. Letztere strukturieren die Gesamtaufgabe der Produktionsplanung und -steuerung in Abfolgen von Aufgabenkomplexen, die zumindest im Groben eine Strukturierung von PPS-Software vorgeben. Neben der Beschreibung von

Verschwendungsart	Erläuterung
Überproduktion	Herstellung von Fertig-, Halbfabrikaten, Teilen und Leistungen, die nicht vom Kunden bestellt wurden und somit nicht zur Wertschöpfung beitragen. So führen z. B. Maschinenstörungen oder Qualitätsmängel zu einer überschießenden Produktion, um Fehlteile zu vermeiden.
Bestände	Gelagerte Bestände an Rohmaterial (Wareneingangslager), Halbfabrikaten (Halbfabrikatelager), Fertigfabrikaten (Fertigfabrikatelager) und Fabrikaten/Teilen entlang des Produktionsprozesses (Pufferlager) stellen Verschwendungen dar. Sie verursachen Kosten für gebundenes Kapital, Handhabungskosten und Kosten der Flächenbereitstellung ohne zur Wertschöpfung beizutragen.
Transporte	Transporte von Material stifteten keinen unmittelbaren Kundennutzen und sind auf das zwingend erforderliche zu beschränken. Vermeidbare Verschwendungen sind (umständliche) Ein-/Auslagerungsprozesse, Umlagerungsprozesse und umständliches Handling.
Wartezeiten	Produktionsstillstände und -störungen aufgrund von Maschinenfehlern, fehlendem Material und ungeeignetem Werkzeug verursachen Wartezeiten, in denen Ressourcen brach liegen und nicht wertschöpfend eingesetzt werden können.
Aufwändige Prozesse	Unzweckmäßig gestaltete Arbeitsplätze und ungeeignete Arbeitsmittel führen zu umständlichen Arbeitsabläufen, die Produktionsfehler/Ausschuss und nicht wertschöpfende Nacharbeiten begünstigen.
Lange Wege	Lange Wege verhindern einen zügigen Arbeitsablauf und haben unnötig lange Produktionszeiten zur Folge (Zeitverschwendungen).
Fehler	Fehlerhafte Produkte lassen sich entweder durch Nacharbeit nachbessern oder sie stellen Ausschuss und damit verlorene Leistungen dar. In beiden Fällen entsteht kein Wertschöpfungsbeitrag.
Ungenutztes Potential	Fähigkeiten, Kenntnisse und Fertigkeiten der am Produktionsprozess beteiligten Mitarbeiter, die nicht zur Verbesserung des Produktionsprozesses genutzt werden, stellen eine Verschwendungen von Mitarbeiterkapazität dar.

Abb. 6.20 Arten der Verschwendungen

Prinzipien und Methoden finden sich im GPS-Konzept keine vergleichbaren Angaben zur softwarenahen Aufgabenstrukturierung. Wesentliche Aufgabenkomplexe von PPS-Systemen auf MRP/CIM-Basis lassen sich jedoch in angepasster Form in GPS-Software übernehmen, wobei Anpassungen an den Lean-Gedanken vor allem in den Steuerungskomponenten erforderlich sind.

6.2.1.5 Industrie 4.0 und cyberphysische Systeme

Entscheidende Anstöße zur Weiterentwicklung der industriellen Produktion erfolgten in der ersten Hälfte der 2010er-Jahre. Sie führten zu einem übergreifenden Konzept, das unter dem Begriff „Industrie 4.0“ bekannt geworden ist (vgl. z. B. Bauernhansl et al. (2017); Herrmann et al. (2016); Steven (2019)). Industrie 4.0 umfasst insbesondere auch Überlegungen zu fortgeschrittenen Produktionssystemen, den so genannten cyberphysischen Produktionssystemen (CPPS). CPPS wiederum umfassen auf den Produktionsbereich zugeschnittene cyberphysische Systeme (CPS). Im Folgenden wird zunächst auf Industrie 4.0 und danach auf CPS/CPPS eingegangen.

Industrie 4.0

► Als **Industrie 4.0** bezeichnet man ein Zukunftsprojekt unter der Federführung der deutschen Bundesregierung, das zur Bewältigung künftiger Anforderungen an die deutsche Industrie beitragen soll. Inhaltlich zielt es auf eine umfassende Digitalisierung der industriellen Produktion ab, d. h. auf eine Verzahnung von Produktionstechnik mit Informations- und Kommunikationstechnik. Durch die Kommunikation und Kooperation von Menschen und intelligenten Objekten (Anlagen, Maschinen, Transportmittel, Produkte) auf der Basis des Internets der Dinge/Menschen soll eine weitgehend sich selbst organisierende Produktion ermöglicht werden, die sich über ganze Wertschöpfungsketten und ganze Produktlebenszyklen erstreckt.

Hinter der Bezeichnung „Industrie 4.0“ verbirgt sich ein äußerst ambitionierter Anspruch, der auf nicht weniger als die Initiierung der vierten industriellen Revolution abzielt. In Analogie zur Versionierung von Softwaresystemen wie z. B. Betriebssysteme (vgl. Abschn. 2.5.3.2) soll der Zusatz „4.0“ die initiale (0-te) Subversion der 4-ten Version in der Abfolge industrieller Revolutionen anzeigen (vgl. Abb. 6.21). Die Einstufung als 4. Industrielle Revolution ist umstritten. Für Hirsch-Kreinsen ((2015), S. 11) z. B. liegt eher eine zweite Phase der Digitalisierung vor, da Mikroelektronik und Digitalisierung seit Beginn der 3. Industriellen Revolution unverändert die Grundlage der Weiterentwicklung bilden. Andererseits haben Begriffswahl und Anspruch auch außerhalb des Produktionsbereichs Anklang gefunden, wie etwa die Bezeichnungen „Wirtschaft 4.0“, „Handel 4.0“, „Banken 4.0“ und „Medizin 4.0“ zeigen.

Industrie 4.0 ist ein umfassendes visionäres Gestaltungskonzept, das auf einen grundlegenden Wandel der industriellen Produktion abzielt. Insbesondere werden folgende Ziele angestrebt (vgl. auch Kargermaann (2017)):

- Flexibilisierung der Produktion in einer bisher unerreichten Bandbreite, die bis hin zur individualisierten Produktion und Einzelfertigung reicht und damit den zunehmenden Flexibilitätsanforderungen der Absatzmärkte gerecht wird.
- Organisation einer individualisierten Produktion mit einer Rentabilität, wie sie bei einer Massenproduktion von Standardprodukten erzielt wird.
- Einbeziehung aller Produktionsstufen über ganze Wertschöpfungsketten hinweg sowie des gesamten Produktlebenszyklus, von der ersten Produktidee bis hin zum Ende eines Produkts.

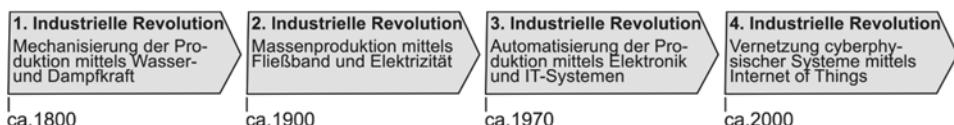


Abb. 6.21 Abfolge industrieller Revolutionen

Organisationsprinzip	System/Technologie	Erläuterung
Vernetzung	Internet of Things, Internet der Menschen	Maschinen, Produkte, Sensoren, Akteure sowie Menschen können über das Internet der Dinge und der Menschen miteinander kommunizieren.
Informationstransparenz	Sensoren, Sensornetze	Mit Sensoren erfasste Daten über reale Objekte/Prozesse ermöglichen in Verbindung mit digitalen Modellen von Realitätsausschnitten die Erzeugung von virtuellen Abbildungen der Realität.
Technische Assistenz	Assistenzsysteme	Assistenzsysteme können Menschen durch die Bereitstellung verständlicher visualisierter Informationen beim Treffen von Entscheidungen, Lösen von Problemen und Durchführen schwerer oder gefährlicher Arbeiten (physisch) unterstützen.
Dezentrale Entscheidungen	Cyberphysische Systeme	Cyberphysische Systeme können mit der Umwelt interagieren, Aufgaben weitgehend autonom ausführen und Entscheidungen in einem vorgegebenen Rahmen eigenständig treffen.

Abb. 6.22 Grundlegende Organisationsprinzipien des Konzepts Industrie 4.0 (vgl. Herrmann et al. (2016))

Die beiden ersten Ziele adressieren ein Grundproblem der industriellen Fertigung: den Ausgleich oder Trade-off zwischen Rentabilität durch Standardisierung und Kundenfreundlichkeit durch Individualisierung. Industrie 4.0 verspricht letztlich die Auflösung dieses Zielkonflikts.

Der Weg zur Zielerreichung besteht in einem digitalen Wandel, einer umfassenden Digitalisierung. Angesprochen ist damit nicht nur die Codierung aller Arten von Informationen zwecks ihrer automatisierten Verarbeitung. Vielmehr geht es um eine weit darüber hinaus reichende Organisationsgestaltung, die auf vier grundlegenden Organisationsprinzipien beruht: Vernetzung, Informationstransparenz, technische Assistenz und dezentrale Entscheidungen. Die zur Umsetzung der Organisationsprinzipien vorgesehenen Systeme/Technologien werden in Abb. 6.22 benannt und kurz erläutert.

Von den in Abb. 6.22 genannten Systemen kommt **cyberphysischen Systemen** eine besondere Bedeutung zu. Sie übernehmen komplexe Aufgaben in Wertschöpfungsketten, die spezifisches Wissen oder gar „Intelligenz“ erfordern. Sie werden daher, wie auch ihre Anwendungsbereiche, als „smart“ bezeichnet. Wesentliche Anwendungsbereiche cyberphysischer Systeme im Bereich der industriellen Produktion sind:

- Smarte Fabriken (engl. **smart factories**), die auch aus vernetzten cyberphysischen Systemen bestehen und Produkte weitgehend autonom herstellen.
- Smarte Produkte (engl. **smart products**), die ihre Herstellung in smarten Fabriken weitgehend selbst steuern.
- Smarte Logistik (engl. **smart logistics**), die auf „intelligenten“ Transportmitteln beruht, die Transporte autonom ausführen.
- Smarte Dienste (engl. **smart services**), die spezifische Leistungen beinhalten und sich im Internet dezentral aufrufen lassen.

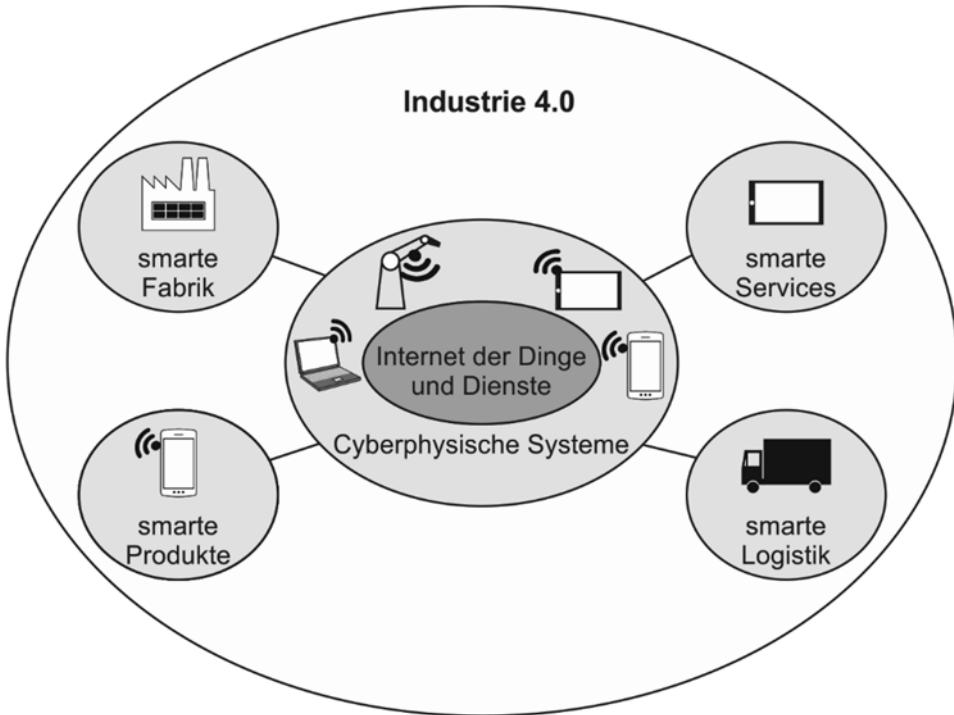


Abb. 6.23 Industrie 4.0 als geschichtete Strukturierung in Anwendungsgebiete, cyberphysische Systeme und Internet der Dinge (in Anlehnung an Steven und Grandjean (2018), S. 275)

Abb. 6.23 ordnet die Anwendungsbereiche in eine grobe geschichtete Strukturierung des Industrie 4.0-Konzepts ein. In den Anwendungsbereichen der äußeren Schicht kommen verschiedene, hier nur symbolisch in der mittleren Schicht dargestellte, cyberphysische Systeme zum Einsatz. Diese kommunizieren und interagieren auf der Grundlage des Internet of Things/Services der inneren Schicht.

Während ein smartes Produkt aus nur einem CPS bestehen kann, umschließt eine smarte Fabrik eine Vielzahl von CPS. Die Einbeziehung von CPS in ein Produktionsystem wie auch die angestrebte Selbstorganisation wird unterschiedlich beschrieben:

- Nach Steven ((2019), S. 86) entstehen durch die Integration von CPS in Fertigungsanlagen **cyberphysische Produktionssysteme (CPPS)**, die weitgehend selbstständig auf Fertigungsanforderungen oder Störungen reagieren können.
- Nach Corsten und Gössinger ((2016), S. 614) ist die Vision Industrie 4.0 dagegen „ein sich selbst organisierendes Netzwerk der Subsysteme eines Produktionssystems“.

Aus der ersten Formulierung kann man schließen, dass ein CPPS auch physische Komponenten enthält, die keine CPS sind – insgesamt läge dann ein hybrides Gesamtsystem vor. Bei der zweiten Formulierung bleibt der Charakter der Subsysteme offen. Stellen hier alle

Subsysteme ein CPS dar, dann ist das Ergebnis das „ideale“ oder „totale“ CPPS, das nicht nur weitgehend, sondern völlig selbstständig agieren kann.

Gemäß der Vision Industrie 4.0 ist ein CPPS selbst organisierend. Dies bedeutet etwa Folgendes: Ein Produktionsauftrag bzw. Produkt steuert die individuell zu durchlaufenden Arbeitsstationen einer gesamten Fertigungsanlage eigenständig an, fordert zur Bearbeitung benötigte Teile ebenso wie benötigte logistische Leistungen an und greift auf benötigte Dienste zu. Dazu ist es in der Lage, weil es als smartes Objekt (CPS) die Fähigkeit besitzt, das relevante Umfeld zu erkennen, andere smarte Objekte zu kontaktieren, Entscheidungen über anzufordernde Teile/Leistungen zu treffen, die Einhaltung von Fertigungszeiten zu überprüfen und bei Überschreitungen Gegenmaßnahmen zu initiieren. Eine derartige dezentrale, autonome Steuerung der Produktion setzt die Verfügbarkeit eines echtzeitfähigen virtuellen Abbilds des realen Produktionsgeschehens voraus. Dies zu generieren, ist Aufgabe der CPS.

Cyberphysische Systeme

Bei der Gestaltung von Leistungserstellungsprozessen stützt sich das GPS-Konzept auf eine methodische Basis, die Prinzipien und Methoden des Lean Production umfasst (vgl. hierzu Abb. 6.18). Die technologische Basis, die auf Automatisierung sowie Optimierung von Mechanik und Elektrik abzielt, bleibt dagegen unberücksichtigt. Diese Trennung heben cyberphysische Systeme durch die Kopplung physischer Objekte mit so genannten eingebetteten Systemen auf.

► Ein **cyberphysisches System (CPS)** (engl. **cyber-physical system**) besteht aus einem physischen Objekt, in das ein eingebettetes System (engl. **embedded system**) eingebunden ist und es dem CPS ermöglicht, eigenständig eine bestimmte Aufgabe auszuführen, hierbei mit seiner Umwelt Kontakt aufzunehmen, per Informations- und Leistungsaustausch zu interagieren und erforderliche Entscheidungen weitgehend autonom zu treffen.

Physische Objekte eines CPS sind im Produktionsbereich Fertigungsanlagen, Maschinen, Werkzeuge und Werkstücke/Produkte und im Logistikbereich Transportmittel, Fördersysteme und Transportbehälter. Der Anwendungsbereich von CPS ist enorm. Er umfasst z. B. medizintechnische Systeme, vielfältige Assistenzsysteme, Verkehrssteuerungssysteme, vielfältige Prozesssteuersysteme, Wetterbeobachtungssysteme, Fahrkartenautomaten, vielfältige Geräte der Unterhaltungselektronik und Router.

Die einem smarten Objekt zugeschriebenen Fähigkeiten verleiht einem CPS das eingebettete System. Da es auf der Basis des **Internet of Things (IoT)** kontaktiert, kommuniziert und interagiert, wird es auch als IoT-Modul bezeichnet.

► Ein **eingebettetes System** (engl. **embedded system**), im Rahmen des Industrie 4.0-Konzepts auch als IoT-Modul bezeichnet, besteht aus einem Computersystem nebst anwendungsspezifischer Software sowie aus Sensoren und Aktoren, über die es mit einem physischen Objekt gekoppelt ist (Einbettung). Es dient der Steuerung, Regelung oder

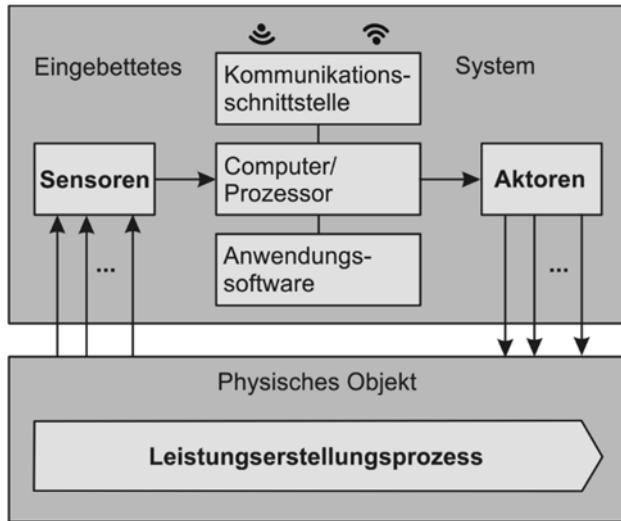


Abb. 6.24 Schematische Darstellung eines cyberphysischen Systems

Überwachung des mit dem physischen Objekt ausgeführten Prozesses in Echtzeit. Gegebenenfalls übernimmt es auch weitere Aufgaben wie etwa Objektidentifikation, Bilderkennung, Entschlüsselung oder Filterung von Informationen/Signalen.

Den Aufbau eines eingebetteten Systems und seine Einbettung in ein physisches Objekt veranschaulicht Abb. 6.24 in schematischer Weise.

Das eingebettete System ist mittels Sensoren und Aktoren mit dem physischen Objekt gekoppelt. Das physische Objekt dient der Erstellung einer bestimmten Leistung. Während hierbei Sensoren den aktuellen Zustand des Leistungserstellungsprozesses erfassen, wirken Aktoren auf den Prozess ein.

- Ein **Sensor** ist eine technische Komponente, die der Messung physikalischer Eigenschaften (z. B. Druck, Temperatur, Feuchtigkeit, Helligkeit, Geschwindigkeit, Drehzahl und Schallstärke), chemischer Eigenschaften (z. B. Säuregrad und Ionenkonzentration) und inhaltlicher Bestandteile (z. B. Rauch, Gase und giftige Substanzen) von Körpern/ Flüssigkeiten/Gasen sowie der Umwandlung der ermittelten Messwerte in elektrische oder (bereits) digitale Signale zum Zweck der Weiterverarbeitung dient.

Die von den Sensoren eines eingebetteten Systems gelieferten digitalen Signale oder Daten beschreiben den Zustand des betreffenden Leistungserstellungsprozesses zum Messzeitpunkt. Die Zustandsdaten werden an einen Rechner/Prozessor weitergeleitet und mit einer Anwendungssoftware verarbeitet. Bei geringerer Komplexität der Anwendung genügt häufig ein Prozessor in Verbindung mit geringerer Speicherkapazität. Andernfalls wird ein hinreichend konfigurierter Rechner benötigt. Die Verarbeitung der Zustandsdaten mit der Anwendungssoftware kann unterschiedlichen Zwecken dienen:

- Prozessüberwachung, d. h. Ist-Daten werden Soll-Daten gegenübergestellt und es werden entsprechende (Warn-)Hinweise generiert und angezeigt.
- Prozesssteuerung, d. h. Ist-Daten werden verwendet, um die für den erwünschten Prozesszustand erforderlichen Steuersignale zu erzeugen.
- Prozessregelung, d. h. Ist-Daten werden mit Soll-Daten verglichen und aus den Abweichungen werden Signaldaten zur Prozesseinstellung derart berechnet und an die Akteure zwecks Einwirkung auf den Prozess übermittelt, dass sich tolerierbare Soll-Ist-Abweichungen ergeben.

Die Einwirkung auf den Prozess erfolgt über Akteure. Beschränkt man sich auf die Prozessüberwachung oder -steuerung, so sind menschliche Eingriffe erforderlich. Nur im letzten Fall liegt eine selbsttätige Regelung vor, bei der die von dem Anwendungssystem generierten und an die Akteure übermittelten Signale eine automatische Heranführung der Ist- an die Soll-Werte ermöglichen. Dies wiederum erfordert Einwirkungen über Akteure.

► Ein **Aktor** ist eine technische Komponente, die übermittelte elektrische/digitale Signale in eine Einwirkung auf ein reales Objekt oder einen realen Prozess auf hydraulischem (Druckerzeugung), elektromechanischem (Motorantrieb), thermischem (Erwärmung) oder piezoelektrischem (Verformung Verbundwerkstoffe) Wege umwandelt. Die Einwirkung zielt auf die Herstellung eines erwünschten Objekt- oder Prozesszustands ab.

Das Zeitverhalten des eingebetteten Systems wird von dem physischen Objekt bestimmt, mit dem es gekoppelt ist. Gefordert wird Echtzeitverhalten, was allerdings unterschiedliche Anforderungen beinhaltet kann. So ist z. B. bei dem Motorantrieb eines mechatronischen Systems ein sofortiger Motorstart nach Eintreffen des auslösenden Signals unabdingbar – was eine permanente Signalmessung erfordert. Bei einem tragen chemischen Prozess kann es dagegen genügen, Signalmessungen und Aktoreinwirkungen in gewissen Zeitabständen vorzusehen. In beiden Fällen wird Echtzeitanforderungen entsprochen.

Die Generierung der an Akteuren zu übermittelnden Signale auf der Grundlage von Sensormessungen beschränkt sich nicht nur auf (einfachere) Signalumwandlungen. Der Anspruch der Selbstorganisation der Produktionsabläufe erfordert vielmehr die Ausstattung der CPS-Anwendungssoftware mit Komponenten, die weitergehende komplexe Funktionen übernehmen. Hierzu gehören vor allem auch folgende, meist schon seit geheimer Zeit bekannte Technologien und Methoden:

- **Identifikationsmethoden**, die auch als Auto-ID-Methoden bezeichnet werden und der Identifikation von Objekten sowie ggf. ihrer Lokalisation dienen. Neben der Objekterkennung ist die Standortbestimmung für die Organisation eines zügigen Materialflusses unabdingbar. Von Bedeutung sind vor allem die im Logistikbereich schon standardmäßig eingesetzten Barcode- und **RFID-Techniken**, wobei lediglich Letztere eine Standortbestimmung ermöglichen.

- **Bilderkennungsmethoden**, die ein Objekt per Kamera identifizieren und – anders als die RFID-Technik – die exakte Lage des Objekts auf dem Transportmittel/Objekträger sowie seine Beschaffenheit realitätsgerecht bildlich wiedergeben. Mittels Bildauswertung lassen sich dann der Bearbeitungsfortschritt, der korrekte Einbau von Teilen, die Bearbeitungsqualität (z. B. Oberflächenbeschaffenheit) beurteilen. Wie die Bildauswertung soll auch die vom Auswertungsergebnis abhängige Entscheidung über die weitere Objektbearbeitung möglichst automatisiert werden.
- **Big-Data-Analysen** (vgl. Abschn. 7.4.4), die der Auswertung der Flut der mit Sensoren erhobenen zeitpunktbezogenen Maschinen-, Anlagen-, Werkzeug-, Werkstück- und Prozessdaten dienen. Sie können einerseits für die Prozesssteuerung/-regelung und andererseits für die vorbeugende Instandhaltung von Maschinen und Anlagen genutzt werden.

Besonders komplexe CPS stellen **Industrieroboter** dar. Sie bestehen aus einer Anordnung miteinander gekoppelter mechatronischer Komponenten, die mittels eingebetteter Systeme gesteuert werden und z. B. Montage- und Schweißtätigkeiten ausführen.

Die Kommunikationsschnittstelle eines eingebetteten Systems stellt die Verbindung eines CPS mit der Außenwelt her. Sie ermöglicht einem CPS einerseits die Kontaktaufnahme mit in der Umgebung befindlichen anderen CPS sowie die Interaktion mit kontaktierten CPS durch den Austausch von Informationen und Diensten. Andererseits beinhaltet sie gegebenenfalls eine Benutzerschnittstelle für menschliche Eingriffe zum Zweck der Konfigurierung, Störungsbehebung und Steuerung.

CPS steuern das Produktionsgeschehen auf der operativen Ebene. Sie sind nicht darauf ausgerichtet, eine strategische Geschäfts- und Absatzplanung unter Berücksichtigung der Unternehmensziele durchzuführen, die in eine Produktionsprogrammplanung mündet (vgl. hierzu das in Abb. 6.14 dargestellte MRPII-Konzept). PPS-Systeme, die Aufgaben aus einer Gesamtsicht auf höheren Ebenen übernehmen, sind daher nach wie vor erforderlich, jedoch an die Vision Industrie 4.0 anzupassen. Dabei stellt die Abstimmung der zentralen Gesamtplanung mit der autonomen dezentralen Steuerung der operativen Fertigungsabläufe eine besondere Herausforderung dar.

6.2.2 Handel

Im Bereich von Handel und Dienstleistungen liegen Besonderheiten der betrieblichen Informationsverarbeitung vor, die sich aus der besonderen Form der Leistungserstellung ergeben, die Handel und Dienstleistung wesentlich vom industriellen Sektor unterscheidet. Die besondere Form der Leistungserstellung hat in erheblichem Umfang Auswirkungen auf die Architektur und die Funktionalität der operativen Anwendungssysteme, die den Prozess der warenwirtschaftlichen Leistungserstellung begleiten und unterstützen – es sind dies die so genannten Warenwirtschaftssysteme (WWS).

Neben der begrifflichen Abgrenzung von Warenwirtschaftssystemen stehen im Folgenden zunächst der Aufbau und die Funktionalität dieser Systeme im Vordergrund (vgl. Abschn. 6.2.2.1). Danach wird auf die Besonderheiten dezentraler Handelssysteme eingegangen (vgl. Abschn. 6.2.2.2). Die Funktionalität von WWS wurde durch eine Reihe von Entwicklungen geprägt, welche die Systemkonzeption und die eingesetzten Technologien betreffen. Diese sind schließlich Gegenstand des Abschn. 6.2.2.3.

6.2.2.1 Begriff und Aufbau von Warenwirtschaftssystemen

Im Mittelpunkt eines Handelsbetriebes steht das Management von Güter- sowie begleitenden Geld- und Informationsströmen. Entsprechend bildet die Warenwirtschaft den zentralen betrieblichen Systembereich, der für die termin- und artikelgenaue Steuerung des Warenaustausches mit den Lieferanten und Kunden zu sorgen hat. Wareneingang, Lagerung und Warenausgang sind die drei wesentlichen Bereiche der Warenwirtschaft. Die warenbezogenen Ausführungstätigkeiten dieser drei Bereiche sichern gemeinsam den physischen Warenfluss und werden unter der Bezeichnung Warenprozesssystem zusammengefasst. Die korrespondierenden Informationsflüsse und informationsverarbeitenden Prozesse, welche den Warenprozess planen, steuern und überwachen, bilden den Gegenstand des (organisatorischen) **Warenwirtschaftssystems (WWS)** (vgl. Ebert (1986), S. 58 ff.; Ahlert (1998), S. 25 ff.). Entsprechend lassen sich das Wareneingangssystem, das Einkaufssystem, die Lagerwirtschaft und die Logistik sowie das Warenausgangssystem als wesentliche funktionale Subsysteme eines WWS unterscheiden. Diese Subsysteme, zur Verdeutlichung um einige Beispiele für jeweils zugehörige Aufgaben ergänzt, finden sich in der in Abb. 6.25 gezeigten Abgrenzung eines WWS wieder.

Bei der Abgrenzung eines WWS stehen durchzuführende Funktionen und Prozesse im Vordergrund: Während Wareneingangssystem, Lagerwirtschaft und Warenausgangssystem die logistischen Prozesse repräsentieren, deckt das Einkaufssystem die dispositiven und abrechnungsbezogenen Prozesse ab.

Aus informationstechnologischer Sicht ist ein WWS ein Informations- oder Anwendungssystem, das die Ausführung der genannten Prozesse abbildet und unterstützt. In diesem Sinne wird ein WWS auch wie folgt definiert (vgl. Becker und Schütte (2004), S. 46):

- Ein **Warenwirtschaftssystem** repräsentiert die warenorientierten dispositiven, logistischen und abrechnungsbezogenen Prozesse für die Durchführung der Geschäftsprozesse eines Handelsunternehmens.

Über diese allgemeine Charakterisierung hinaus existieren in der Literatur weitere Definitionen, die – ohne der obigen Definition zu widersprechen – explizit einzelne Funktionen und Ziele eines Warenwirtschaftssystems nennen. Ein Beispiel hierfür bietet die folgende, verbreitete Definition (vgl. Institut für Handelsforschung an der Universität zu Köln, Bundesministerium für Wirtschaft (1995)):



Abb. 6.25 Abgrenzung eines Warenwirtschaftssystems und seiner funktionalen Subsysteme (Modifikation einer Darstellung von Ebert (1986), S. 110)

- Ein **Warenwirtschaftssystem** ist ein computergestütztes Informationssystem, das Waren artikelgenau nach Menge und Wert in den Bereichen Disposition, Bestellwesen, Wareneingang, Rechnungskontrolle, Warenausgang bzw. Fakturenerstellung zum Zweck der Bestandsführung und Erfolgssteuerung erfasst und bewirtschaftet.

Die Darstellung in Abb. 6.25 benennt Funktionen, die sicherlich viele der heute in der Praxis eingesetzten WWS umfassen, und die für die operative Abwicklung der Warenwirtschaft unverzichtbar sind. Der in Abb. 6.26 gezeigten WWS-Architektur liegt dasselbe warenwirtschaftliche Denkschema zu Grunde, das von einer prozessorientierten Anordnung der mengenorientierten Systemkomponenten Einkauf, Lagerwirtschaft/Logistik und Verkauf in dieser Abfolge ausgeht. Es drückt die Begleitung des Warenflusses mit dem WWS auf der operativen Ebene vom Lieferanten bis hin zum Kunden aus. Auf der Wertebene kommt die Abrechnungskomponente hinzu, die Funktionen wie Rechnungsschreibung, Rechnungsprüfung und Inventur einschließt. Moderne WWS unterstützen jedoch über die zur rein operativen Abwicklung erforderliche Funktionalität hinaus auch die Planung und das Controlling der Warenwirtschaft. Ergänzt wird die Architektur daher durch eine **managementorientierte Komponente**, welche die Planung und das Controlling warenwirtschaftlicher Prozesse beinhaltet. Wie bei jedem Anwendungssystem setzt die WWS-Funktionalität auf einer Datenbasis auf, für die hier beispielhaft nur einige

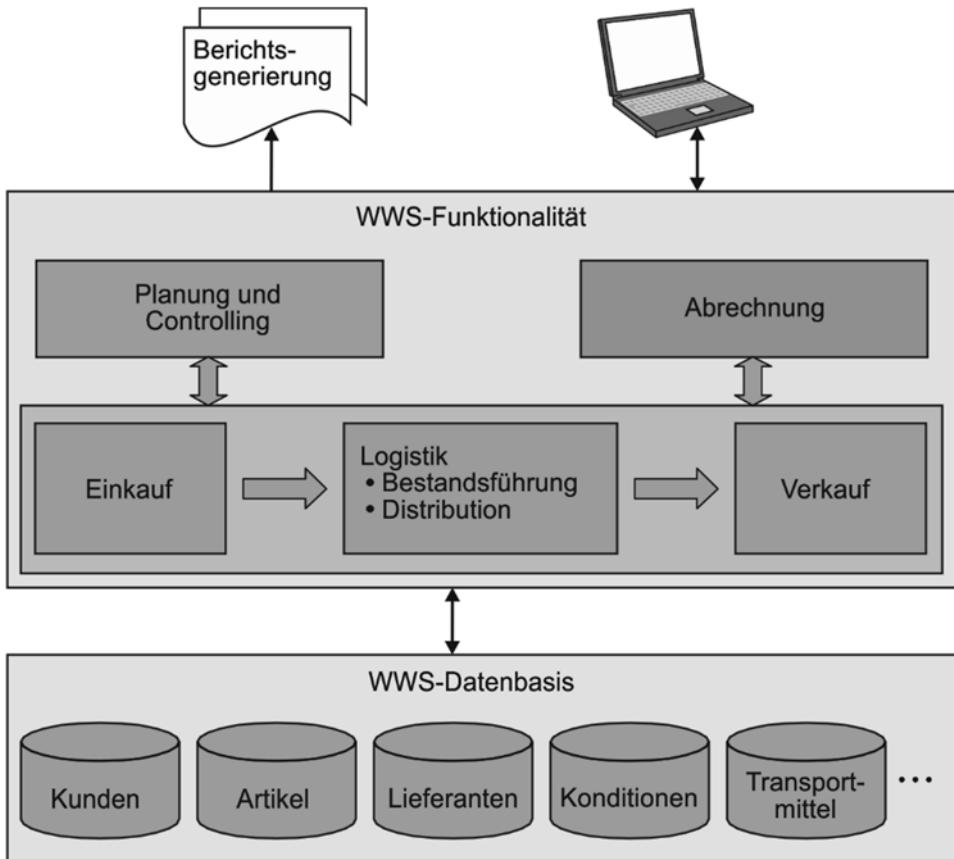


Abb. 6.26 Schematische Darstellung der Architektur eines Warenwirtschaftssystems

wichtige Datenhaltungskomplexe angegeben sind. Hinzu kommt die nur angedeutete Bedienoberfläche mit den Möglichkeiten der Berichtsgenerierung (z. B. Controllingberichte) und der interaktiven Systembenutzung.

Zentrales Datenkonstrukt der Warenwirtschaft ist der Artikelstamm. Dieser beschreibt jeden Artikel mit seinen warenwirtschaftlichen Attributen. Zu diesen zählen insbesondere (vgl. Becker und Schütte (2004), S. 243):

- Artikelspezifische Grunddaten, wie z. B. Artikelnummer, Gültigkeitszeitraum, Anforderungen an Lagertemperatur und -raum sowie Steuerklasse (halber bzw. voller Mehrwertsteuersatz).
- Die Warenguppe, welcher der Artikel angehört. Jeder Artikel ist in eine mehrstufige Warenguppen-Hierarchie eingeordnet. Viele Handelsunternehmen orientieren sich bei der Einordnung ihrer Artikel an Referenz-Warenguppenkatalogen anerkannter Standardisierungsorganisationen wie z. B. der Global Standards One (GS1).

- Die Definition einer oder mehrerer logistischer Einheiten, zu denen eine bestimmte Anzahl von Exemplaren des Artikels zusammengefasst werden, um ihre logistische Behandlung zu vereinfachen. Die verschiedenen logistischen Einheiten eines Artikels können in einer hierarchischen Beziehung stehen (z. B. Einzelstück – Umlkarton mit 4 Einzelstücken – Lage aus 16 Umlkartons – Palette mit 8 Lagen).
- Für jede logistische Einheit eines Artikels ein kennzeichnender Schlüssel, welcher die eindeutige Identifizierung einer logistischen Einheit nach Art und Anzahl der enthaltenen Artikel erlaubt. Üblicherweise wird im Handel hierzu die globale Handelsartikel-Nummer **GTIN (Global Trade Item Number)** verwendet, die 2009 die früher gebräuchliche Bezeichnung als **European Article Number (EAN)** ablöste. Zunehmend Verbreitung findet auch die Kennzeichnung bestimmter logistischer Einheiten eines Artikels mit einem **RFID**-Etikett (Radio Frequency Identification, meist zusätzlich zur EAN/GTIN).

Die EAN/GTIN ist eine 13- oder 8-stellige Nummer zur eindeutigen Identifikation eines Handelsartikels in Verbindung mit einer bestimmten logistischen Einheit. Die Vergabe einer EAN/GTIN erfolgt auf Antrag des Herstellers durch die globale Standardisierungsorganisation, die GS1. Unter dem Dach der GS1 wurden verschiedene, vormals nebeneinander existierende nationale und überationale Standards zur Produkt-kennzeichnung vereinheitlicht. Als Integrationsrahmen für die verschiedenen produktidentifizierenden Nummernstrukturen schließt die GTIN-Definition neben der EAN z. B. auch die Kennungen der US-amerikanischen UCC (Uniform Code Council) mit ein.

Die 13-stellige EAN/GTIN ist wie folgt zusammengesetzt:

- Kennung des Landes, in dem der Hersteller sich registrieren ließ (3 Stellen),
- Unternehmensnummer (4,5 oder 6 Stellen),
- Artikelnummer (3,4 oder 5 Stellen),
- Prüfziffer (1 Stelle).

Die EAN/GTIN wird meist als **Barcode** (auch Strichcode) auf die Verpackung aufgedruckt und erlaubt somit die automatische Erkennung des Produkts mit Hilfe von Barcode-Scannern. Dadurch ergeben sich folgende Vorteile:

- Beschleunigung aller Erfassungsvorgänge, und somit geringere Wartezeiten, z. B. an der Kasse.
- Höhere Zuverlässigkeit durch die Vermeidung von Erfassungsfehlern, z. B. an der Kasse, bei der Inventur, bei Einlagerung, Kommissionierung und Versand.
- Vermeidung der aufwendigen Umetikettierung aller Produkte bei Preisänderungen, da die Preise in einer Datenbank aktuell gehalten und beim Bezahlvorgang automatisch mit dem gescannten Produkt verknüpft werden.

- Eindeutigkeit bei der Produktidentifikation sowie leichte Rückverfolgbarkeit aufgrund der weltweiten und nahezu lückenlosen Standardisierung der Unternehmens-, Produkt- und Artikelnummern.

Neben der 13-stelligen EAN/GTIN gibt es weitere Varianten, z. B. eine 8-stellige EAN bzw. GTIN-Kurznummer, die vor allem für Aufdrucke auf besonders kleinformatigen Produkten verwendet wird. Außerdem nutzen einige große Einzelhandelsketten und Discounter die Möglichkeit, durch die Verwendung eines speziellen Ländercodes EAN/GTIN-Nummern zu erzeugen, die ausschließlich für betriebsinterne Zwecke bestimmt sind, z. B. für vor Ort abgewogene Frischwaren oder für Waren, die speziell für einen bestimmten Discounter abgepackt wurden.

6.2.2.2 Warenwirtschaftssysteme in dezentralen Distributionssystemen

Handelsbetriebe verfügen häufig über ein stark verzweigtes System zur Warendistribution auf Filialbasis. Dieser Aspekt kommt in Abb. 6.26 nicht zum Ausdruck. Angemessen erscheint daher eine weite Auslegung des WWS-Begriffs, der zwei Bereiche abdeckt:

- den Bereich der zentralen Warenwirtschaft, der mit einem zentralen WWS unterstützt wird, und
- den Bereich der dezentralen Warenwirtschaft, der mit dezentralen Filialsystemen abgewickelt wird.

Das zentrale WWS und die Filialsysteme sind meist sternförmig vernetzt und als Client/Server-Systeme konzipiert. Insgesamt ergibt sich damit die in Abb. 6.27 gezeigte Architektur eines Gesamtsystems zur Unterstützung der zentralen und dezentralen Warenwirtschaft.

Was die Aufgabenteilung zwischen zentralem WWS und Filialsystemen anbelangt, sind unterschiedliche Lösungen denkbar (vgl. Hertel (1999), S. 85):

Im einfachsten Fall beschränkt sich die Filialverarbeitung auf die Erfassung und Aufbereitung von Kassendaten zwecks Übertragung an das zentrale WWS. Darüber hinausgehende Aufgaben der Bestandsführung, Abrechnung, Erfolgsrechnung und Berichtsgenerierung werden zentral abgewickelt. Entsprechend reduziert sich die dezentral in einer Filiale eingesetzte Technologie auf einen Kassen-Server und auf an den Server angeschlossene, meist mit Barcode-Scannern ausgestattete Datenkassen.

Die automatische Erfassung von Kassendaten durch Scanning (von EAN/GTIN-Barcodes oder RFID-Etiketten) in Verbindung mit einer Auswertung der Scanningdaten realisiert einen Minimalanspruch hinsichtlich der Integration von Filialsystemen. Die mit (intelligenten) Datenkassen bzw. POS-Systemen erfassten Daten lassen sich zentral für vielfältige Zwecke auswerten. Beispiele für Auswertungszwecke sind:

- Sortimentspflege: Mit Hilfe von ABC-Analysen können umsatzschwache Artikel als Kandidaten für eine Sortimentsbereinigung ermittelt werden.

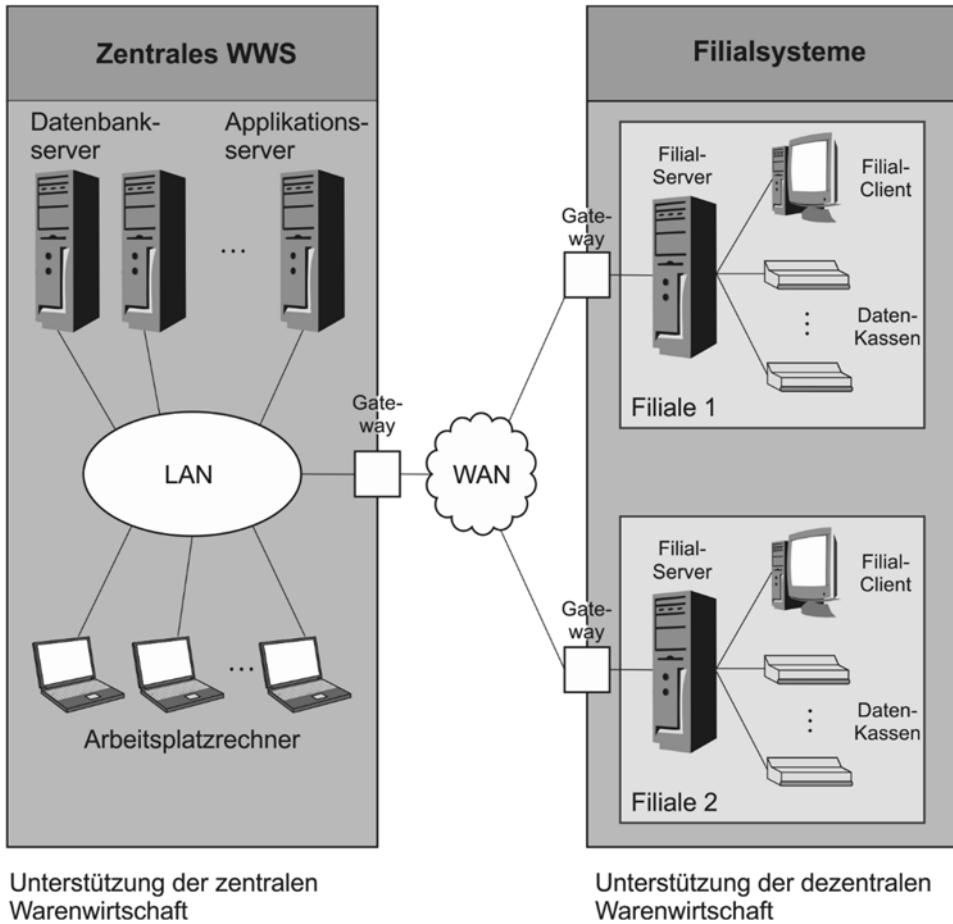


Abb. 6.27 Zentrales WWS und Filialsysteme zur Unterstützung der zentralen und dezentralen Warenwirtschaft

- Flächenrentabilitätsverbesserung: Mittels eines Ranking nach Artikelrentabilitäten lassen sich unter Berücksichtigung räumlicher Gegebenheiten Hinweise auf ein rentabilitätsförderndes Filiallayout ableiten.
- Erhöhung der Kundenbindung: Ausgehend von artikel- und kundenbezogenen Häufigkeitsanalysen, die der Identifizierung von Kunden oder Kundengruppen mit weniger intensiven Geschäftskontakten zu einem Unternehmen dienen, können gezielte Werbemaßnahmen zum Zweck der Festigung von Geschäftskontakten ergriffen werden.

Bei einer fortgeschritteneren dezentralen Informationsverarbeitung mit dezentraler Datenhaltung kommen ein Filial-Server und Filial-Clients zum Einsatz. Die an Datenkassen (**Point of Sale, POS**) eingescannten Abverkaufsdaten können z. B. für dezentral erstellte kurzfristige Erfolgsrechnungen verwendet werden. Zur Aufbereitung und Präsentation

derartiger Auswertungen dient der Filial-Client, der dem Filial-Management grundsätzlich auch den Zugang zu den zentral geführten Beständen und Konditionen ermöglichen kann.

Autonome Filialsysteme, die ohne zentrale Warenwirtschaft dauerhaft arbeiten, jedoch an ein Zentralsystem angekoppelt werden können, umfassen z. B. Funktionen wie artikelgenaue Wareneingangs- und Warenausgangserfassung, artikelgenaue Bestandsführung, Disposition (Bestellungen, Bestellzeitpunkte), Inventur, Kassenabwicklung, Regalketten erstellung, Mitarbeitereinsatzplanung sowie kundenbezogene Informationssysteme.

6.2.2.3 Konzeptionelle Erweiterungen von Warenwirtschaftssystemen

Entwicklungen und Trends im Konsumbereich (z. B. Änderung der Altersstruktur in der Bevölkerung, Zunahme von Singles und kinderlosen Doppelverdiener-Paaren („Dinks“ – double income no kids), variable Arbeitszeit und erhöhte Mobilität), in der Konsumgüterindustrie (z. B. Marktkonsolidierung, Herausbildung von Category Leaders, forciertes Customer Relationship Management) und im Handelsbereich (z. B. Globalisierung, Ver ringerung der Flächenproduktivität, Zunahme des Franchising) stellen Handelsbetriebe und speziell die betriebliche Warenwirtschaft vor neue Herausforderungen. Bei ihrer Bewältigung kommt der Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit durch verstärkte Kundenorientierung und erhöhte Handlungsflexibilität eine ausschlaggebende Rolle zu. Nach folgend werden einige konzeptionelle und technologische Ansätze im Bereich der Handelslogistik skizziert (vgl. Hertel (1999), S. 35 ff.), die eine wettbewerbsfördernde Wirkung entfalten können: Just-in-Time-Konzepte sowie das Category Management.

Just-in-Time (JIT)-Konzepte streben eine Reduzierung der Lagerbestände, und damit einhergehend, eine Verkleinerung der Bestellmengen und eine Verkürzung der Lieferrhythmen an. Auf diese Weise sollen die Logistikkosten reduziert, aber auch Reaktionszeiten verkürzt werden. Je nach dem eingesetzten Just-in-Time-Konzept ergeben sich besondere Anforderungen an das WWS. Sie können z. B. die Ausgestaltung von WWS-Funktionen wie folgt betreffen (vgl. Hertel (1999), S. 50 f.):

- artikelgenaue Erfassung und Verarbeitung von Verkaufsdaten;
- Erstellung von artikelbezogenen Absatzprognosen auf Tagesbasis für variierende Zeitintervalle;
- Übergang von der Filialkommissionierung zu einer zweistufigen Artikelkommisionierung, bei der zuerst die Bestellmenge aller Filialbestellungen dem Lager entnommen und danach auf die Filialen aufgeteilt wird.

Exemplarisch werden in Abb. 6.28 einige Just-in-Time-Konzepte skizziert, die teils auch in kommerziellen Warenwirtschaftssystemen Verwendung finden.

Ein Ansatz, der im Zusammenhang mit der Umsetzung des ECR-Konzepts weite Verbreitung gefunden hat, ist das so genannte **Category Management** (CM). Im Unterschied zur herkömmlichen Orientierung der warenwirtschaftlichen Prozesse am physischen

Just-in-Time-Konzept	Kurzbeschreibung
Cross-Docking	Durchschleusung von Waren durch zentrale oder regionale Warenverteilzentren eines Handelsbetriebes, wobei die von den Herstellern bereits filialweise kommissionierten Waren direkt zu den Warenverteilzentren transportiert, dort an Entladerampen – den so genannten Cross-Docking-Points (CDPs) – ausgeladen und dann direkt zu den Filialen weitertransportiert werden. Ein Aus- und Umladen aus Versandpackungen entfällt also.
Flow-Through	Belieferungsstrategie, die ähnlich wie das Cross-Docking auf Warenverteilzentren basiert; allerdings wird die Ware nach dem Wareneingang in eine Umpackzone transportiert, dort umgepakt und direkt zwecks Weitertransport zum Warenausgang gebracht. Im Unterschied zum Cross-Docking ist also ein Umpacken der Ware erforderlich.
Efficient Consumer Response (ECR)	Verbrauchergetriebene Systemkonzeption im Lebensmittelbereich, die auf der engen Kooperation von Herstellen, Verteilern und Lieferanten in der Lebensmittel-Lieferkette sowie auf papierloser Kommunikation basiert. Ziele sind die Minimierung der gesamten Logistikkosten, sowohl innerhalb als auch zwischen den Handelspartnern, und die Maximierung der Kundenzufriedenheit (frische Lebensmittel hoher Qualität).

Abb. 6.28 Einige Just-in-Time-Konzepte im Logistikbereich (vgl. Hertel (1999), S. 49 ff.)

Warenfluss, bei dem der Kunde das letzte Glied der Prozesskette bildet (vgl. Abb. 6.26), zielt das Category Management darauf ab, eine verbraucherorientierte Sortimentsgestaltung und damit die Kundeninteressen an den Anfang der Prozesskette zu stellen.

Zentraler Gedanke des CM ist die Bildung von Waren- und Sortimentsgruppen (Categories) durch die Zusammenfassung von Produkten, die aus Sicht der Verbraucher – und nicht aufgrund ähnlicher Herstell- oder Vertriebsverfahren – eng zusammengehören. Jede Category wird als weitgehend eigenständige Einheit bewirtschaftet. Über eine an der Wahrnehmung und den Bedürfnissen definierter Kundengruppen orientierte Definition der Categories versuchen Handelsunternehmen, sich im Wettbewerb zu differenzieren. Kriterien für die Category-Bildung sind z. B. die Bedürfnisse bestimmter Zielgruppen („Single-Haushalte“) oder saisonal-themengebundene Konsumanlässe („Alles für's Grillen“) (vgl. Piquet (1998), S. 285).

Abb. 6.29 liefert ein Beispiel für die Restrukturierung einer herkömmlichen, herstellerorientierten Warengruppen-Struktur in eine Category-Struktur, welche den unterschiedlichen Konsummotiven der Verbraucher Rechnung trägt.

In organisatorischer Hinsicht wird mit Einführung eines Category Managements eine Hinwendung zur Objekt- und Prozessorientierung vollzogen: Die warenwirtschaftliche Verantwortung einer Category wird einem Category Manager übertragen, der diese funktionsübergreifend, d. h. von der Beschaffung bis zur Vermarktung, betreut. Sortimentsentscheidungen werden somit weder einseitig aus der Sicht des Einkaufs oder der Sicht des Verkaufs, sondern aus ganzheitlicher Sicht und orientiert am gesamten Sortimentserfolg getroffen. Konsequent ist es daher nur, wenn eine Category als eine Strategische Geschäfts-

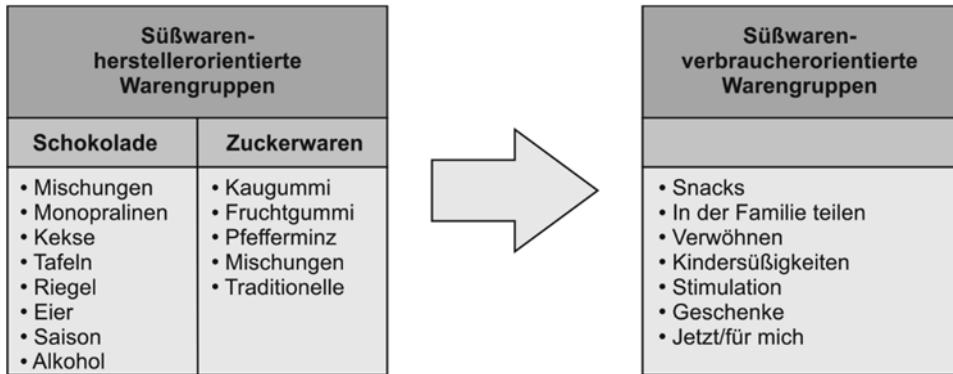


Abb. 6.29 Beispiel für eine Category-Struktur (Quelle: Becker und Schütte (2004), S. 691)

einheit im Sinne eines **Profit Centers** verstanden wird, die den sich wechselnden Marktbedingungen und Kundenanforderungen durch eine flexible Sortimentspolitik in wesentlich stärkerem Maße als bisher Rechnung trägt (vgl. Hertel (1999), S. 62).

Voraussetzungen für diese Form der kundenorientierten Sortimentsbewirtschaftung und -optimierung sind eine enge Zusammenarbeit zwischen Handel und Herstellern sowie der Einsatz geeigneter Marktforschungsinstrumenten zur Beobachtung, Erfassung und Auswertung des Konsumentenverhaltens (vgl. Milde (1998)). Ohne detaillierte Informationen über die Präferenzen der Kunden ist eine kundenorientierte Bildung von Categories nicht denkbar. Für die Erhebung und Auswertung dieser Informationen ist eine Unterstützung durch entsprechende IT-Systeme unumgänglich.

Eine wichtige Grundlage des Category Managements sind daher die POS-Scanningdaten, die von WWS bereitgestellt werden. Aus ihnen können mittels statistischer Verfahren – z. B. Data-Mining – Erkenntnisse über Zusammenhänge zwischen Produkten und Kundengruppen gewonnen werden. Darüber hinaus stellt Category Management erhebliche Anforderungen an die operativen Anwendungssysteme, weil Umsatz- und Ertragsinformationen für jede Category ausgewiesen werden müssen. Da Categories unternehmensspezifisch sind und sich wesentlich häufiger ändern als die bewährten Warengruppen-Hierarchien des Handels, lässt sich dies sinnvoll nur durch Einführung einer zweiten Auswertungsebene realisieren, die auf der warengruppenorientierten Bestandsführung aufsetzt (vgl. Becker und Schütte (2004), S. 690).

Entsprechend der kundenorientierten, funktionsübergreifenden Sichtweise setzen auf dem Category Management aufbauende WWS eine von dem Muster „Einkauf-Logistik-Verkauf“ abweichende Prozess- und Systemarchitektur voraus. Strategische Überlegungen zur Sortimentsplanung und kundenbezogene Maßnahmen rücken nun an den Anfang der warenwirtschaftlichen Aufgabenabfolge. Abb. 6.30 verdeutlicht dies am Beispiel der Anordnung der warenwirtschaftlichen Module, wie sie bereits in dem früher eingeführten System SAP R/3 Retail Verwendung fanden.

Die in Abb. 6.30 angegebenen Module umschließen Funktionen und Werkzeuge zur Unterstützung warenwirtschaftlicher Aufgaben. Insofern repräsentiert der Kern dieser

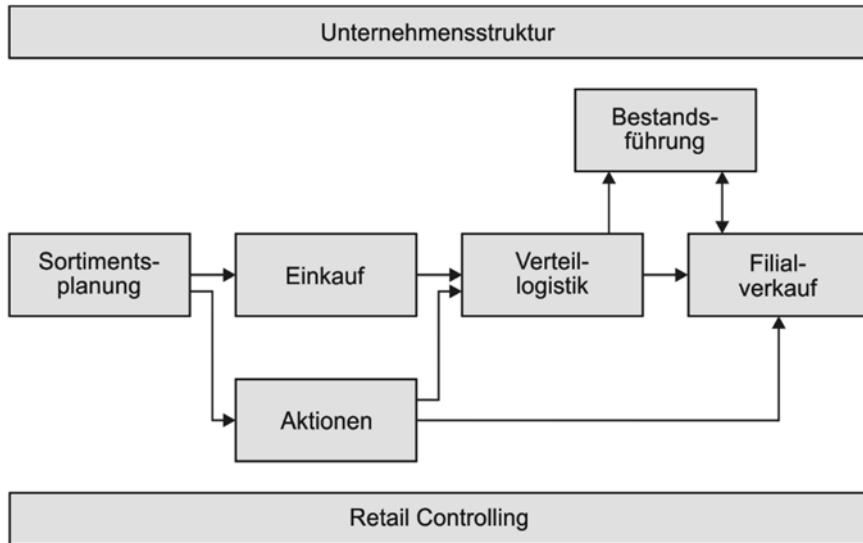


Abb. 6.30 Module der Warenwirtschaft des Systems SAP R/3 Retail (vgl. SAP AG (1998))

Darstellung auch eine grobe Prozessarchitektur. Eingefasst wird der Kernbereich durch zwei den Gesamtprozess überdeckende Module, genannt Unternehmensstruktur und Retail Controlling. Während der erste Modul Funktionen zur Beschreibung der Unternehmensorganisation enthält, unterstützt der zweite Modul das warenwirtschaftliche Controlling.

6.2.3 Banken

Wie der Handel weist auch die Leistungserstellung in Banken Besonderheiten auf, die unmittelbare Relevanz für den Einsatz betrieblicher Informationssysteme in diesem Bereich haben. Wie für Dienstleistungsunternehmen typisch, stellen Bankleistungen im Wesentlichen immaterielle Produkte dar: Im Zentrum der Leistungserstellung in Banken stehen die Güter Geld und Information, wobei die mit der Erbringung von Bankleistungen verbundenen Geldbewegungen heute nahezu vollständig virtualisiert, d. h. ebenfalls in Form von Informationsflüssen (Buchungen) abgewickelt werden, sodass Bankleistungen zu Recht als Informationsprodukte angesehen werden können.

Entsprechend spielen IuK-Technologien im Bankwesen eine ganz entscheidende Rolle. In vielen Bereichen einer Bank sind gerade auch die operativen Anwendungssysteme als in hohem Maße geschäftskritisch einzustufen. Dies liegt zum einen an ihrer überragenden Bedeutung für die Qualität, Sicherheit und Zuverlässigkeit der Geschäftsabwicklung. Zum anderen kommt der Informationsverarbeitung seit jeher die Rolle eines Enablers für die Innovationskraft und wettbewerbliche Leistungsfähigkeit einer Bank zu. Zahlreiche inno-

vative Bankprodukte (z. B. Online Brokerage, elektronisches Geld) sowie bedeutsame Neuerungen im Bereich der operativen Geschäftsabwicklung (z. B. Straight Through Processing, STP) sind ohne den Einsatz moderner Informationstechnologie undenkbar. Der Bankensektor kann daher als ein gutes Beispiel für die strategische Relevanz operativer Anwendungssysteme gelten. Im Folgenden werden typische Einsatzbereiche für operative Anwendungssysteme in einer Bank dargestellt.

Wie in anderen Bereichen der Dienstleistungsbranche ist es auch im Kreditwesen üblich, die Informationsverarbeitung grob in zwei Hauptbereiche zu gliedern, nämlich

- in den kundennahen Bereich (**Front-Office**) mit den Systemen für Beratung, Auftragsannahme, Verkauf und Kunden-Selbstbedienung, sowie
- in den bankinternen Bereich (**Back-Office**) mit den Systemen für die technische Abwicklung, die Abrechnung sowie die betriebswirtschaftliche und rechtliche Steuerung des Bankgeschäfts.

Darüber hinaus hat sich eine Einteilung der Systeme entsprechend der in der Kreditwirtschaft verbreiteten Aufgaben-Differenzierung nach Zielgruppen herausgebildet. Diese Differenzierung betrifft insbesondere den Front-Office-Bereich. Man unterscheidet

- IT-Unterstützung für den Firmenkundenbereich sowie
- IT-Unterstützung für den Privatkundenbereich.

Beispielhaft gibt Abb. 6.31 einige wichtige Einsatzfelder für operative Anwendungssysteme in Banken wieder und ordnet sie entsprechend den genannten Kategorisierungen ein.

Geschäftsbereiche	Einsatzbereiche	
	Front-Office	Back-Office
Privatkunden-geschäft	<ul style="list-style-type: none"> • Berater-Arbeitsplatz in der Filiale und im Außendienst • Selbstbedienungsbereich (Geldautomaten, Kontoauszugsdrucker, Banking-Terminal) • Telefon -Banking und Call-Center • Online-Banking 	<ul style="list-style-type: none"> • Kontoführung (Kontokorrent, Kredit-, Spar- und Devisenkonten, Depot) • Zahlungsverkehr In- und Ausland, Interbanken-Zahlungsverkehr • Kreditabwicklung • Abwicklung von Wertpapiertransaktionen • Verwaltung von Bargeld, Sorten, Münzen • Geldhandel und Liquiditätssicherung • Meldewesen • Marketing und Kundenbeziehungsmanagement
Firmenkunden-geschäft	<ul style="list-style-type: none"> • Belegloser Zahlungsverkehr • Treasury und Cash-Management • Finanzdienstleistungen im Außenhandel • Investment Banking 	

Abb. 6.31 Einsatzfelder für bankspezifische operative Anwendungssysteme (Beispiele)

Basis sowohl eines Berater- als auch eines Schalterarbeitsplatzes im Front-Office-Bereich ist ein Kundeninformationssystem, über das neben den Kundenstammdaten detaillierte Informationen über alle von den Kunden in Anspruch genommenen Bankdienstleistungen abgerufen werden können („elektronische Kundenakte“). Darüber hinaus bieten Anwendungssysteme für den Schalterarbeitsplatz vor allem Unterstützung bei der Erteilung von Auskünften (z. B. über aktuelle Kontobewegungen) sowie bei der Entgegnahme und Ausführung von Aufträgen im Zahlungsverkehr (Überweisungen, Ein- und Auszahlungen). Demgegenüber sind Beraterarbeitsplätze zusätzlich mit Systemen zur Beratungsunterstützung ausgestattet, z. B. zur Ermittlung des Kreditbedarfs, zur Bonitätsprüfung oder zur Berechnung von Rückzahlungsplänen.

Im Front-Office-Bereich des Privatkundengeschäfts haben sich neben dem klassischen Vertriebsweg über persönliche Beratung elektronische Vertriebswege wie das Telefon-Banking, der Einsatz von Selbstbedienungs-Terminals und das **Online-Banking** etabliert. Über einfache Abwicklungsdienste wie Zahlungsverkehr und Kontoführung hinaus werden über diese alternativen Kanäle auch anspruchsvollere, individualisierte Informations- und Beratungsleistungen bereitgestellt sowie der Abschluss von Verträgen ermöglicht. Dabei hat sich gezeigt, dass das parallele Angebot mehrerer alternativer Zugänge zu den Bankdienstleistungen am Markt erfolgreicher ist als z. B. das Geschäftsmodell der Direktbank, das sich auf das reine Online-Banking beschränkt. Man spricht in diesem Zusammenhang von einer **Multi-Channel-Vertriebsstrategie**.

Aufgrund des deutlich höheren Transaktionsaufkommens werden im Firmenkundenbereich spezielle Leistungen zur Abwicklung des Zahlungsverkehrs angeboten, bei denen z. B. Überweisungsdaten direkt aus den Buchhaltungssystemen der Firmenkunden per elektronischem Datenaustausch (EDI) an die Zahlungsverkehrssysteme der Bank übermittelt werden. Unter **Cash-Management** versteht man die Planung und Steuerung der finanziellen Mittel eines Unternehmens. Hier bieten Banken verschiedene Dienstleistungen an, die zum großen Teil durch entsprechende Anwendungssysteme unterstützt werden. Beispielhaft seien die Ermittlung eines integrierten Finanzstatus für einen internationalen Konzern, die Optimierung der Anlage liquider Mittel oder die Zusammenstellung von Finanzderivaten zur Minimierung von Zins- und Währungsrisiken genannt.

Sieht man von den allgemeinen Verwaltungssystemen wie Personalverwaltung, Material- und Immobilienverwaltung und Rechnungswesen ab, so handelt es sich bei den im Back-Office-Bereich eingesetzten Systemen überwiegend um Systeme zur Transaktionsabwicklung für die verschiedenen Bankprodukte. Sie sind auf die Verarbeitung von Massendaten ausgerichtet. Entsprechend dominierte hier in der Vergangenheit die Batch-Verarbeitung. Besondere Anforderungen an diese Systeme ergeben sich aus der Notwendigkeit einer hohen Transaktions- und Ausfallsicherheit. Dies wird z. B. durch den gezielten Einsatz von Redundanz in der Hardwareausstattung und permanente Spiegelung der Buchungs-Datenbanken erreicht. Über die Transaktionssysteme hinaus werden im Back-Office Informationssysteme zur Verwaltung von Geldbeständen (Bargeld, Sorten und Münzen), für den Geldhandel und das Liquiditätsmanagement, für das Meldewesen

(z. B. im Verhältnis zur Europäischen Zentralbank) sowie im Marketing (z. B. für das Kundenbeziehungsmanagement) eingesetzt.

In den letzten Jahren hat das **Online-Banking**, auch **E-Banking** genannt, bei Banken und Sparkassen stark zugenommen, vor allem im Privatkundengeschäft. Dabei lassen sich die Bankgeschäfte sowohl von zu Hause über stationäre Rechner (**Home-Banking**) als auch über mobile Systeme wie das Smartphone über entsprechende Apps im Rahmen von Social Media durchführen (**Mobile Banking**). Dabei stützen sich die vielfältigen Anwendungen des Online-Banking vor allem auf das Internet (**Internet-Banking**).

6.3 ERP-Systeme

In der betrieblichen Praxis werden immer mehr Komplettlösungen der Informationsverarbeitung eingesetzt, die als ERP-Systeme (Enterprise-Resource-Planning-Systeme) bekannt sind. Sie gelten als eine Art Standardanwendungssysteme, die jedoch sehr stark an die individuellen betrieblichen Gegebenheiten angepasst werden können (**Customizing**). Sie besitzen somit Eigenschaften von Individualsoftware und von Standardanwendungssoftware mit ihren jeweiligen Vor- und Nachteilen (vgl. die Gegenüberstellung dieser Softwaretypen in Kap. 5).

► Unter dem Begriff der **ERP-Systeme (Enterprise-Resource-Planning-Systeme)** werden betriebliche Standardanwendungssoftware-Pakete zur Planung, Steuerung und Verwaltung der entlang der Wertschöpfungskette eines Unternehmens eingesetzten Ressourcen (Personal, Material, Maschinen/Anlagen, Finanzen und Information) zusammengefasst. Diese Software-Pakete unterstützen somit nahezu alle Aufgabenbereiche und Prozesse, die innerhalb eines Unternehmens anfallen, wobei die Integration der verschiedenen Aufgaben und Prozesse auf Grundlage einer zentralen Datenbank erfolgt.

In der Informationssystempyramide nach Mertens (2012) lassen sich die ERP-Systeme vor allem der ersten und zweiten Ebene zuordnen (vgl. die Ausführungen in Kap. 5). Diese Systeme bieten somit eine unternehmensweite, integrierte Software-Lösung zur Koordination der wichtigsten internen, operativen Prozesse eines Unternehmens (vgl. vor allem Laudon et al. (2010), S. 99).

Was den Integrationsaspekt betrifft, werden beispielsweise Kundendatensätze vom Vertrieb angelegt, dieselben Datensätze von der Debitorenbuchhaltung genutzt und gegebenenfalls um Angaben ergänzt usw. Im Idealfall führt dies zu einem einzigen System für das gesamte Unternehmen, dem auch genau eine einzige unternehmensweite Datenbank zugrunde liegt. Diese unternehmensweite Systemintegration stellt eine erhebliche Herausforderung dar, da die IT-Landschaft von Unternehmen meist aus gewachsenen Strukturen mit separaten Software-Lösungen für die einzelnen Unternehmensbereiche besteht. ERP-Systeme begegnen dieser Herausforderung durch ihre Ausrichtung an den Ge-

schäftsprozessen eines Unternehmens über Abteilungen hinweg. Die Überbrückung der Schnittstellen zwischen Abteilungen ist durch Integration in einem System möglich (vgl. Weber et al. (2019), S. 103 ff.)

Zu den typischen Funktionsbereichen von ERP-Systemen zählen:

- die Materialwirtschaft mit Abteilungen wie Beschaffung, Lagerhaltung und Disposition,
- die Produktion,
- das Marketing und der Vertrieb,
- das Finanz- und Rechnungswesen,
- das Controlling,
- die Personalwirtschaft,
- die Forschung und Entwicklung sowie
- die Stammdatenverwaltung.

Das umfassendste und am weitesten fortgeschrittene ERP-System bietet das Unternehmen SAP AG mit dem Produkt SAP ERP an. Aufgrund der besonderen Bedeutung dieses Produkts werden im Folgenden seine Entwicklung, Erweiterung und Weiterentwicklung skizziert und zwar:

- die wesentlichen Entwicklungsstufen bis hin zum System **SAP ERP**,
- die Erweiterung im Sinne der Vernetzung des Systems SAP ERP mit anderen Systemen im Rahmen einer „**Application Suite**“ und
- die Weiterentwicklung zu der Folgeversion **SAP S/4 HANA**.

Die SAP (SAP: Software, Anwendungen und Produkte in der Datenverarbeitung) wurde 1972 von fünf ehemaligen IBM-Mitarbeitern mit dem Ziel der Erstellung einer betrieblichen Standardsoftware gegründet. Das initiale und für einen Kunden entwickelte System R/1 stellte in den 1970er-Jahren ein erstes modulares, integriertes Informationssystem dar, welches als konfigurierbares Standardsystem auch anderen Kunden angeboten werden konnte. Bereits im Namen des Systems verankerten die Gründer mit dem „R“ damals den zentralen Wert des Systems, welches durch die Prozess- und Datenintegration eine „Real Time“, also Echtzeitumgebung schaffte. Das erste kommerziell erfolgreiche System war das 1982 auf den Markt gebrachte und auf die sich rasch entwickelte Mainframe-Technologie abgestimmte System „R/2“ (1. Produktgeneration). Der endgültige Durchbruch gelang schließlich ab 1992 mit dem Client-Server-basierten und auf verschiedenen Plattformen lauffähigen System „R/3“ (2. Produktgeneration), das als offene Architektur auch ergänzende Entwicklungen von Partnerunternehmungen einbinden kann. Nach der 2003 erfolgten Umbenennung zunächst in „mySAP ERP“ und 2007 ins „SAP ERP“ (3. Produktgeneration) stellt SAP ERP mit den in „Solution Maps“ (vgl. Abb. 6.32) zusammengefassten Funktionen und unterstützten Geschäftsprozessen das Hauptprodukt der SAP AG dar, welches durch einen Wechsel von der Client-Server-Architektur zur An-



Abb. 6.32 Solution Maps SAP ERP (vgl. Weber et al. (2018), S. 114)

wendungs- und Integrationsplattform SAP NetWeaver gekennzeichnet ist. Hinter dem Schlagwort „Solution Maps“ verbergen sich ganze Geschäftsprozesse in Verbindung mit den sie unterstützenden Funktionen des ERP-Systems.

Mit der rasanten Verbreitung von ERP-Systemen und dem in vielen Branchen wachsenden Wettbewerbsdruck entwickelte sich zunehmend das Bestreben einer auch unternehmensübergreifenden Vernetzung der auf unternehmensinterne Effizienz ausgerichteten ERP-Systeme. Die SAP AG wie auch der Hauptkonkurrent Oracle bieten vor diesem Hintergrund erweiterte ERP-Systeme, bezeichnet als **Application Suite**, bei der SAP AG „**Business Suite**“, an. Eine Übersicht der in eine Application Suite einbezogenen Systeme zeigt Abb. 6.33.

Im Kontext der Beschaffungs- und Produktionsprozesse stellen hier insbesondere Supply-Chain-Management-Systeme (SCM-Systeme) und Supplier-Relationship-Management-Systeme (SRM) erweiterte Funktionalitäten im Miteinander mit den eigenen Lieferanten (Supplier Relationship Management) bzw. mit den Partnern der gesamten Wertschöpfungskette (Supply Chain Management) bereit. Auf der anderen Seite bieten Customer-Relationship-Management-Systeme (CRM-Systeme) umfangreiche Funktionen in den Bereichen Marketing, Vertrieb und Kundenservice an, die die rudimentären CRM-Funktionalitäten des SAP ERP-Systems ergänzen. Das Product Lifecycle Management (PLM) zielt auf eine unternehmensweit und auch mit Entwicklungspartnern koordinierte Erstellung, Sammlung und Bereitstellung der Produktinformationen über alle Phasen des Produktlebenszyklus hinweg an. Abb. 6.33 veranschaulicht das Zusammenspiel der Einzelsysteme, die erst durch eine konsequente Prozess- und Datenintegration ihren besonderen Wert entfalten können (Magal (2012), S. 27). In Bezug auf die Informationssystempyramide steht eine Application oder Business Suite für eine horizontale Integration über die Unternehmensgrenzen hinweg.

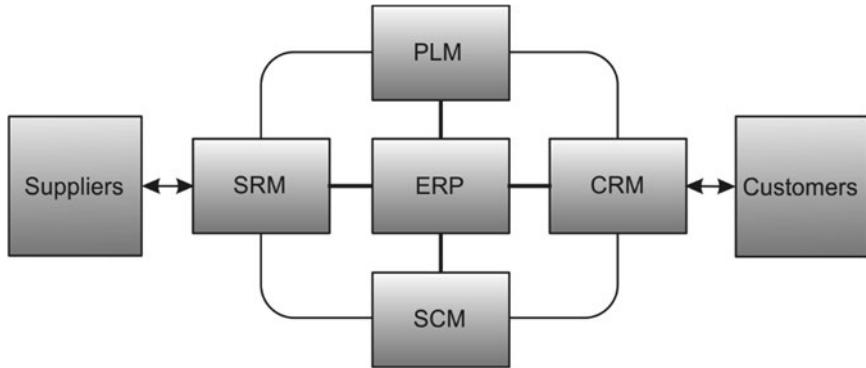


Abb. 6.33 ERP-Systeme als Teil einer Application Suite (vgl. Magal (2012), S. 27)

Auf die SAP Business Suite 3 mit der ERP-Software-Produktlinie 3 bestehend aus SAP ERP sowie SAP SRM, SAP CRM, SAP SCM und SAP PLM folgte ab 2015 die ERP-Software-Produktlinie 4. Kernprodukt dieser neuen SAP Business Suite 4 ist das System SAP S/4 HANA. Die Angabe „S“ steht für „simple“ und „4“ für die 4. Produktlinie. Namensgebend ist die zentrale Innovation: die Verwendung der neuen Datenbank-Technologie „S/4 HANA“. Auf der neuen SAP-HANA-Datenbank setzen alle Produkte der SAP Business Suite 4 auf, also Kern- und Erweiterungsprodukte. Neben der neuen Datenbank-Technologie gibt es auch Neuerungen im Bereich der Funktionalität. Die Neuerungen werden nachfolgend kurz skizziert.

► **Definition SAP HANA** (engl. *High Performance Analytic Appliance*, deutsch Hochgeschwindigkeitsanwendung für Analysen) ist ein Relationales Datenbank-Management-System (RDBMS), das auf einer **In-Memory-Datenbank** operiert und

- eine Transaktionsverarbeitung ohne wesentliche Zeitverzögerungen, auch bezeichnet als Online- oder Echtzeit-Transaktionsverarbeitung (engl. **Online Transaction Processing, OLTP**), sowie
- eine Verarbeitung von Analyseprozessen gemäß dem OLAP-Konzept (engl. **Online Analytical Processing**, vgl. Abschn. 7.4.3.1) ermöglicht.

Bei einer In-Memory-Datenbank (vgl. Abschn. 15.4.4) wird die gesamte Datenbank in dem Arbeitsspeicher gehalten. Es entfällt also das zeitaufwendige Kopieren von Datenbankdaten aus dem Externspeicher (z. B. Festplatte) in den Arbeitsspeicher. Dies ermöglicht die sehr schnelle Verarbeitung und Analyse auch sehr großer Datenmengen (Big Data), also einen Betrieb in nahezu Echtzeit. Die Realisierung von OLTP und OLAP auf der Basis nur eines Datenbankverwaltungssystems beruht auf der Verwendung eines Organisations- und Zugriffskonzeptes, das sowohl den zeilenweisen Zugriff zu Datentabellen (OLTP), als auch den spaltenweisen Zugriff (OLAP) gestattet. Angestrebt wird somit ein



Abb. 6.34 Übersicht der Komponenten von SAP S/4 HANA

Ziel, das generell für In-Memory-Datenbanken gilt, die stärkere Verzahnung von operativen und planenden/analytischen Tätigkeiten (vgl. hierzu auch Knabke und Olbrich (2016)).

Die Funktionalität des neuen Kernproduktes **SAP S/4 HANA** ist in etwa zehn Komponenten gegliedert. Eine Übersicht zeigt Abb. 6.34.

Als Beispiel für funktionale Neuerungen seien genannt (vgl. hierzu Koglin (2016)):

- Die Prognose von Bestandsentwicklungen in Echtzeit mittels des neuen MRP Live.
- Die neue Benutzeroberfläche SAP Fiori Launchpad, die funktional überladene Transaktionen durch benutzerspezifische Anwendungen ersetzt und dadurch die Systembedienung vereinfacht („simple“).

Angeboten wird SAP S/4 HANA als On-Premise- und als Cloud-Version. Die On-Premise-Lösung, auch bezeichnet als Inhouse-Lösung sieht den Betrieb von SAP S/4 HANA im eigenen Hause auf einem eigenen oder gemieteten Rechner vor. Bei der Cloud-Version wird der Betrieb dagegen auf eine SAP-eigene Cloud ausgelagert.

Literatur

- Ahlert, D.: Anforderungen an Handelsinformationssysteme aus Nutzersicht – Auswertungspotentiale für das Handels- und Wertschöpfungsprozess-Management. In: Ahlert, D., Becker, J., Olbrich, R., Schütte, R. (Hrsg.) Informationssysteme für das Handelsmanagement, S. 3–63. Springer, Berlin (1998)
- Backhaus, K., Büschgen, J., Voeth, M.: Internationales Marketing, 8. Aufl. Schäffer-Poeschel, Stuttgart (2010)
- Becker, J., Schütte, R.: Handelsinformationssysteme, 2. Aufl. Redline Wirtschaft, Frankfurt am Main (2004)
- Berthel, J., Becker, F.G.: Personal-Management, 11. Aufl. Schäffer-Poeschel, Stuttgart (2017)
- Binner, H.F.: Prozessorientierte TQM-Umsetzung, Reihe: Organisationsmanagement und Fertigungsaufbereitung. Hanser, München (2000)
- Bruhn, M.: Marketing, 12. Aufl. Gabler, Wiesbaden (2014)
- Bühner, R.: Personalmanagement, 3. Aufl. Oldenbourg, München (2005)
- Coenenberg, A.G., Haller, A., Mattner, G., Schultze, W.: Einführung in das Rechnungswesen, 6. Aufl. Schäffer-Poeschel, Stuttgart (2016)

- Corsten, H., Gössinger, R.: Produktionswirtschaft, 14. Aufl. de Gruyter Oldenbourg, Berlin/Boston (2016)
- Ebert, K.: Warenwirtschaftssysteme und Warenwirtschafts-Controlling. Lang, Frankfurt am Main (1986)
- Harrington, J.: Computer-Integrated Manufacturing. Industrial Press, New York (1973)
- Herlyn, W.: PPS im Automobilbau. Hanser, München (2012)
- Herrmann, M., Pentek, B., Otto, B.: Design Principles for Industrie 4.0 Scenarios. In: Proceedings of the 49th Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS), 6.–8. Januar 2016, Hawaii, S. 3928–3973 (2016)
- Hertel, J.: Warenwirtschaftssysteme – Grundlagen und Konzepte, 3. Aufl. Physica, Heidelberg (1999)
- Hippner, H., Wilde, K.D.: CRM – Ein Überblick. In: Helmke, S., Uebel, M., Dangelmaier, W. (Hrsg.) Effektives Customer Relationship Management, 3. Aufl. S. 3–37. Gabler, Wiesbaden (2003)
- Hirsch-Kreinsen, H.: Einleitung, Digitalisierung industrieller Arbeit. In: Hirsch-Kreinsen, H., Ittermann, P., Niehaus, J. (Hrsg.) Digitalisierung industrieller Arbeit, Die Vision Industrie 4.0 und ihre sozialen Herausforderungen, S. 11ff. Nomos, Baden-Baden (2015)
- Kargermann, H.: Chancen von Industrie 4.0 nutzen. Springer, Berlin/Heidelberg (2017)
- Knabke, T., Olbrich, S.: Grundlagen und Einsatzpotentiale von In-Memory-Datenbanken. In: Gluchowski, P., Chamoni, P. (Hrsg.) Analytische Informationssysteme, 5. Aufl, S. 187–203. Springer Gabler, Berlin/Heidelberg (2016)
- Koglin, U.: SAP S/4HANA, Voraussetzungen, Nutzen, Erfolgsfaktoren. SAPPRESS, Bonn (2016)
- Krafcik, J.F.: Triumph of the lean production system. Sloan Manag. Rev. **30**(1), 41–52 (1988)
- Lackes, R.: Just-in-Time-Production. Gabler, Wiesbaden (1995)
- Laudon, K.C., Laudon, J.P., Schoder, D.: Wirtschaftsinformatik, 2. Aufl. Pearson, München/Boston (2010)
- Mertens, P.: Integrierte Informationsverarbeitung 1, 18. Aufl. Gabler, Wiesbaden (2012)
- Milde, H.: Informationssysteme für das Handelsmanagement. In: Ahlert, D., Becker, J., Olbrich, R., Schütte, R. (Hrsg.) Informationssysteme für das Handelsmanagement, S. 289–303. Springer, Berlin/Heidelberg (1998)
- Ohno, T.: Toyota Production System – Beyond Large-Scale Production. Productivity Press, Cambridge, MA (1988)
- Ohno, T.: Das Toyota-Produktionssystem. Campus, Frankfurt am Main (1993)
- Piquet, J.: Customer category management. In: Ahlert, D., Becker, J., Olbrich, R., Schütte, R. (Hrsg.) Informationssysteme für das Handelsmanagement, S. 281–287. Springer, Berlin (1998)
- SAP AG (Hrsg.): System R/3 SAP Retail – Funktionen im Detail. Walldorf (1998)
- Scheer, A.-W.: CIM Computer Integrated Manufacturing – Der computergesteuerte Industriebetrieb, 4. Aufl. Springer, Berlin (1990)
- Schlück, J., Stephan, P., Loskyll, M., Lappe, D.: Industrie 4.0 in der praktischen Anwendung. In: Bauernhansl, T., et al. (Hrsg.) Industrie 4.0 in Produktion, Automatisierung und Logistik, S. 57–84. Springer, Wiesbaden (2014)
- Steven, M.: Einführung in die Produktionswirtschaft. Kohlhammer, Stuttgart (2013)
- Steven, M.: Produktionsmanagement. Kohlhammer, Stuttgart (2014)
- Steven, M.: Industrie 4.0. Kohlhammer, Stuttgart (2019)
- Steven, M., Grandjean, L.: Digitale Geschäftsmodelle für industrielle Produkt-Service-Systeme im Kontext von Industrie 4.0. In: Keuper, F., Schomann, M., Sikora, L.I., Wassef, R. (Hrsg.) Disruption und Transformation Management, S. 267–289. Springer Gabler, Wiesbaden (2018)
- Vahrenkamp, R.: Von Taylor zu Toyota, Rationalisierungsdebatten im 20. Jahrhundert, 2. Aufl. Josef Eul, Lohmar/Köln (2013)
- VDI 2870-1: Ganzheitliche Produktionssysteme – Grundlagen, Einführung und Bewertung, VDI – Verein Deutscher Ingenieure e.V. Beuth, Berlin (2012)

- Weber, P., Gabriel, R., Lux, T., Schroer, N.: Basiswissen Wirtschaftsinformatik, 3. Aufl. Springer, Berlin (2019)
- Wight, O.: Manufacturing Resource Planning – MRP II. O. Wight Ltd, Essex Junction (1984)
- Womack, J., Jones, D., Roos, D.: The Machine That Changed the World: The Story of Lean Production. Harper Collins, New York (1990)



Management-Support-Systeme und Business Intelligence

7

Kap. 7 ist das dritte Kapitel des Teils B. Es befasst sich mit den Management-Support-Systemen und Business Intelligence, d. h. einer Gruppe von innerorganisatorischen Anwendungssystemen, die mit Managementprozessen verflochten sind. In Abb. 7.1 ist die Einordnung des Kap. 7 in den Teil B dargestellt.

IuK-Technologien umschließen Potenziale der Managementunterstützung, die weit über die früheren, rein papierebundenen Berichts-, Planungs-, Kontroll- und Revisionsverfahren hinausgehen. Die verschiedenen, heute realisierbaren Arten von Managementunterstützungssystemen (MUS) bzw. Management-Support-Systemen (MSS) und die leistungsfähigen Business-Intelligence-Systeme (BI-Systeme) sind geeignet, die Qualität der Arbeit von Führungskräften in Unternehmen signifikant zu erhöhen. Sie können so zur Verbesserung der Wettbewerbsposition und zur Sicherung des Erfolgs von Unternehmen beitragen. Dies allerdings nur, wenn sie hinreichend auf die Bedürfnisse des Managements zugeschnitten sind (vgl. Gluchowski et al. (2008)).

Eine Abgrenzung und Darstellung verschiedener MSS-Arten und BI-Konzepte, wie sie im vorliegenden Kapitel beabsichtigt ist, erfordert daher auch eine Betrachtung grundsätzlicher Managementaktivitäten sowie daraus ableitbarer Anforderungen an unterstützende IuK-Technologien. Entsprechend werden in Abschn. 7.1 der Managementprozess und unterstützende IuK-Technologien behandelt. Berücksichtigung finden hierbei die bereits in Abschn. 5.1 eingeführten grundlegenden Unterstützungsformen des Data Support und des Decision Support. Die mit der ersten Unterstützungsform korrespondierenden Data-Support-Systeme werden in Abschn. 7.2 abgegrenzt und erläutert, und die mit der zweiten Unterstützungsform korrespondierenden Decision-Support-Systeme in Abschn. 7.3. Konzepte moderner BI-Ansätze und des Business Analytics, die die Struktur von BI-Systemen (z. B. Data-Warehouse-Konzept), die Datenmodellierung (z. B. mehrdimensionale Daten-

- B Innerorganisatorische Anwendungssysteme
- 5 Grundlagen der betrieblichen Informationsverarbeitung
- 6 Operative betriebliche Anwendungssysteme
- 7 Management-Support-Systeme und Business Intelligence**
- 8 Integrationsunterstützende Querschnittssysteme

Abb. 7.1 Einordnung von Kap. 7 in den Teil B

modellierung) und die Datenanalyse (z. B. Data Mining) betreffen, werden in Abschn. 7.4 behandelt, ebenso Weiterentwicklungen im BI-Bereich, insbesondere die Analyse von Big Data.

7.1 Managementprozess und unterstützende IuK-Technologien

Im Sprachgebrauch besitzt der Begriff „Management“ zwei Bedeutungen, Management als Funktion und als Institution. In funktioneller Sicht bezeichnet Management die zielorientierte Gestaltung und Steuerung von Unternehmen, Verwaltungen und sonstigen sozialen Systemen. Speziell bei Unternehmen sind damit insbesondere die auf den Leistungserstellungsprozess ausgerichteten planenden, organisierenden und kontrollierenden Tätigkeiten angesprochen. In institutioneller Sicht umschließt das Management die Führungskräfte einer Organisation bzw. eines Unternehmens. Der Aspekt der Führung beinhaltet vor allem auch Weisungs- und Kontrollbefugnisse gegenüber den auf Anweisung ausführend arbeitenden übrigen Mitarbeitern einer Organisation. Häufig werden drei Ebenen des Managements unterschieden: Top-, Middle- und Lower-Management (vgl. Abb. 7.2).

Jeder Managementebene lassen sich spezifische Aufgaben zuordnen. Das Top-Management, auch strategisches Management genannt, ist mit richtungsweisenden strategischen Aufgaben befasst, wie etwa der Festlegung der Aktivitätsbereiche oder Geschäftsfelder, der Vorgabe strategischer Ziele für das Gesamtunternehmen und die Geschäftsfelder und der Entwicklung von Strategien zur Zielumsetzung. Die auf Unternehmensbereiche und -funktionen bezogenen Aufgaben des Middle-Management, auch taktisches Management genannt, umfassen etwa die Planung der zur Umsetzung der vorgegebenen bereichsbezogenen Ziele erforderlichen Handlungsprogramme sowie der einzusetzenden personellen, sachlichen und finanziellen Ressourcen. Auf der Ebene von Abteilungen und Funktionsgruppen übernimmt das Lower-Management, auch operatives Management genannt, etwa die Aufgabe der Realisierung der von dem taktischen Management vorgegebenen Handlungsprogramme durch Anweisung der ausführend tätigen Mitarbeiter. Insofern beeinflusst lediglich das operative Management unmittelbar den Leistungserstellungsprozess.

Insbesondere auf den höheren Managementebenen zeichnen sich die zu bearbeitenden Sachaufgaben, die zu lösenden (Fach-)Probleme und die zu treffenden Entscheidungen

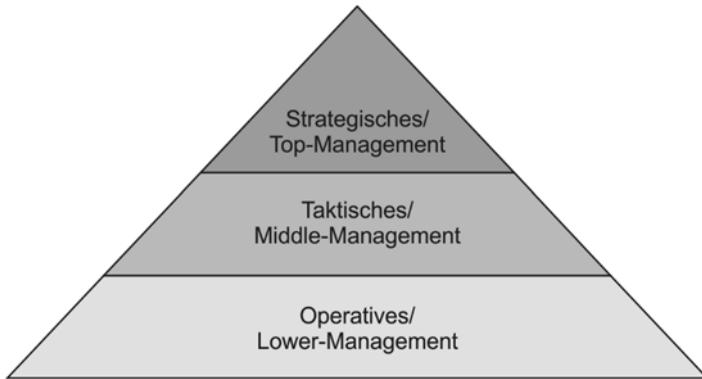


Abb. 7.2 Managementebenen

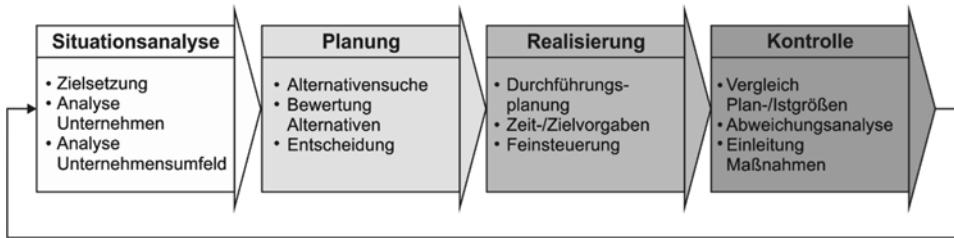


Abb. 7.3 Phasenschema für Managementprozesse

durch eine hohe Komplexität aus. Zur sinnvollen Organisation der Managementaktivitäten und zur Komplexitätsreduktion werden daher zeitlich zu durchlaufende Phasenschemata vorgeschlagen (vgl. z. B. Kirsch (1973), S. 196; Mag (1995), S. 46 ff.). Abb. 7.3 zeigt ein Phasenschema für Managementprozesse, das die Phasen Situationsanalyse, Planung, Realisierung und Kontrolle umfasst (vgl. hierzu z. B. Gluchowski et al. (2008)).

In der Phase der Situationsanalyse ist einerseits ein unternehmerisches Zielsystem zu entwickeln, das die strategischen Unternehmensziele in davon abgeleitete Ziele der mittleren und unteren Managementebenen auffächert und einen Bezugsrahmen für zu treffende Entscheidungen und vorzunehmende Handlungen auf allen Unternehmensebenen bildet. Andererseits sind hierbei die realen Gegebenheiten des Unternehmens, d. h. seine Stärken (z. B. spezielles Know-how) und seine Schwächen (z. B. Imagedefizite), sowie das Unternehmensumfeld, d. h. Gegebenheiten und zu erwartende Entwicklungen in den Bereichen Konkurrenten, Kunden, Lieferanten und staatliche Institutionen, zu berücksichtigen. Die an den Zielvorgaben anknüpfende Phase der Planung dient der Suche und Formulierung von Handlungsalternativen, der Alternativenbewertung und der Entscheidung bzw. Auswahl der bezüglich der Zielerreichung günstigsten Alternativen. Die Umsetzung der gewählten Handlungsalternativen in der folgenden Phase der Realisierung erfordert zunächst eine detaillierte Durchführungsplanung. Sie erstreckt sich auf die

Beauftragung qualifizierter Aufgabenträger, deren Ausstattung mit angemessenen Kompetenzen und Ressourcen und der Vorgabe konkreter Ziele und Zeiten für den Realisierungszeitraum. Die Realisierung begleitend ergreift das Management im Bedarfsfall Maßnahmen der Feinsteuerung und unterstützt so die Aufgabenträger bei der zielorientierten Durchführung des Handlungsprogramms. Schließlich erfolgt in der Phase der Kontrolle der Vergleich der Planungsvorgaben, d. h. der Plan- oder Sollgrößen, mit den erzielten Handlungsergebnissen, den Istgrößen. Im Falle nicht tolerierbarer Soll-/Ist-Abweichungen sind die Ursachen zu analysieren und gegebenenfalls korrigierende Maßnahmen einzuleiten. Damit ist der Ausgangspunkt für einen erneuten Durchlauf der Phasen gegeben.

Derartige, zyklisch zu durchlaufende Phasenschemata gelten etwa für alle Managementebenen. Den Weisungs- und Kommunikationswegen der Managementhierarchie folgend sind die Phasenschemata der Führungskräfte über die Managementebenen hinweg vermascht. Als strikt sequenziell zu durchlaufendes Aktivitätsmuster ist das Schema allerdings nicht zu verstehen. Wie bei analogen Schemata in anderen Aktivitätsbereichen, z. B. der Geschäftsprozessmodellierung und der Softwareentwicklung, können Rücksprünge zu vorangehenden Phasen und die Parallelisierung gewisser Aktivitäten der gleichen oder aufeinander folgender Phasen sinnvoll sein.

Unabdingbare Voraussetzung für die erfolgreiche Aufgabenwahrnehmung auf allen Managementebenen ist die Verfügbarkeit aufgabengerechter Informationen. So wird z. B. die Qualität von Managemententscheidungen mit den Kenntnissen über mögliche Handlungsalternativen und deren zielbezogenen Ergebnissen in aller Regel zunehmen. Anforderungen an die Informationsversorgung des Managements werden häufig mit einer Kurzformel ausgedrückt, etwa „richtige Information zur richtigen Zeit in der richtigen Form an den richtigen Adressaten“. Mehr ins Detail gehend lassen sich die Informationsanforderungen wie folgt systematisieren (vgl. hierzu Bullinger et al. (1993), S. 46):

- Relevanz, d. h. sachliche Notwendigkeit und problembezogene Eignung der Informationen.
- Zeitbezug, d. h. inhaltliche Aktualität und Rechtzeitigkeit der Bereitstellung der Informationen.
- Verwendungsbereitschaft, d. h. Verfügbarkeit und Zugänglichkeit der Informationen.
- Aussage- und Wahrheitsgehalt, d. h. Genauigkeit, Eindeutigkeit, Detailliertheit, Vollständigkeit und Zuverlässigkeit der Informationen.

Manuelle Verfahren der Informationserschließung und -bereitstellung genügen diesen Anforderungen kaum. IuK-Technologien bieten dagegen Unterstützungspotenziale wie:

- Schnelle, adressatenorientierte Bereitstellung und Aufbereitung von problembezogenen internen und externen Informationen.
- Schneller Austausch von (Geschäfts-)Informationen mit internen und externen Kommunikationspartnern mittels unterschiedlicher Kommunikationsdienste.

Managementphase	Unterstützende IuK-Technologien	Unterstützungsart
Situationsanalyse <ul style="list-style-type: none"> • Zielsetzung • Analyse Unternehmen • Analyse Unternehmensumfeld 	Systeme zur Erschließung (situationsbezogener) interner und externer Informationen. Systeme zur Aufbereitung von Informationen in Form von Kennzahlen, Kennlinien usw. zum Zweck der Lagebeurteilung.	Data Support
Planung <ul style="list-style-type: none"> • Alternativensuche • Bewertung Alternativen • Entscheidung 	Systeme zur Unterstützung der Strukturierung/Modellierung von Planungs- und Entscheidungsproblemen. Systeme zur Berechnung und Bewertung von Entscheidungsalternativen.	Decision Support
Realisierung <ul style="list-style-type: none"> • Durchführungsplanung • Zeit-/Zielvorgaben • Feinsteuering 	Systeme zur Übermittlung von Notizen, Protokollen, Berichten, (Handlungs-)Anweisungen usw.	Data Support
Kontrolle <ul style="list-style-type: none"> • Vergleich Plan-/Istgrößen • Abweichungsanalyse • Einleitung Maßnahmen 	Systeme zur Erhebung/Ermittlung und Gegenüberstellung von Soll- und Ist-Größen. Systeme zur Berechnung und Anzeige von Soll-/Ist-Abweichungen. Systeme zur Unterstützung von Abweichungsanalysen.	Data Support

Abb. 7.4 Beispiele für IuK-Technologien zur Managementunterstützung

- Unterstützung der Problemstrukturierung und -lösung mit Hilfe von computergestützten Berechnungen, Optimierungen, Analysen und Simulationen.
- Laufende Überwachung relevanter Größen von internen und externen Prozessen und Anzeige von Soll-/Ist-Abweichungen.

Welche Technologien in den einzelnen Phasen des Managementprozesses zur Unterstützung der Führungskräfte eingesetzt werden können, beschreibt die Abb. 7.4 in exemplarischer Weise. Die meisten der angegebenen Technologien dienen dem **Data Support**, also der Versorgung der Führungskräfte mit relevanten Informationen. Speziell in der Phase der Planung bietet sich der Einsatz von Systemen an, die dem **Decision Support**

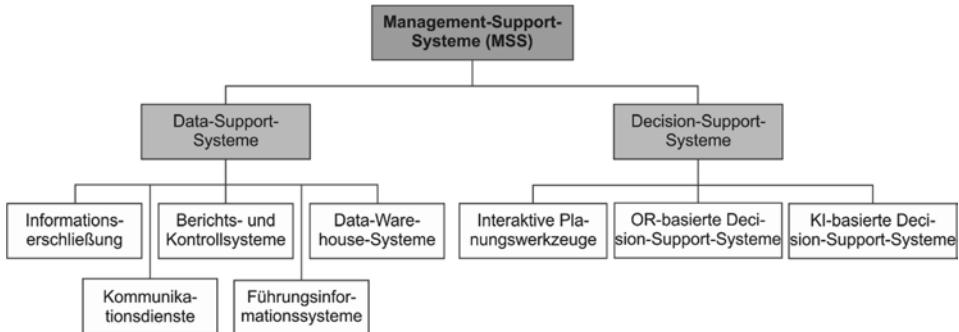


Abb. 7.5 Arten von Management-Support-Systemen

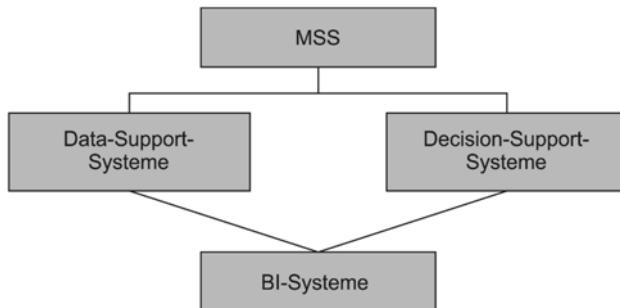


Abb. 7.6 Management-Support-Systeme und Business-Intelligence-Ansätze

dienen, also der Unterstützung von Managemententscheidungen. Unter Berücksichtigung der grundlegenden Unterstützungsarten des Data und des Decision Support können die MSS etwa in die in Abb. 7.5 gezeigten Kategorien eingeteilt werden.

Als eine spezielle Art von Managementunterstützung haben sich seit den 1990er-Jahren Business-Intelligence-Ansätze (BI-Ansätze) bewährt. Sie stellen ein Konzept dar, das sowohl den Data-Support (z. B. in Form von Data-Warehouse-Systemen) als auch den Decision Support (z. B. in Form von Data-Mining-Verfahren) unterstützt (vgl. Abb. 7.6).

In den beiden folgenden Abschn. 7.2 und 7.3 werden die verschiedenen Arten von Data-Support-Systemen und Decision-Support-Systemen nun genauer betrachtet, während sich der anschließende Abschn. 7.4 mit BI-Ansätzen befasst.

7.2 Data-Support-Systeme

Von den in Abb. 7.5 unterschiedenen Arten von Data-Support-Systemen sind Berichts- und Kontrollsysteme und Führungsinformationssysteme speziell auf die Unterstützung des Managements ausgerichtet. Systeme zur Informationserschließung und Kommunikationsdienste haben dagegen einen allgemeinen Zuschnitt. Sie können dem Management

wertvolle (Informations-)Dienste leisten, sind allerdings auch für viele der übrigen Mitarbeiter von Interesse. So z. B. für ausführend tätige Mitarbeiter im Bürobereich.

Im vorliegenden Abschnitt wird nicht weiter auf Kommunikationsdienste eingegangen, da diese im folgenden Teil C näher behandelt werden. Nachfolgend werden vielmehr Informationserschließung (vgl. Abschn. 7.2.1), Berichts- und Kontrollsysteme (vgl. Abschn. 7.2.2) und Führungsinformationssysteme (vgl. Abschn. 7.2.3) behandelt.

7.2.1 Informationserschließung

Recht vielfältig sind die **Informationsquellen**, die für eine managementorientierte Informationserschließung in Frage kommen. Hierzu zählen:

- **(Operative) Datenbanken**, d. h. unternehmensinterne Datenbanken die in Verbindung mit dem Einsatz operativer Anwendungssysteme, aber auch für sonstige Zwecke (z. B. Planungszwecke) betrieben werden.
- **Dokumentenbestände**, d. h. in elektronischen Ordnern abgelegte und mit Werkzeugen des Dokumenten-Management verwaltete kaufmännische und technische Geschäfts-informationen bzw. Dokumente.
- **Volltext-Datenbanken**, d. h. intern oder extern betriebene Datenbanken, in denen Primärinformationen wie z. B. Agenturmeldungen, Zeitungsartikel und Gerichtsurteile abgelegt sind.
- **Referenz-Datenbanken**, d. h. intern oder extern betriebene Datenbanken, die Sekundärinformationen bzw. Referenzen über wissenschaftlich-technische Quellen wie z. B. Bücher, Zeitschriftenaufsätze und wissenschaftliche Berichte oder über Objekte wie z. B. Unternehmen, Produkte und Institutionen enthalten.
- **Data Warehouses**, d. h. nach speziellen Gesichtspunkten organisierte Bestände an internen und externen Daten, die eine (flexible) Auswertung für Managementzwecke mit Auswertungswerkzeugen wie Online Analytical Processing (OLAP) und Data Mining gestatten (vgl. Abschn. 7.4).
- **Internet/WWW**, d. h. im World Wide Web in Form von WWW-Seiten verfügbare wissenschaftliche, kommerzielle und sonstige Informationen.
- **Social Media**, d. h. Informationen in den sozialen Medien bzw. im Social Web wie sie über Such- und Social-Media-Dienste zugänglich sind (vgl. Kap. 12).
- **(Informations-)Server**, d. h. von namhaften Internet-Firmen angebotene Server wie Amazon Athena, Amazon Aurora, Google BigQuery und Google Cloud SQL.
- **Datenbank-Server**, d. h. bekannte leistungsfähige Datenbank-Systeme von IT-Firmen wie z. B. IBM DB2, Microsoft MySQL, Oracle EssBase und SAP HANA, die als interne Informationsquellen genutzt werden.

Zusammen mit den erst später verfügbaren externen Informations-Servern und internen Daten-Servern steht Unternehmen ein breites Spektrum von Informationsquellen zur Ver-

Informationsquellen	Informationserschließung
Operative Datenbanken	Abfragesprachen
Dokumentenbestände	Dokumenten-Management-Systeme
Volltext-Datenbanken, Referenz-Datenbanken	Information Retrieval-Systeme
Data Warehouses	OLAP-Werkzeuge Data Mining
Internet/WWW	Suchmaschinen Kataloge bzw. Directories
Social Media	Web 2.0-Funktionen

Abb. 7.7 Systeme und Werkzeuge zur Erschließung heterogener Informationsquellen für das Management

fügung. Es gestattet den Zugriff auf eine Fülle von Daten, die für das operative Geschäft und die strategische Planung von Bedeutung sind.

Ebenso heterogen wie die Informationsquellen sind die für die Informationserschließung verfügbaren Systeme und Werkzeuge. Eine Übersicht gibt Abb. 7.7.

Dokumenten-Management-Systeme (DMS) eignen sich nicht nur zur bloßen Informationserschließung. Von eher noch höherer Bedeutung ist die integrative Wirkung, die sie bei ihrer Nutzung für den Austausch von Geschäftsinformationen entfalten. Sie werden hier daher den integrationsfördernden Querschnittssystemen zugeordnet und in Kap. 8 eingehender behandelt. OLAP-Werkzeuge und Data Mining werden vornehmlich in Verbindung mit dem Data-Warehouse-Konzept eingesetzt. Daher werden sie in den Abschnitt über BI-Systeme (vgl. Abschn. 7.4) eingeordnet und dort behandelt. Nachfolgend werden die restlichen Ansätze zur Informationserschließung dargestellt, im Einzelnen:

- Abfragesprachen für operative Datenbanken (vgl. Abschn. 7.2.1.1),
- Information Retrieval für (externe) Volltext- und Referenzdatenbanken (vgl. Abschn. 7.2.1.2),
- Suchdienste für das Internet/WWW (vgl. Abschn. 7.2.1.3).

7.2.1.1 Abfragesprachen für (operative) Datenbanken

► **Abfragesprachen** versetzen den Benutzer in die Lage, direkt mit Datenbanksystemen zu kommunizieren und Daten aus Datenbanken zu extrahieren. Diese Form der Informationserschließung ist für folgende Arten von Datenbanken verfügbar:

- relationale Datenbanken,
- temporale Datenbanken,
- objektorientierte Datenbanken,

- mehrdimensionale Datenbanken und
- multimediale Datenbanken.

Als Abfragesprache für **relationale Datenbanken**, wie sie z. B. häufig in operativen Anwendungssystemen eingesetzt werden, hat sich die Sprache **SQL (Structured Query Language)** als Sprachstandard etabliert. Aufbau und Handhabung der Sprache werden in Kap. 15 des Teils D behandelt. Mittels SQL lassen sich einfache Abfragen formulieren, aber auch komplexe Auswertungen programmieren.

Temporale Datenbanken stellen eine Erweiterung üblicher relationaler Datenbanken dar, die auf folgender Überlegung beruht. In der operativen, die Geschäftsabwicklung in Unternehmen begleitenden Informationsverarbeitung interessieren vornehmlich aktuelle Daten über Geschäftsvorfälle, so z. B. aktuelle Bestellmengen und Rechnungsbeträge. In konventionellen (relationalen) Datenbanken werden daher Daten im Zeitablauf überschrieben, d. h. durch aktuelle Werte ersetzt oder gelöscht. Bei bestimmten Anwendungen können nun aber neben aktuellen Daten auch frühere Werte von Interesse sein. Beispielsweise bei der Vermietung von Objekten wie Anlagen, Gebäuden und Transportmitteln. In solchen Fällen gestatten temporale Datenmodelle eine Historisierung der sich ändernden Objektzustände. Die Operation „Ändern“ und „Löschen“ führen nun nicht zur Vernichtung alter Daten, sondern zum Anlegen von neuen (Daten-)Versionen. Dies geschieht durch die Zeitstempelung, d. h. das Hinzufügen von Zeitstempeln der Art „Jahr, Monat, Tag, Stunde, Minute, Sekunde“, also z. B. 2004-12-08 10:15:30, zu Datenattributen oder -tupeln. Ein Beispiel für die Zeitstempelung auf TupelEbene zeigt Abb. 7.8. Die Zeitstempel umfassen hier nur die Datumsangabe (Jahr, Monat, Tag), nicht aber die Zeitangabe (Stunde, Minute, Sekunde). Sie verdeutlichen die Vermietungshistorie für ein bestimmtes Fahrzeug im Zeitablauf.

Zur Manipulation temporaler Datenbanken stehen mittlerweile verschiedene temporale Datenbanksprachen zur Verfügung. Ein Beispiel ist die Sprache TSQL2 (Temporal Structured Query Language), die für die Manipulation von temporalen Daten innerhalb einer relationalen Datenbank entwickelt wurde und auf dem Datenmodell BCDM (Bitemporal Conceptual Data Model) beruht (vgl. Snodgrass (1995)). TSQL2 stellt eine aufwärts-kompatible Erweiterung des Sprachstandards SQL-92 dar. Temporale Datenbankabfragen sind relativ komplex strukturiert. Ihre Formulierung setzt tiefer gehende Sprachkenntnisse voraus.

Mietvertrag-Nr.	Fahrzeug-Nr.	Kunden-Nr.	Mietpreis	Zeitstempel
4100	33 80 671	300	160,00	[2020-01-01;2020-08-31]
4100	33 80 671	300	170,00	[2020-09-01;2020-12-31]
4300	33 80 671	400	180,00	[2021-01-01;2021-03-03]

Abb. 7.8 Tupelzeitstempelung bei Mietverträgen

Objektorientierte Datenbanken dienen der Speicherung und Manipulation von Objekten. Objekte bestehen aus zusammengehörigen Daten und Operationen zur Manipulation der Daten. Objektorientierte Datenbanksysteme stellen entweder Erweiterungen relationaler Systeme dar, oder sie beruhen auf voll objektorientierten Konzepten. Für den erstgenannten Systemtyp, die so genannten objektrelationalen Systeme, steht mit OQL (Object Query Language) auch eine interaktiv nutzbare Abfragesprache zur Verfügung. OQL stellt eine Erweiterung der Sprache SQL dar. Was den Einsatz von OQL für Managementzwecke anbelangt, gelten die entsprechenden Ausführungen zu SQL auch hier (vgl. Abschn. 15.4.2).

Für die Manipulation **mehrdimensionaler Datenbanken** stehen z. B. mit den auf dem OLAP-Konzept beruhenden Werkzeugen sehr leistungsfähige und benutzungsfreundliche Instrumente zur Verfügung. Sie eignen sich insbesondere auch für die Formulierung von Abfragen durch Führungskräfte selbst und zeichnen sich durch hohe Flexibilität aus. Da sie auf mehrdimensional modellierten Daten aufsetzen, kann – im Rahmen der gegebenen Dimensionen – auf stark variierende Informationsbedürfnisse reagiert werden. Auf die mehrdimensionale Datenmodellierung wird im Zuge der Behandlung von Data-Warehouse-Systemen näher eingegangen (vgl. Abschn. 7.4.2 und Abschn. 15.4.3).

Im Falle von **multimedialen Datenbanken** liegen Datenbestände vor, die neben codierten Informationen alle Formen von nicht codierten Informationen enthalten können. Zu letzteren zählen z. B. aus Bildpunkten bzw. Pixeln zusammengesetzte Grafiken, animierte Grafiken, gesprochener Text und Begleitmusik (Audio) sowie Videosequenzen. Multimediale Datenbestände sind einerseits im Internet verfügbar, beispielsweise in Form von elektronischen Produktkatalogen, Leistungsangeboten und Unternehmensdarstellungen, wie sie im Rahmen von Internetauftritten und Internetportalen von Unternehmen und Verwaltungen präsentiert werden. Andererseits können multimediale Daten auch in den unternehmensinternen Intranets gespeichert und verwaltet werden. Zu denken ist hier z. B. an dreidimensionale Produkt-, Anlagen- und Gebäudedarstellungen, animierte Simulationsmodelle und Schulungsunterlagen. Im Internet/WWW und in Intranets angebotene multimediale Informationen können durch Führungskräfte selbst erschlossen werden. Wegen des rapiden Wachstums des multimedialen Informationsangebots gewinnt diese Informationsquelle eine immer größere Bedeutung für das Management.

7.2.1.2 Information Retrieval für (externe) Volltext- und Referenzdatenbanken

Ursprünglich wurden **Information-Retrieval-Systeme** im Bibliothekswesen zum Zweck der Verwaltung, des Nachweises und der Recherche von (wissenschaftlicher) Literatur, d. h. Büchern, Zeitschriftenaufsätzen, (wissenschaftlichen) Berichten und Patentschriften, entwickelt. Anfänglich wurden in diesen Systemen nicht die Original- oder Primärdokumente gespeichert, sondern lediglich Sekundärdokumente, d. h. Dokumente im bibliografischen Sinne und nicht etwa mit Dokumenten-Management-Systemen verwaltete Geschäftsdokumente. Verbesserte Technologien zur automatischen Textverarbeitung ermöglichten später die Ausdehnung der Systeme auf Primärdokumente bzw.

Volltextdokumente. Sekundärdokumente enthalten Referenzen auf Primärdokumente. In Datenbanken verwaltene Bestände von Sekundärdokumenten werden daher auch als Referenzdatenbanken bezeichnet.

Ein bibliografisch orientiertes Information-Retrieval-System umfasst zumindest folgende Komponenten:

- Einen in einer Datenbank gespeicherten Bestand von Primärdokumenten (Volltextdatenbank) oder von Sekundärdokumenten (Referenzdatenbank).
- Eine Deskriptorendatei, auch Thesaurus genannt, in der „beschriebene Begriffe“, die Deskriptoren, zur inhaltlichen Charakterisierung von Originaldokumenten abgelegt sind.
- Ein Information-Retrieval-Softwaresystem mit Komponenten zur Verwaltung und Suche von Volltext- und Sekundärdokumenten.

Ein Sekundärdokument beinhaltet eine Dokumentnummer, bibliografische Angaben (Autor(en), Titel, Verlag, Erscheinungsort und -jahr und Standort) sowie die Indexierung, d. h. die Gesamtheit der dem Dokument zugeordneten Deskriptoren. Ein Beispiel für ein Sekundärdokument zeigt Abb. 7.9a). Bei einem Primärdokument kommt zu diesen Angaben der eigentliche Inhalt des Dokuments, d. h. der volle Text, hinzu; bei weniger umfangreichen Primärdokumenten kann die Indexierung fehlen.

Bibliographische Angaben					Indexierung (Deskriptoren)																																														
Dokument-Nr.	Autor(en)	Titel	Verlag	Jahr																																															
273	Abs, Hans	Systemanalyse	Uni-Verlag	1983	Analyse	Beziehung	Element	Hierarchie	...	System																																									
a) Beispiel für ein Sekundärdokument																																																			
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Begriff</th> <th>Synonyma</th> <th colspan="6">Dokument-Nr.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Beziehung</td> <td>Relation</td> <td>115</td> <td>180</td> <td>273</td> <td>490</td> <td>863</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Element</td> <td>-</td> <td>180</td> <td>273</td> <td>588</td> <td>863</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Hierarchie</td> <td>-</td> <td>115</td> <td>273</td> <td>490</td> <td>725</td> <td>743</td> <td>863</td> <td>879</td> <td>918</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>											Begriff	Synonyma	Dokument-Nr.						Beziehung	Relation	115	180	273	490	863					Element	-	180	273	588	863						Hierarchie	-	115	273	490	725	743	863	879	918	
Begriff	Synonyma	Dokument-Nr.																																																	
Beziehung	Relation	115	180	273	490	863																																													
Element	-	180	273	588	863																																														
Hierarchie	-	115	273	490	725	743	863	879	918																																										
b) Auszug aus einem Thesaurus																																																			
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Beziehung UND Element UND Hierarchie</th> </tr> </thead> </table>											Beziehung UND Element UND Hierarchie																																								
Beziehung UND Element UND Hierarchie																																																			
c) Beispiel für eine Suchfrage																																																			

Abb. 7.9 Grundkonzept des Information Retrieval

Ein **Thesaurus** ist ein Wortschatz, der eine geordnete Menge von Deskriptoren sowie Beziehungen zwischen Deskriptoren und Beziehungen zwischen Deskriptoren und weiteren (Fach-)Begriffen, den „Nicht-Deskriptoren“ (z. B. Synonyma), enthält. Erweitert man einen Thesaurus um Verweise auf Fundstellen in Form **invertierter Listen**, so stellt er ein äußerst wirksames Hilfsmittel für die Recherche dar. Wie aus Abb. 7.9b) hervorgeht, sind in einer invertierten Liste hier genau die Nummern der Dokumente verzeichnet, denen der betreffende Deskriptor zugeordnet wurde. Außerdem ist der Thesaurus ein wichtiges Hilfsmittel für die Zuordnung von Deskriptoren zu Dokumenten. Dieser Vorgang wird ebenso wie sein Ergebnis als Indexierung bezeichnet. Sind nur bestimmte, vor der Indexierung festgelegte Fachbegriffe als Deskriptoren zugelassen, so spricht man von gebundener Indexierung. Bei der freien Indexierung dürfen dagegen grundsätzlich alle Fachbegriffe, also auch Synonyma, als Deskriptoren verwendet werden. Die Indexierung kann manuell (intellektuell) oder automatisch mit Hilfe von Textanalyseprogrammen durchgeführt werden.

Zur Ermittlung der Originaldokumente, die für eine Führungskraft im Hinblick auf eine bestimmte Problem- oder Fragestellung als Informationsquellen von Interesse sind, ist eine Suchfrage zu formulieren. Eine Suchfrage besteht z. B. aus einer Menge von Suchbegriffen, die mittels logischer Operatoren miteinander verknüpft sind. Als Suchbegriffe dienen einerseits Deskriptoren, andererseits können meist auch bibliografische Angaben wie z. B. Autor und Jahr als Suchbegriffe dienen. Übliche Verknüpfungsoperatoren sind z. B. die aus der Relationenalgebra bekannten Operatoren UND (\wedge), ODER (\vee) und NICHT (\neg). Ein Beispiel für eine einfache Suchfrage zeigt Abb. 7.9c).

Zur eindeutigen Formulierung von komplexeren, verschachtelten Suchfragen sehen die **Abfragesprachen** des Information Retrieval meist die Klammerbildung vor, wobei Klammern – wie bei der Relationenalgebra – von innen nach außen ausgewertet werden. Im Falle des Beispiels in Abb. 7.9c) ist eine Klammersetzung nicht erforderlich. Die Auswertung dieser Suchfrage umfasst etwa folgende Schritte:

- (1) Zugriff auf die zu den Suchbegriffen gehörigen Thesauruseinträge. Bei dem in Abb. 7.9 betrachteten Beispiel sind dies die in Abb. 7.9b) angegebenen Einträge bzw. invertierten Listen:
 - (2) Auswertung der Verknüpfungslogik der Suchfrage unter Verwendung der im Schritt (1) ermittelten invertierten Listen:
$$(115, 180, 273, 490, 863) \wedge (180, 273, 588, 863) \wedge (115, 273, 490, 725, 743, 863, 918) = (273, 863)$$
Relevant sind also die Dokumente mit den Nummern 273 und 863.
- (3) Zugriff zu den relevanten Sekundärdokumenten der Referenzdatei. Das in Abb. 7.9 angegebene Beispiel zeigt exemplarisch eines der beiden relevanten Sekundärdokumente.
- (4) Zugriff zu einem, mehreren oder sämtlichen relevanten Originaldokumenten, je nach Ermessen des Fragestellers, unter Verwendung der bibliografischen Angaben in den gefundenen Sekundärdokumenten.

Sofern mittels einer Suchfrage zu wenige oder zu viele relevante Sekundärdokumente ermittelt werden, ist die Suchfrage schwächer oder stärker einschränkend zu formulieren.

Völlig analog verläuft die Suche bei Volltextsystemen, falls jedes der Volltextdokumente eine Indexierung umfasst. Allerdings erübrigt sich der vierte Schritt in der oben dargestellten Schrittfolge.

Das skizzierte Grundkonzept des Information Retrieval wird auch in anderen Anwendungsbereichen für die Organisation und die Recherche von Informationen genutzt. Genannt seien:

- Der Bereich der Verwaltung von Geschäftsdokumenten mit Dokumenten-Management-Systemen, deren Funktionalität auch typische Retrievalkonzepte einschließt.
- Der Bereich der Wissensverarbeitung, wo Information Retrieval-Systeme zur Organisation und Erschließung von Wissen eingesetzt werden.
- Der Bereich des Internet/WWW, wo Retrievalkonzepte derart erweitert und modifiziert wurden, dass sie für Recherchen nach weltweit im Netz abgelegten und mittels Hyperlinks vernetzten multimedialen Dokumenten geeignet sind.

Retrievalkonzepte eignen sich auch zur laufenden Herausfilterung der für Führungskräfte relevanten Informationen aus dem Strom der sukzessive in interne Referenzdatenbanken eingegebenen Dokumente. Hierzu ist für eine Führungskraft ein spezifisches Interessenprofil in der Art einer Suchfrage festzulegen. Von den Neuzugängen können dann die bezüglich des Interessenprofils relevanten Dokumente automatisch ermittelt und an die Führungskraft übermittelt werden.

7.2.1.3 Suchdienste für das Internet/WWW

Angesichts der extrem großen Menge von Informationen und Angeboten, die im Internet/WWW verfügbar sind, stellen Suchdienste ein unverzichtbares Mittel für den schnelleren und gezielteren Zugang zu relevanten Informationen dar. Nach der Form der Datenakquisition unterscheidet man zunächst zwei Arten von Suchdiensten (vgl. Teuteberg (1997)):

- Suchdienste mit manueller Datenakquisition unter Verwendung von Katalogen (engl. directories).
- Suchdienste mit automatischer Datenakquisition unter Verwendung von Suchmaschinen (engl. search engines).

Als Erweiterungen stehen darüber hinaus zur Verfügung:

- Parallel-Suchdienste mit Metasuchmaschinen und
- personalisierte Suchdienste.

Hinsichtlich der Organisation der Suche zeichnen sich alle für das Internet/WWW verfügbaren Suchdienste durch folgende Eigenschaft aus: Suchfragen werden grundsätzlich auf eigens für die Suche erstellten Datenbanken ausgeführt und nicht etwa durch unmittelbare Zugriffe auf die WWW-Dokumente oder WWW-Seiten selbst. Die Einträge in diesen Datenbanken stellen spezielle Sekundärdokumente dar, die Verweise (Hyperlinks) auf die Primärdokumente bzw. WWW-Seiten enthalten. Die beiden Grundformen von Suchdiensten, katalogbasierte Suchdienste und Suchmaschinen, unterscheiden sich in Bezug auf die Datenbankorganisation und die Gewinnung der Datenbankinhalte.

Katalogbasierte Suchdienste

Bei **katalogbasierten Suchdiensten** stellen die für die Suche verwendeten Datenbanken hierarchisch nach Themen oder Sachgebieten organisierte Kataloge dar. Solche auch als Suchbäume bezeichneten, hierarchischen Datenstrukturen eignen sich besonders für die Suche nach Stichworten. Die **Stichwortsuche** ist denn auch ein Charakteristikum der katalogbasierten Suchdienste.

Charakteristisch ist zudem der Art der Datenakquisition. Neue Einträge gelangen auf zwei Wegen in die Kataloge:

- Im Zuge der Anmeldung von neuen WWW-Seiten durch HTML-Autoren, d. h. die Verfasser der WWW-Seiten. Einige der Anbieter von Suchdiensten überprüfen vor dem Anlegen von Katalogeinträgen die Relevanz und die korrekte thematische Einordnung der angemeldeten WWW-Seiten.
- Durch die Tätigkeit von Lektoren, die eigens von den Dienst-Anbietern angestellt werden, um interessante WWW-Seiten im Internet aufzuspüren und entsprechende Einträge in die Kataloge vorzunehmen.

Was die inhaltliche Ausgestaltung betrifft, unterscheidet man zwei Arten von Katalogen (vgl. Teuteberg (1997), S. 373):

- Allgemeine Kataloge, die z. B. alphabetisch nach Sachgebieten geordnete Verweise auf alle Arten von WWW-Dokumenten oder WWW-Seiten enthalten.
- Spezielle Kataloge, die Verweise auf thematisch eingegrenzte, einschlägige Informationen wie z. B. Wirtschaftsdaten, Softwareprodukte und Bücherlisten enthalten.

Neben themen- und sachbezogenen Informationen können für Führungskräfte auch Angaben über Unternehmen von Interesse sein, die im Internet auftreten. Viele Kataloge enthalten Verweise auf Unternehmen mit Internet-Präsenz. Beispiele sind die WWW Business Yellow Pages.

Roboterbasierte Suchdienste

Ein **roboterbasierter Suchdienst** besteht aus einem System von Programmen und Daten. Nimmt man noch die benutzerbezogenen Komponenten hinzu, so lässt sich das Gesamt-

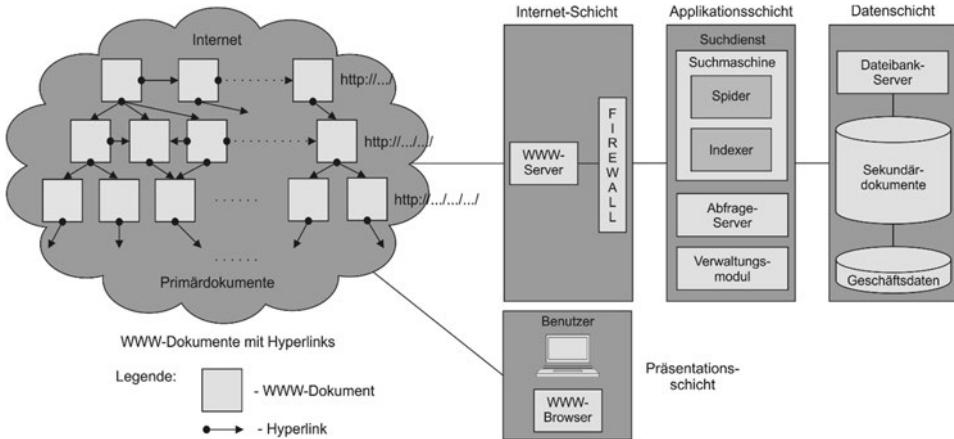


Abb. 7.10 Schematische Darstellung des Aufbaus eines roboterbasierten Suchdienst-Systems

system etwa als 4-Schichten-Architektur gemäß Abb. 7.10 veranschaulichen. Die der Präsentationsschicht zugeordneten Benutzer greifen mittels eines WWW-Browsers auf den Suchdienst zu. Der Suchdienst umfasst die drei restlichen Schichten. In der Internet-Schicht dient ein WWW-Server dem Zugriff auf die Primärdokumente und eine Firewall der Abwehr unbefugter Zugriffe zu Dienste-Interna. Die Applikationsschicht enthält die diversen Programme des Suchdienstes, während in der Datenschicht ein Datenbank-Server die Sekundärdokumente sowie Geschäftsdaten verwaltet. Im Folgenden werden die Programmkomponenten der Applikationsschicht sowie die Benutzung eines Suchdienstes erläutert.

Als **erste** Komponente der Applikationsschicht übernimmt die **Suchmaschine**, auch (Such-)Roboter genannt, zwei Aufgaben:

- Suche nach relevanten Primärdokumenten im Internet mittels eines als Spider oder auch als Wanderer oder Worm bezeichneten Suchprogramms.
- Inhaltsanalyse von Primärdokumenten und Generierung von Sekundärdokumenten für interessierende Primärdokumente mittels eines als Indexer bezeichneten Indexierungsprogramms.

Kernbestandteil eines Spiders ist ein Algorithmus für das systematische Durchlaufen bzw. Traversieren des als gerichteter Graph aufzufassenden Internets. Die Knoten des Graphen bestehen aus den im Netz abgelegten WWW-Seiten und die Kanten aus den Hypertextverweisen (Hyperlinks) zwischen den WWW-Seiten. Jedes WWW-Dokument ist genau einer Ebene des ebenenweise darstellbaren Graphen zugeordnet. Auf die Dokumente der ersten Ebene verweisen Hypertextverweise bzw. URLs der Form

<http://.../> (z. B. <http://www.firmaxy.com/dok1>),

d. h., es handelt sich um die Einstiegsseiten, die Homepages, der jeweiligen Institutionen. Die auf Dokumente der zweiten, dritten usw. Ebene verweisenden URLs weisen ein, zwei usw. Einträge im URL-Dateipfad auf. Sie besitzen also die Form

<http://.../.../> (z. B. <http://www.firmaxy.com/vertrieb/dok2>),

<http://.../.../.../> (z. B. <http://www.firmaxy.com/vertrieb/produkte/dok3>)

usw. Hierbei bezeichnen dok1, dok2, dok3 usw. die in den entsprechenden Knoten abgelegten Dokumente.

Als **Traversierungsalgorithmen** werden in der Regel die (unvollständige) Breitens- oder Tiefensuche eingesetzt:

- Ausgehend von einem bestimmten WWW-Dokument als Startpunkt werden bei der **Breitensuche** alle Dokumente aufgesucht, die auf der gegebenen Ebene über einen Hypertextverweis erreichbar sind. Bei jedem der so aufgesuchten Dokumente wird in gleicher Weise verfahren. Endet die Suche auf der aktuellen Ebene bei einem Dokument, das keinen Hypertextverweis auf ein weiteres Dokument der aktuellen Ebene enthält, so kann sie auf der nächsttieferen Ebene fortgesetzt werden. Hierzu erfolgt z. B. ein Rücksprung zum Startpunkt und der Einstieg in die nächsttieferen Ebene über einen entsprechenden Hypertextverweis. Die Suche terminiert, falls z. B. ein hinreichend großer Teilgraph abgesucht wurde.
- Ausgehend vom Startpunkt folgt die **Tiefensuche** zunächst den auf tiefer gelegene Ebenen verweisenden Hypertextverweisen. Führt die Suche zu Dokumenten ohne entsprechende Verweise, so erfolgen Rücksprünge auf höhere Ebenen und die Fortsetzung der Suche. Auf diese Weise wird die Suche sukzessive durchgeführt bis z. B. ein hinreichend großer Teilgraph abgesucht wurde.

Bei jedem aufgesuchten WWW-Dokument nimmt der Indexer eine **Inhaltsanalyse** vor. Aus dem ganzen Dokument (Volltext-Indexierung) oder aus bestimmten Teilen wie z. B. Titel, Kopfinformationen und Verweisen entnimmt er inhaltsbezogene Begriffe und fügt sie in ein generiertes Sekundärdokument ein, das in einem entsprechenden Datenbankbereich abgelegt wird.

Die zweite Komponente der Applikationsschicht, der Abfrage-Server, bedient die Suchfragen der Benutzer. Suchfragen werden auf dem Bestand der Sekundärdokumente, also einer Referenzdatenbank, gemäß den Konzepten des Information Retrieval ausgeführt. Allerdings werden hierbei neben logischen Operatoren vor allem auch Sprachelemente eingesetzt, welche z. B. die Schreibweise, die Anordnung und das Vorhandensein von Begriffen betreffen. Einige Sprachelemente der Abfragesprache des Suchdienstes Alta Vista sind beispielhaft in Abb. 7.11 angegeben.

Bei der Abwicklung und Abrechnung der von einem Anbieter erbrachten Suchdienstleistungen sind verschiedene geschäftliche Informationen zu verarbeiten. Hierzu dient die dritte Komponente der Applikationsschicht, in Abb. 7.10 bezeichnet als Verwaltungsmodul.

Sprachelement	Beispiel	Erläuterung
..." Anführungszeichen	"search method"	Begriffe zwischen Anführungszeichen müssen in gegebener Reihenfolge nebeneinander stehen.
[...] Eckige Klammern	[search method]	Begriffe in eckigen Klammern müssen, bei beliebiger Reihenfolge, in einem bestimmten Textteil auftreten.
+... oder -... (vorangestelltes Plus- oder Minuszeichen)	+search -computer	Mit „+“ gekennzeichnete Begriffe müssen, mit „-“ gekennzeichnete dürfen dagegen nicht im Dokument auftreten.
... * ... (Stern-Notation)	method*	Ein „*“ steht für ein oder mehrere beliebige Zeichen; hier wären z. B. methods, methodical, methodology zulässige Begriffe

Abb. 7.11 Einige Notationselemente der Abfragesprache des Suchdienstes Alta Vista

Weitere Suchdienste

Parallel-Suchdienste setzen mehrere, gleichzeitig im Internet operierende Suchmaschinen ein. Solche Kombinationen von Suchmaschinen werden auch als **Metasuchmaschinen** bezeichnet. Metasuchmaschinen können auch durch die Delegation von Suchaufträgen an andere Suchdienste gebildet werden. Beispiele für so organisierte Parallel-Suchdienste sind MetaCrawler und MetaGer.

Personalisierte Suchdienste berücksichtigen persönliche Interessen der Benutzer. Diese können z. B. als individuelle Interessenprofile vorgegeben werden, welche in Form einer Liste von Themen(gebieten) die persönlichen Präferenzen ausdrücken. Auf der Grundlage solcher Profile, die im Zuge der Registrierung bei einem Dienstleister festzulegen sind, können z. B. individuell zugeschnittene Nachrichten, Wirtschaftsdaten (z. B. Aktienkurse) und Wetterberichte von Anbietern bezogen werden.

Aus der Sicht des Managements ist das Internet/WWW eine wichtige Informationsquelle, die sich durch die Möglichkeit des schnellen Zugriffs zu einer großen Vielfalt von – auch ökonomisch relevanten – Informationen auszeichnet. Nicht unproblematisch ist allerdings die Informationsfilterung, d. h. die Selektion relevanter Informationen aus der gebotenen Informationsfülle. Meist gehen bereitgestellte Informationen auch nicht hinreichend in die Tiefe, sodass auch andere Informationsquellen genutzt werden müssen. So eignet sich z. B. das Internet/WWW sehr gut, um sich einen Marktüberblick über Standardsoftware einer bestimmten Branche zu verschaffen. Für die Gewinnung detaillierter Produktinformationen bleiben direkte Kontakte zu Herstellern und Messebesuche unverzichtbar.

7.2.2 Berichts- und Kontrollsysteme

- Als Vorläufer heutiger Berichts- und Kontrollsysteme können die erstmals in den 1960er-Jahren konzipierten **Management-Informations-Systeme (MIS)** gelten (vgl.

Gluchowski et al. (2008)). Nachdem die operativen Anwendungssysteme damals – im Rahmen der gegebenen technologischen Möglichkeiten – eine gewisse Reife erlangt hatten, rückte mit der MIS-Idee das Ziel der Bereitstellung von Führungsinformationen für Planungs- und Kontrollzwecke aus dem großen Bestand gespeicherter betrieblicher Daten in den Vordergrund.

Lag bei der MIS-Systemkonzeption von Ackoff (1962) mit den Elementen User, Data Bank und Data Processor das Gewicht noch auf der Informationsbereitstellung, so weist das z. B. von Dvoratschek (1971) ausgewiesene zusätzliche Systemelement der Modellbank unmittelbar in die Richtung des „Decision Support“. Die Vorstellung von einem MIS als „Totalsystem“, das es einerseits durch Informationsbereitstellung und andererseits durch den Einsatz von Planungs- und Entscheidungsmodellen gestattet, ein Unternehmen in seinen wesentlichsten Teilen zu planen, steuern und kontrollieren, wurde auch damals schon bald als nicht realisierbar erachtet. Beispielsweise versteht bereits Wacker ((1971), S. 208) das Totalsystem lediglich als Maximalkriterium, das als integrationsfördernde Orientierungslinei bei der Konzeption und Realisierung von MIS zu beachten ist.

In der Folgezeit führte das Scheitern der ursprünglichen MIS-Idee zur Konzipierung von partiellen Informationssystemen, die z. B. als Vertriebsinformationssysteme, Personalinformationssysteme, Projektinformationssysteme (vgl. z. B. Gehrung (1975)) auf spezielle betriebliche Aufgabenbereiche zugeschnitten waren. Hinzu kam eine Differenzierung nach Systemen, die zum einen in die Linie des „Data Support“ und zum anderen in die Linie des „Decision Support“ einzuordnen sind. Herausgebildet hat sich so schließlich die bereits in Abb. 7.5 vorgestellte Landschaft der Management-Support-Systeme.

Zwischen den früher diskutierten MIS und den Berichts- und Kontrollsystmen besteht insofern eine enge Beziehung, als letztere einen Systemtyp darstellen, der den MIS-eigenen Gedanken der Informationsbereitstellung für das Management frühzeitig und auf breiter Front erfolgreich umgesetzt hat. In der Tat wurden bereits in den 1960er-Jahren Berichtssysteme realisiert und zu den Berichts- und Kontrollsystmen heutiger Prägung ausgebaut. Von daher erscheint es verständlich, dass z. B. Gluchowski et al. (2008) MIS und Berichts- und Kontrollsystmen begrifflich etwa gleichsetzen.

Im Folgenden werden Begriff und Merkmale (vgl. Abschn. 7.2.2.1), Aufbau (vgl. Abschn. 7.2.2.2), Funktionalität (vgl. Abschn. 7.2.2.3) und Erweiterungen (vgl. Abschn. 7.2.2.4) von Berichts- und Kontrollsystmen behandelt.

7.2.2.1 Begriff und Merkmale von Berichts- und Kontrollsystmen

► **Berichts- und Kontrollsystme** setzen auf den Administrations- und Dispositionssystemen der operativen Ebene der betrieblichen Informationsverarbeitung auf. Sie übernehmen Informationen aus diesen Basissystemen und bereiten die Informationen auf. Die aufbereiteten Informationen sollen den Erfolg der geschäftlichen Aktivitäten in den verschiedenen Unternehmensbereichen verdeutlichen und Hinweise auf unerwünschte Entwicklungen geben.

Abhängig von Umfang, Art und Aggregationsgrad der zunächst nur in Berichtsform aufbereiteten Daten waren Führungskräfte aller Ebenen die Adressaten der erstellten Berichte. Die anfängliche periodische Generierung von Standardberichten wurde später durch flexiblere Formen des Reporting ergänzt.

Eine Vielzahl von Beispielen für Berichts- und Kontrollsysteme praktisch aller betrieblicher Funktionsbereiche findet sich in Mertens und Meier (2009). Als Beispiele seien genannt:

- System zur wöchentlichen, monatlichen, quartalsweisen und jährlichen Erstellung von Umsatzstatistiken eines Lebensmittelkonzerns, das die jeweils erzielten Erlöse differenziert nach Marken, Artikelgruppen und Artikeln (Artikelstatistiken) sowie nach Staaten, Ländern und Absatzbezirken (Gebietsstatistiken) ausweist und entsprechenden Plandaten gegenüberstellt.
- System zur regelmäßigen Bereitstellung von Informationen über die Kapazitätsauslastung von Betriebsmitteln untergliedert nach verschiedenen Zeitperioden (z. B. Wochen und Monate) der Vergangenheit sowie nach verschiedenen Standorten eines Industrieunternehmens.
- System zur periodischen Ermittlung von Bereichsergebnissen eines in mehrere Geschäftsbereiche gegliederten Unternehmens, wobei die Bereichsergebnisrechnung z. B. mit einem Umsatzkostenverfahren durchgeführt wird, das bereichsbezogene Ergebnisgrößen als Differenzen zwischen Umsatz- und Kostengrößen ermittelt und gegliedert nach Produktgruppen, Produkten, Ländern und Regionen ausweist.

Bei dem dritten Beispiel handelt es sich bereits um ein weiterentwickeltes System, in dem über die einfache Datenverdichtung hinaus ein spezielles Berechnungsverfahren eingesetzt wird.

Charakteristische Merkmale von Berichts- und Kontrollsystemen sind:

- Die periodische und später auch nicht-periodische Bereitstellung von aufbereiteten, aus den mengen- und wertorientierten operativen Systemen entnommenen Daten für Kontrollzwecke.
- Die Verwendung von einfachen Techniken und Verfahren zur Datenaufbereitung und Berichtsgestaltung.
- Die Gegenüberstellung von vergangenheitsbezogenen Istdaten und Plandaten, welche angestrebte Leistungsziele repräsentieren.
- Bei weiterentwickelten Systemen die Verfügbarkeit von Abfragesprachen zur flexiblen Berichtsgenerierung und zur gezielten Selektion von Informationen mittels Direktabfragen.

7.2.2.2 Aufbau von Berichts- und Kontrollsystemen

Abb. 7.12 veranschaulicht den grundsätzlichen Aufbau von Berichts- und Kontrollsystemen. Wesentliche Systemelemente sind die Datenbasis der operativen Anwendungs-

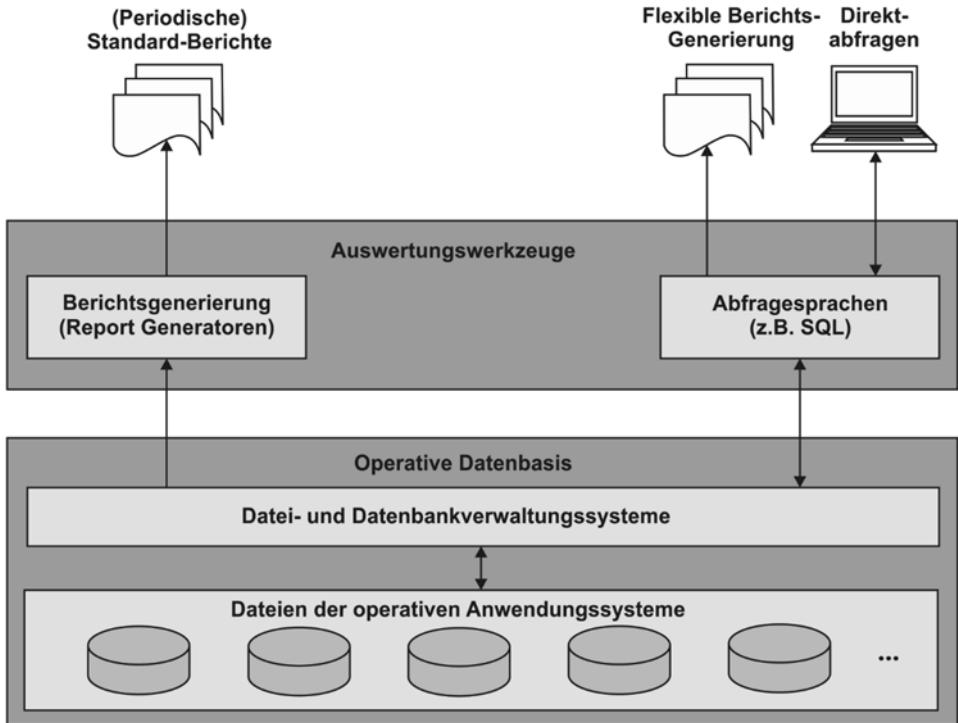


Abb. 7.12 Aufbau von Berichts- und Kontrollsystemen

systeme einschließlich der dazugehörigen Datei- und Datenbankverwaltungssysteme, die Auswertungswerkzeuge und, falls Direktabfragen vorgesehen sind, ein entsprechend konfigurierter Computer-Arbeitsplatz.

Zur Auswertung der in den Dateien der operativen Anwendungssysteme abgelegten Daten stehen zwei Arten von Auswertungswerkzeugen zur Verfügung:

- Berichts- oder Reportgeneratoren und
- Abfragesprachen.

Berichts- oder **Reportgeneratoren** dienen der Erzeugung (periodischer), standardisierter (Papier-)Berichte für das Management. Die zu diesem Zweck aufzubereitenden Daten werden mit Hilfe von Datei- oder Datenbankverwaltungssystemen aus den Dateien der operativen Anwendungssysteme entnommen und an die Reportgeneratoren übergeben. Mit Reportgeneratoren werden Berichte häufig zentral erstellt.

Abfragesprachen wie z. B. SQL gestatten eine flexible, dezentrale Informationsbereitstellung. Einerseits können mit Abfragesprachen recht komplexe Auswertungsprogramme abgefasst und mit deren Hilfe Managementberichte zu frei wählbaren Zeitpunkten beispielsweise auf Abteilungsebene erzeugt werden. Andererseits können Abfragesprachen

von Führungskräften am Computerarbeitsplatz selbst genutzt werden, um einfachere Abfragen zur Deckung spontan auftretender Informationsbedürfnisse zu befriedigen.

Hingewiesen sei noch darauf, dass auf dem Softwaremarkt angebotene Standard-Anwendungssysteme für die operative Informationsverarbeitung meist Werkzeuge zur Generierung von Berichten und Statistiken umfassen.

7.2.2.3 Funktionalität von Berichts- und Kontrollsystmen

Zur Aufbereitung der in (Standard-)Berichte einbezogenen Informationen verwendet man vor allem folgende Techniken und Verfahren:

- Selektion von Informationen,
- Informationsverdichtung in Hierarchiestufen,
- Informationsdarstellung in Diagrammen, Tabellen und Kennlinien,
- Berechnung von Kennzahlen und
- Vergleiche von Plan- und Istdaten.

Mit Hilfe von Selektionstechniken können auf einzelne Objekte oder Vorgänge bezogene Standardberichte, wie z. B. Übersichten über nicht bezahlte Kundenrechnungen gegliedert nach Kunden, erzeugt werden.

Mittels der Informationsverdichtung in Hierarchiestufen lassen sich Berichte mit Informationen unterschiedlicher Aggregationsgrade durch Kumulation von Einzeldaten erstellen. So beispielsweise nach Artikeln, Artikelgruppen und Artikelhauptgruppen gestufte Umsatzstatistiken (vgl. Abb. 7.13). In analoger Form können kunden-, gebiets- und zeitbezogene Statistiken generiert werden. Als Kriterien für hierarchisch gestufte Verdichtungen kommen insbesondere in Frage:

- Zeit mit der Abstufung nach z. B. Jahr, Quartal, Monat, Woche und Tag,
- Region mit der Abstufung nach z. B. Erdteil, Staat, Land, Bezirk und Ort,
- Produkt mit der Abstufung nach z. B. Hauptgruppe, Gruppe, Untergruppe und Produkt,
- Organisationseinheit mit der Abstufung z. B. nach Konzern, Firma, Hauptabteilung, Abteilung und Gruppe und
- Kostenstelle mit Abstufung gemäß der hierarchischen Kostenstellengliederung.

Im Falle einer tabellarischen Informationsdarstellung wird sich häufig eine stufenweise Verdichtung anbieten, die sich an den Hierarchiestufen der verwendeten Schlüssel- oder Nummernsysteme orientiert. Eine beispielhafte artikelbezogene Berichtsgliederung zeigt Abb. 7.13. Verdichtete Informationen können auch in Form von Balken-, Säulen-, Kreisdiagrammen sowie Histo- und Piktogrammen präsentiert werden. Durch das Hinzufügen von Zahlentabellen oder das Unterlegen von Bildern lässt sich die Aussagekraft von Diagrammen erhöhen. Kennlinien werden von Benutzern meist besonders rasch erfasst und interpretiert. Sie beschreiben z. B. die zeitliche Entwicklung von Umsatzgrößen und Marktanteilen.

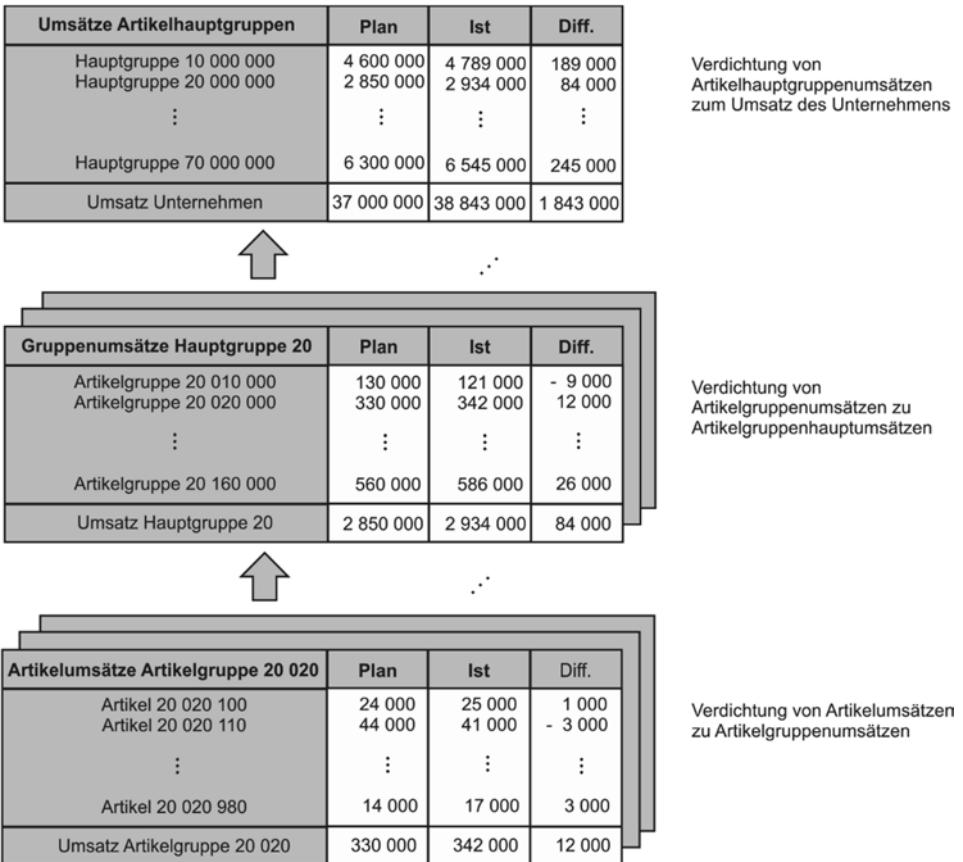


Abb. 7.13 Tabellarische Informationsdarstellung mit stufenweiser Verdichtung und Gegenüberstellung von Plan- und Istdaten

Die in Abb. 7.13 angewandte Kumulation von Daten stellt einen speziellen Fall der Berechnung von Kennzahlen dar. Generell betrachtet sind Kennzahlen quantitative Größen, die der Erfassung bestimmter Sachverhalte oder Entwicklungen in konzentrierter Form dienen. Kennzahlen lassen sich untergliedern nach:

- zeitlichen Aspekten (Zeitraumgrößen, Zeitpunktgrößen),
- inhaltlichen Aspekten (Mengengrößen, Wertgrößen),
- planerischen Aspekten (Plangrößen, Istgrößen),
- methodischen Aspekten (Absolutzahlen, Verhältniszahlen).

Einer näheren Betrachtung bedürfen Absolut- und Verhältniszahlen:

- Absolutzahlen drücken die mit ihnen abgebildeten Sachverhalte unmittelbar aus und stehen zunächst für sich. Darüber hinaus werden sie für die Bildung von Verhältniszahlen benötigt. Wesentliche Arten von absoluten Zahlen sind Einzelzahlen, Summen, Differenzen und Mittelwerte.
- Verhältniszahlen setzen zwei absolute Zahlen durch Quotientenbildung zueinander in Beziehung, wobei der Zähler die zu messende Größe ist und der Nenner als Maßstab dient. Verhältniszahlen werden in Prozent oder Promille ausgedrückt. Sie lassen sich unterteilen in Gliederungs-, Beziehungs- und Indexzahlen.

In Abb. 7.14 werden die verschiedenen Arten von Kennzahlen auch anhand von Beispielen erläutert.

Von betriebswirtschaftlicher Bedeutung sind darüber hinaus **Kennzahlensysteme**, die z. B. als komplexere mathematische Ausdrücke mehrere Kennzahlen rechnerisch verknüpfen. Ein bekanntes Beispiel ist die Berechnung des **Return on Investment (ROI)** nach dem DuPont-Schema. Es dient der Berechnung einer auf ein ganzes Unternehmen bezogenen Rentabilitätskennzahl, hinter der sich eine ganze Hierarchie von nachgelagerten Kennzahlen verbirgt (vgl. Abb. 7.15).

Vergleiche von Plan- und Istdaten sind ein wirksames Kontrollinstrument. Beispielsweise können in der in Abb. 7.13 gezeigten Form geplante und tatsächliche Umsätze in

Kennzahlen		Erläuterungen	Beispiele
Absolute Zahlen	Einzelzahlen	Beschreibung eines zahlenmäßig erfassbaren Sachverhalts.	Anzahl der Beschäftigten eines Unternehmens.
	Summen	Kumulation von gleichartigen quantitativen Sachverhalten.	Gesamtumsatz eines Jahres gebildet über alle Artikel, Kunden, Gebiete.
	Differenzen	Vergleich von gleichartigen quantitativen Sachverhalten.	Differenzen zwischen Plan- und Istumsätzen nach Artikeln, Kunden usw.
	Mittelwerte	Durchschnittsbildung über mehrere gleichartige quantitative Sachverhalte.	Mittlere Monatsumsätze in einem Jahr über bestimmte Artikel, Kunden, Gebiete.
Verhältniszahlen	Gliederungs-zahlen	Bildung von Anteilen von einem Ganzen in Prozent oder Promille.	Umsatz des Monats Mai in Prozent des Jahresumsatzes.
	Beziehungs-zahlen	Bildung des Verhältnisses zweier inhaltlich miteinander in Beziehung stehender Zahlen in Prozent.	Soziale Abgaben, betriebliche Steuern, Löhne usw. in Prozent der gesamten Aufwendungen.
	Indexzahlen	Darstellung der prozentualen Veränderung einer Größe im Verhältnis zu einer Basisgröße (mit dem Basiswert 100) im Zeitablauf.	Umsatz des Jahres 2021 in Prozent des Jahres 2020 (Basisgröße).

Abb. 7.14 Kennzahlen im Berichtswesen

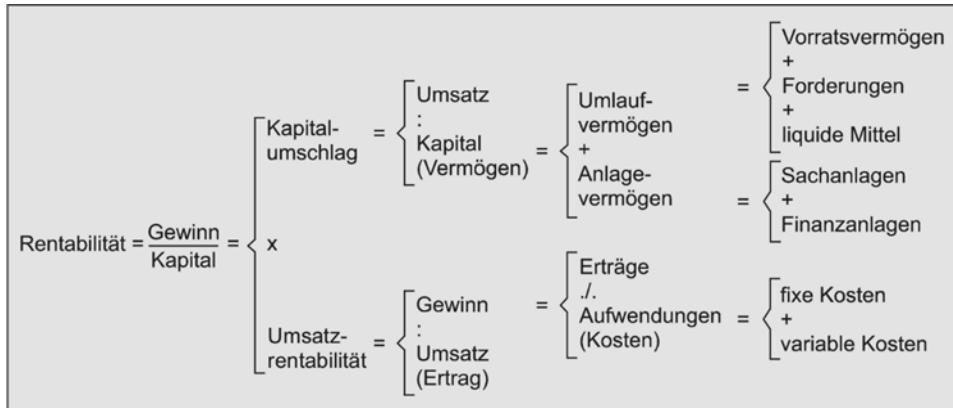


Abb. 7.15 Beispiel für ein Kennzahlensystem (DuPont-Schema nach Bottler et al. (1972), S. 23)

Berichts- und Kontrollsysteme	Erläuterung
Reine Berichtssysteme	Die Berichte werden periodisch oder auf Anforderung durch die Führungskräfte erzeugt.
Berichtssysteme mit Ausnahmemeldungen	In den Berichten werden Abweichungen von Plandaten, die einen gegebenen Schwellenwert über- oder unterschreiten, besonders gekennzeichnet.
Ausnahme-Berichtssysteme	Die Berichte werden nicht periodisch erzeugt, sondern nur beim Auftreten von nicht tolerierbaren Abweichungen zwischen Plan- und Istdaten.

Abb. 7.16 Einige Arten von Berichts- und Kontrollsystemen

einer bestimmten Periode gegliedert nach Artikel, Artikelgruppen und -hauptgruppen einschließlich der eingetretenen Abweichungen ausgewiesen werden. Aufgetretene Abweichungen können bewertet und analysiert werden und gegebenenfalls Anlass für korrigierende Maßnahmen des Managements sein. Analog lassen sich kunden-, gebiets- und zeitbezogene Plan-/Istvergleiche durchführen.

Häufig werden derartige Vergleiche in Verbindung mit dem Konzept des **Management by Exception** vorgenommen. Dieses Führungskonzept sieht ein Eingreifen von Führungskräften dann vor, wenn z. B. eine über die Zeit betrachtete Kennzahl zu einem bestimmten Zeitpunkt einen vorgegebenen Schwellenwert über- oder unterschreitet. In Abhängigkeit davon, ob Abweichungen gemeldet werden und das Management informiert wird, unterscheiden Mertens und Griese ((1993), S. 1 ff.) zwischen folgenden Arten von Berichtssystemen: reine Berichtssysteme, Berichtssysteme mit Ausnahmemeldungen und Ausnahme-Berichtssysteme. Kurze Beschreibungen dieser Varianten sind in Abb. 7.16 zusammengestellt.

7.2.2.4 Erweiterungen von Berichts- und Kontrollsystmen

Zieht man die ursprünglichen, auf periodische Standardberichte begrenzten Berichts- und Kontrollsystmen als Ausgangsbasis heran, so stellen flexible Berichtsgenerierung und Direktabfragen (vgl. Abb. 7.12) sowie die Berücksichtigung von Ausnahmesituationen (vgl. Abb. 7.16) bereits wesentliche Erweiterungen dar. Darüber hinaus haben Erweiterungen in mehreren Richtungen stattgefunden:

- Erweiterung der Datenbasis um externe Informationen,
- Einbeziehung unternehmensspezifischer Berechnungen für Controllingzwecke,
- Einbeziehung von Instrumenten der strategischen Planung und Kontrolle,

Mit der Einbeziehung externer Informationen kann die Informationsbasis für Managemententscheidungen wesentlich erweitert werden. Neben dem Zugang zu Online-Datenbanken kommerzieller Anbieter bietet sich auch die Nutzung von Internet-Diensten als Informationsquellen an. Unternehmensexterne Daten können sowohl für den Marketing- und Vertriebsbereich, als auch für den Controlling- und Finanzsektor von hoher Bedeutung sein (vgl. Gluchowski et al. (2008), S. 61 f.). Man denke in diesem Zusammenhang etwa an die Einschätzung der (Wettbewerbs-)Position des eigenen Unternehmens im Vergleich zur Konkurrenz.

Unternehmensspezifische Berechnungen für Controllingzwecke gehen wesentlich über Plan-/Istvergleiche auf der Grundlage von Absolut- oder Verhältniszahlen hinaus. Sie können z. B. dem Ansatz der Deckungsbeitragsrechnung folgen und eine monatliche Ex-post-Kontrolle nach dem Grundschema Plan-/Vorjahres-/Istdaten anstreben. Derartige kurzfristige Erfolgsrechnungen eignen sich z. B. für das Waren-, Lieferanten- und Finanzcontrolling. Das dritte der in Abschn. 7.2.2.1 angegebenen Beispiele für Berichts- und Kontrollsystmen schließt mit dem dort genannten Umsatzkostenverfahren ebenfalls eine spezifische Berechnung für Controllingzwecke ein.

Die Einbeziehung von Instrumenten der strategischen Planung und Kontrolle führt zu einer eigenständigen Art von MSS, den Führungsinformationssystemen (vgl. Abschn. 7.2.3).

7.2.3 Führungsinformationssysteme

► In den USA kam in den 1980er-Jahren die Idee des **Executive Information System (EIS)** auf. Sie verbreitete sich auch in Deutschland unter Begriffen wie Führungsinformationssystem (FIS), Chefinformationssystem und Vorstandsinformationssystem (vgl. Möllmann (1992), S. 366). Dieser Systemtyp ist speziell auf die Unterstützung des Top Managements, zum mindest aber der oberen Managementebenen, mit Mitteln des Data Support ausgerichtet.

Im Folgenden werden Begriff und Merkmale (vgl. Abschn. 7.2.3.1), Aufbau und Funktionalität von **Führungsinformationssystemen (FIS)** (vgl. Abschn. 7.2.3.2) sowie ihr Einsatz für strategische Zwecke (vgl. Abschn. 7.2.3.3) behandelt.

7.2.3.1 Begriff und Merkmale von Führungsinformationssystemen

Nach Reichmann et al. ((1993), S. 477) dient ein Führungsinformationssystem (FIS) der Bereitstellung zeitgerechter sowie ziel- und entscheidungsbezogener Informationen für die strategische Unternehmenssteuerung. Das Einsatzgebiet der FIS liegt einerseits in den frühen Phasen des Entscheidungsprozesses. Hier benötigt das Top Management vielfältige Informationen, um frühzeitig unternehmensbezogene Entwicklungstendenzen zu erkennen und entsprechende Analysen zu veranlassen (vgl. Jahnke (1993), S. 31). Andererseits soll ein FIS auch die Kontrolle der Wirksamkeit von angeordneten Maßnahmen ermöglichen. Der Unterstützung der Vorgabe von Geschäftszielen und der Beurteilung der Zielerreichung mit geeigneten FIS-Komponenten kommt daher eine besondere Bedeutung zu.

FIS bzw. EIS (Executive Information System) sind durch Besonderheiten im Bereich des Top Managements geprägt. Dazu zählen vor allem:

- die erhöhte Notwendigkeit der Informationsfilterung aufgrund der Überflutung mit internen und externen Informationen,
- der Bedarf an methodischer und instrumenteller Unterstützung der strategischen Planungs- und Kontrollaktivitäten,
- der Bedarf an methodischer und instrumenteller Unterstützung bei der Vornahme geschäftsbezogener Analysen und Prognosen und
- der im oberen Führungsbereich stärker ausgeprägte Bedarf an „weichen“ Informationen neben „harten“ Facts.

Zur Informationsüberflutung trägt neben den vielfältigen Umweltbeziehungen und externen Informationsquellen speziell auch die enge Verbindung von FIS mit dem externen Rechnungswesen und der Kosten- und Leistungsrechnung bei. Die Menge der aus diesen Bereichen gelieferten Daten kann auf der Ebene des Top Managements nicht adäquat ausgewertet werden (vgl. Scheer (1995), S. 674). Häufig überdeckt die Informationsfülle entscheidungsrelevante Steuerungsinformationen (vgl. Evers und Oecking (1993)). Um die Gefahr des „Ertrinkens in Informationen“ zu bannen, bedarf es einer **Informationsfilterung** (vgl. Reichmann et al. (1993)). Hierzu eignet sich z. B. die Selektion relevanter Informationen auf dem Wege der automatischen Bereitstellung von Ausnahme-Berichten. Ein weiteres Mittel stellt die Informationsreduktion durch die (hierarchische) Verdichtung von Informationen bzw. Berechnung von Kennzahlen dar.

Bedarf an Unterstützung der strategischen Planung und Kontrolle besteht schon insoweit, als seit den 1990er-Jahren neue Ansätze der strategischen Unternehmensführung entwickelt wurden. Zu diesen in der Praxis zwischenzeitlich verbreiteten Ansätzen gehören z. B. das Konzept der **kritischen Erfolgsfaktoren** und die **wertorientierte Unternehmensführung**. Der praktische Einsatz von derartigen Führungsinstrumenten ist mit

der Erfassung, rechnerischen Verknüpfung, Bewertung und Aufbereitung einer Vielzahl von Daten aus unterschiedlichen Quellen verbunden, d. h. mit Informationsverarbeitungsaufgaben, die eine weitgehende Computerunterstützung nahelegen. Welche Konsequenzen sich hier für die Gestaltung eines FIS ergeben, hängt unmittelbar von dem in einem Unternehmeng gepflegten Konzept der strategischen Unternehmensführung ab.

Bei der Erstellung geschäftsbezogener Analysen geht es z. B. um das frühzeitige Erkennen von Trends, die für die Geschäftspolitik von Bedeutung sind. Auf Informationen des Rechnungswesens und anderer operativer Systeme aufsetzende Analysen sollen Ursachen von Entwicklungen wie z. B. dem Anstieg der Beschaffungspreise oder der Auftragsabwicklungszeiten aufzeigen. Auch die Geschäftsinteressen berührende Trends im Außenbereich wie Veränderung von Marktanteilen oder Aufkommen von Konkurrenzprodukten sind zu berücksichtigen. Zur Erkennung von Trends eignen sich z. B. Methoden der Zeitreihenanalyse, die allerdings die Verfügbarkeit historisierter Daten voraussetzen. Zur deutlichen Kennzeichnung von Trends eignen sich Frühwarnfunktionen, z. B. in Form der Unterlegung angezeigter oder ausgegebener Daten mit Ampelfarben.

Aus dem Innen- und Außenbereich eines Unternehmens stammende weiche Informationen oder **schwache Signale** wie Spekulationen, Gerüchte und Bewertungen können von hoher ökonomischer Relevanz sein. Man denke etwa an Schwierigkeiten bei der Produktentwicklung in einem Unternehmen oder Konkurrentenunternehmen, Verknappung von Rohstoffen und Ressourcen und Fusionsabsichten von Konkurrentenunternehmen. Geschehnisse und Entwicklungen dieser Art lösen vielfältige weiche Informationen aus, die über verschiedene formale wie informale Kommunikationswege und Medien transportiert werden. Relevante Meldungen, Berichte, Neuigkeiten können auch im Rahmen eines FIS zur Verfügung gestellt werden.

Als einige wesentliche Merkmale eines FIS bzw. EIS lassen sich somit nennen:

- Die empfängerbezogene, zielorientierte Herausfilterung relevanter Informationen aus der verfügbaren Fülle interner und externer sowie harter und weicher Informationen mittels flexibler Selektions-, Verdichtungs- und Auswertungsmethoden.
- Der Einsatz eines auf die angewandte Konzeption der strategischen Unternehmensführung abgestimmten Instrumentariums zur Durchführung der strategischen Planung und Kontrolle.
- Die Nutzung von Analyseinstrumenten zur frühzeitigen Erkennung und Darstellung von geschäftspolitisch bedeutsamen Entwicklungen und Zusammenhängen, gegebenenfalls in Verbindung mit der Generierung von Warnhinweisen (Frühwarnfunktion).

Mit dieser Auflistung wird kein Anspruch auf Vollständigkeit und, insbesondere im instrumentellen Bereich, auf Verbindlichkeit erhoben. Gerade im Bereich der strategischen Unternehmensführung existiert eine Vielfalt von Ansätzen und Methoden, die – abhängig von den konkreten Unternehmenszielen – einzeln oder kombiniert eingesetzt werden können.

7.2.3.2 Aufbau und Funktionalität von Führungsinformationssystemen

Sowohl die eingesetzten Führungsinstrumente als auch die einbezogenen Informationsquellen prägen den Aufbau eines FIS. Aufgrund der hier bestehenden erheblichen Freiheitsgrade wird in Abb. 7.17 lediglich eine recht grobe FIS-Architektur angegeben.

Als mögliche Komponenten der Datenbasis eines FIS kommen in Frage (vgl. auch Gluchowski et al. (2008)):

- Eine eigene FIS-Datenbasis, in der neben Daten der strategischen Planung z. B. auch historische Daten unterschiedlicher Verdichtungsstufen aus den operativen Anwendungssystemen bereitgehalten werden.
- Die Datenbasis der operativen Anwendungssysteme; ermöglicht wird so auch ein Zugriff zu aktuellen, unverdichteten Detailinformationen.
- Externe Datenquellen wie Online-Datenbanken, die organisiert als Branchendienst oder allgemeiner Informationsdienst Informationen über Märkte, Produkte, Technologien, Patente, Unternehmen, Branchen und Volkswirtschaften gegen Entgelt über öffentliche Kommunikationsnetze anbieten.

Einige wesentliche Planungs-, Überwachungs-, Such-, Analyse- und Kommunikationsfunktionen, die in ein FIS einbezogen werden können, sind in Abb. 7.18 zusammengestellt. Angegeben wird auch die jeweils unterstützte Managementaktivität. Wie sich die Funktionalität eines FIS auf dem Bildschirm präsentieren könnte, zeigt das Beispiel in Abb. 7.19. Die dargestellten Informationen beziehen sich auf den Vertriebsbereich und

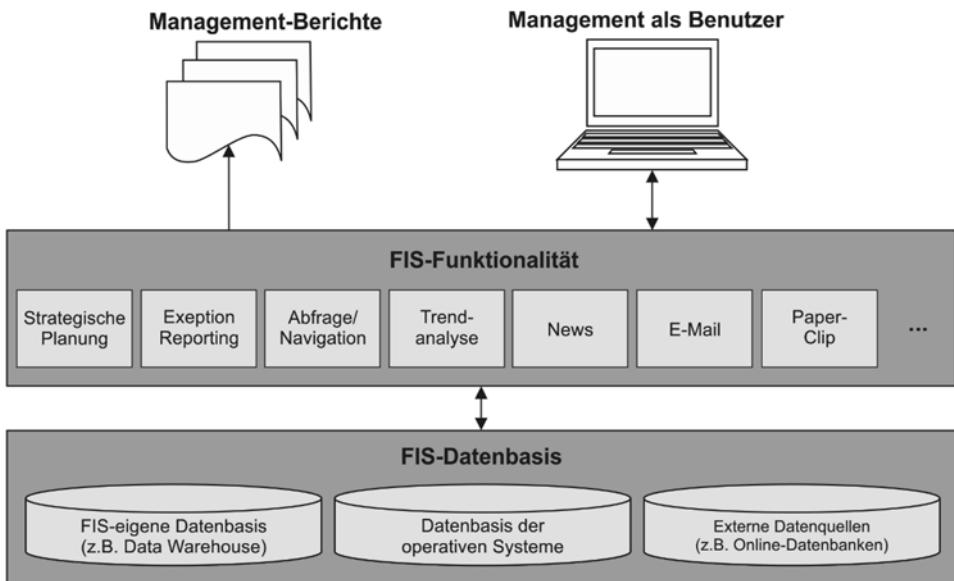


Abb. 7.17 Aufbau eines Führungsinformationssystems

FIS-Funktion	Management-aktivität	Erläuterung
Strategische Planung	Planung, Kontrolle	Instrumentelle Unterstützung der strategischen Planung und Kontrolle auf der Grundlage von betriebswirtschaftlichen Verfahren und Konzepten wie Kennzahlensystemen, strategischen Erfolgsfaktoren, Balanced Scorecard usw.
Exception Reporting	Überwachen, Filtern	Frühzeitige Anzeige intolerabler Abweichungen zwischen Plan- und Istwerten strategisch relevanter Größen gemäß dem Konzept des Management by Exception.
Abfrage, Navigation	Suchen, Analysieren, Explorieren	Informationsrecherche und sichtenspezifische Tiefenanalyse in hierarchischen Datenstrukturen bis hinunter zur operativen Datenbasis, um Informationen verschiedener Verdichtungsstufen sowie Detailinformationen abzurufen.
Trendanalyse	Prognostizieren	Aufbereitung von historischen Daten bzw. Zeitreihen, wie z. B. zeitliche Verläufe von Artikelumsätzen, Marktanteilen usw., und Prognose zukünftiger Werte mit Verfahren der Zeitreihenanalyse und Prognose.
News	Informieren	Bereitstellung von unformatierten Informationen aus internen und externen Quellen, die z. B. von Stabsstellen eingescannt werden.
E-Mail	Kommunizieren	Integration des E-Mail-Dienstes zwecks Erstellen und Versenden von elektronischer Post, im Falle von Systemerweiterungen auch von multimedialen Informationen.
Paperclip	Aktivieren	Erweiterung der FIS-Kommunikationsfunktion zwecks Weiterleitung von Dokumenten, die mit persönlichen Randnotizen (Paperclips) versehen sind.

Abb. 7.18 Einige wesentliche Funktionen eines FIS (vgl. auch Gluchowski et al. (2008))

differenzieren nach Absatzregionen, Produkten und Quartalen. Außerdem wird das Ergebnis einer Trendberechnung angezeigt. Die gegebenen Navigationsmöglichkeiten, repräsentiert durch Pfeile, bewegen sich in dem durch Regionen, Produkte und Quartale aufgespannten Informationsraum.

Grundsätzlich können auch Analyse-, Reporting- und Abfrage-Tools aus dem Bereich Business Intelligence und Business Analytics in ein FIS einbezogen werden. Sie werden jedoch in einem separaten Abschnitt behandelt (vgl. Abschn. 7.4).

7.2.3.3 Führungsinformationssysteme und strategische Planung

Vielzahl und Vielfalt der genannten FIS-Funktionen dürfen nicht darüber hinweg täuschen, dass die instrumentelle Unterstützung der strategischen Planung und Kontrolle den wesentlichsten Kernbestandteil eines FIS bildet. Was die verfügbaren Führungskonzepte anbelangt, lassen sich die in Abb. 7.20 angegebenen Ansätze unterscheiden.

Zu den monetär ausgerichteten Ansätzen zählen klassische Kennzahlensysteme, wie z. B. der ROI-Ansatz, und die wertorientierte Unternehmensführung. Letztere wird nachfolgend kurz skizziert.

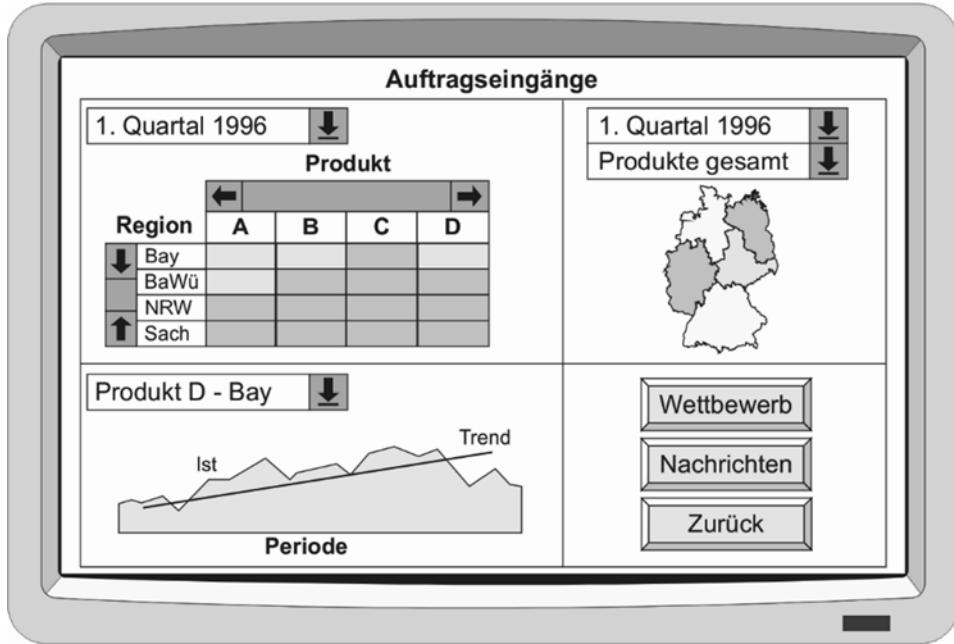


Abb. 7.19 Beispiel für die Informationsrepräsentation in einem FIS (nach Gluchowski et al. (2008))

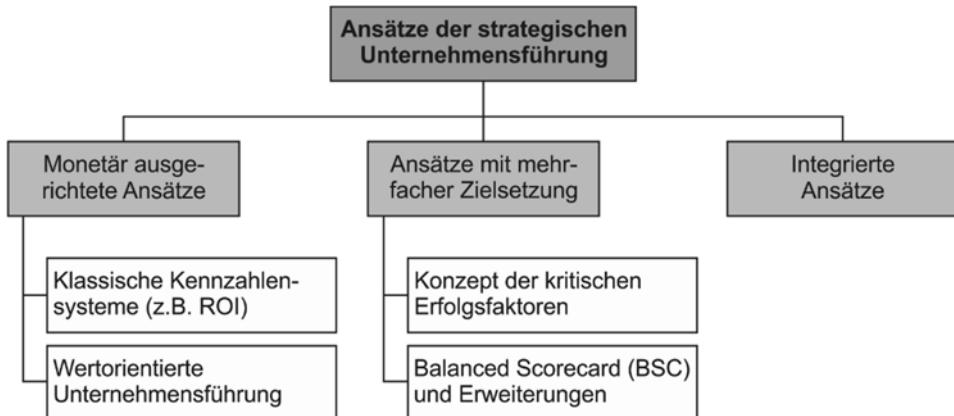


Abb. 7.20 Ansätze der strategischen Unternehmensführung aus der Perspektive von Führungsinformationssystemen

Die **wertorientierte Unternehmensführung** (engl. value based management), auch bezeichnet als Shareholder-Ansatz, stellt allein die finanziellen Ziele der Eigentümer bzw. Anteilseigner (engl. shareholder) eines Unternehmens in den Vordergrund. Betrachtet werden in diesem Zusammenhang vor allem die in Abb. 7.21 genannten wertorientierten Kennzahlen, die die Wertschaffung zeigen sollen.

Wertorientierte Kennzahl	Berechnung	Bedeutung
Shareholder Value	Diskontierung der erwarteten Zahlungsströme (Cashflow), die den Eigentümern zuzurechnen sind.	Marktwert des Unternehmens aus der Sicht der Eigentümer bzw. Eigenkapitalgeber.
Economic Value Added (EVA)	Betrieblicher Gewinn abzüglich der Kosten des Gesamtkapitals.	Über- oder Residualgewinn, der die Wertsteigerung des Unternehmens ausweist.
Return on Invested Capital (ROIC)	Betrieblicher Gewinn im Verhältnis zum Nettobetriebsvermögen.	Rentabilität des eingesetzten Kapitals (Nettobetriebsvermögens).

Abb. 7.21 Einige Kennzahlen der wertorientierten Unternehmensführung

Finanzielle Mehrwerte, z. B. im Sinne der Maximierung des Shareholder Value, können nicht direkt geschaffen werden. Erforderlich ist vielmehr eine Geschäftspolitik, die durch direkte Beeinflussung von so genannten Werttreibern – dabei handelt es sich um nichts anderes als um Erfolgsfaktoren – zu Vorteilen gegenüber der Konkurrenz und damit zu Mehrwerten führt.

Nun hat die Unternehmensleitung nicht nur die finanziellen Interessen der Eigentümer zu berücksichtigen, sondern auch die teils nicht-finanziellen Ziele aller durch die Aktivitäten eines Unternehmens berührten Gruppen (engl. stakeholder). Zwar lassen sich Stakeholder wie Arbeitnehmer, Kreditgeber, Kunden und Lieferanten durch Vertragsbeziehungen finanziell schützen, doch wird damit den nicht finanziellen Zielen nicht Rechnung getragen. Ansätze mit mehrfacher Zielsetzung berücksichtigen explizit den Zielpluralismus in der Realität:

- Das auf Rockart (1979) zurückgehende Konzept der kritischen Erfolgsfaktoren stellt auf den individuellen Informationsbedarf ab und überlässt den Führungskräften die Auswahl der strategischen Erfolgsfaktoren bzw. Ziele.
- Die von Kaplan und Norton (1992) entwickelte **Balanced Scorecard (BSC)** strebt mit vier vorgegebenen Perspektiven (finanzwirtschaftliche Perspektive, Kundenperspektive, betriebsinterne Perspektive, Lern- und Entwicklungsperspektive) eine Ausgewogenheit zwischen finanziellen und nicht finanziellen Zielen an.

Wie sich bereits an der Vielzahl der auf dem Softwaremarkt angebotenen Softwarelösungen zeigt, besitzt die BSC erhebliche praktische Relevanz. Sie wird daher nachfolgend erläutert.

Nach Pfaff et al. ((2000), S. 36) besteht die Grundidee der BSC darin, aus einem Hypothesensystem werttreibender Ursachen-Wirkungszusammenhänge Kennzahlen zu entwickeln, welche die Strategie eines Unternehmens in Ziele und Messgrößen transformieren und so eine Anbindung an das operative Geschäft gewährleisten. Ermöglicht werden soll insbesondere auch die Überwachung der Strategieumsetzung auf der operativen Ebene

mittels Kennzahlen. Für deren Auswahl schlagen Kaplan und Norton einen Orientierungsrahmen vor, der die vier genannten Perspektiven umfasst und ihnen etwa folgende Intentionen zuweist:

- Die finanzwirtschaftliche Perspektive spiegelt die Sicht der Eigentümer bzw. Anteilseigner wider und soll den finanziellen Erfolg eines Unternehmens offen legen.
- Die Kundenperspektive betrifft das Image eines Unternehmens und seine Positionierung auf dem Markt.
- Die betriebsinterne Perspektive soll aufzeigen, inwieweit die Prozesse entlang der Wertschöpfungskette zum Erreichen der Ziele der Finanz- und der Kundenperspektive beitragen.
- Die Lern- und Entwicklungsperspektive soll die Innovationskraft und die Entwicklungsmöglichkeiten eines Unternehmens widerspiegeln.

Zwischen den vier Perspektiven bestehen, wie auch das in Abb. 7.22 angegebene BSC-Beispiel andeutet, Abhängigkeiten. So hängt z. B. das Erreichen finanzieller Ziele von der Kundenzufriedenheit und der Gestaltung bestimmter Prozesse ab. Die Prozessgestaltung wiederum ist von dem vorhandenen Wissens- und Entwicklungspotenzial abhängig. Im konkreten Fall sind die Kennzahlen der vier Perspektiven so zu wählen, dass Ursache-Wirkungsbeziehungen zwischen den finanziellen Größen und vorlaufenden Indikatoren und Werttreibern (engl. value driver) nachgebildet werden. Die Indikatorfunktion der Kennzahlen gestattet es, Entwicklungen in dem Unternehmen bereits zu erkennen, bevor sie auf die finanziellen Größen durchschlagen. Die Rolle von Werttreibern haben Kenn-

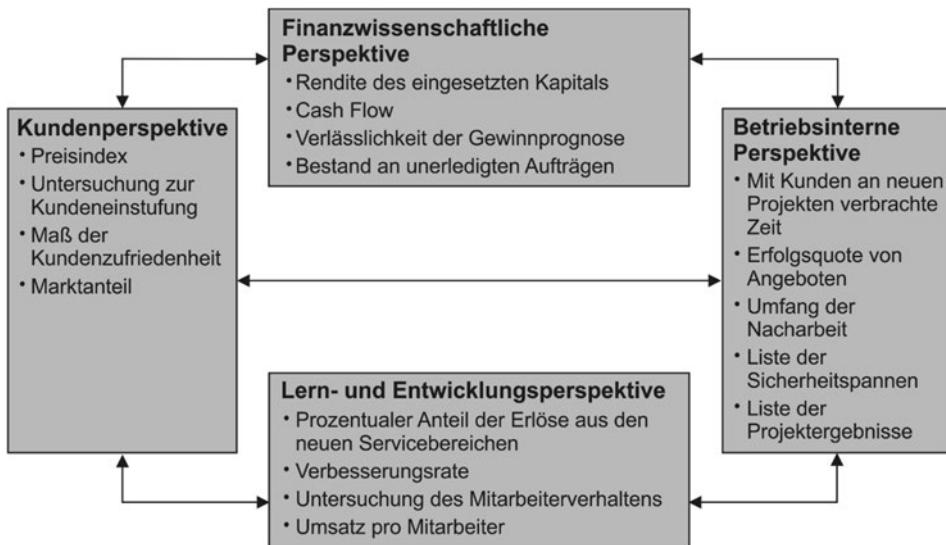


Abb. 7.22 Beispiel einer Balanced Scorecard (vgl. Perlitz und Schrank (2013), S. 7)

zahlen dann, wenn sie die Wertentwicklung eines Unternehmens nachhaltig beeinflussen. Insgesamt sind mit den Kennzahlen solche Faktoren bzw. „Stellschrauben“ zu identifizieren, die bei geeigneter Einstellung zu Vorteilen gegenüber der Konkurrenz führen.

An der originären BSC wurden die Festlegung auf die vier genannten Perspektiven und fehlende rechentechnische Verknüpfungen zwischen den Perspektiven und den nachgelagerten, an das operative Geschehen anknüpfenden Kennzahlen kritisiert. In der Praxis finden sich daher auch BSC-Varianten, die andere oder zusätzliche Perspektiven gemäß den unternehmensspezifischen Anforderungen einbeziehen (vgl. Horvath (2000), S. 126). Beispielhaft genannt seien:

- Die auf Wurl und Mayer (2000) zurückgehende Erfolgsfaktoren-basierte Balanced Scorecard (EFBSC), die beide namensgebenden Konzepte verbindet: Strategische Erfolgsfaktoren bilden einen konzeptionellen Rahmen, der mit je einer Balanced Scorecard pro Faktor ausgefüllt wird.
- Die Integration von Aspekten des Risikomanagements in eine BSC oder EFBSC. Risikoindikatoren können z. B. in die BSC eines jeden strategischen Erfolgsfaktors einzogen werden. Gemäß einem Vorschlag von Wurl und Mayer (2001) werden alle relevanten Risikoindikatoren, also auch die einem Erfolgsfaktor nicht zurechenbaren, in einer separaten „Risk Balanced Scorecard“ zusammengefasst.

Als integrierte Ansätze der strategischen Unternehmensführung (vgl. Abb. 7.20) werden sinnvolle Verbindungen der Balanced Scorecard mit dem Konzept der wertorientierten Unternehmensführung bezeichnet. Im einfachsten Fall wird eine Verbindung beider Ansätze durch die Aufnahme wertorientierter Kennzahlen, wie Shareholder Value und Economic Value Added (EVA), in die Finanzperspektive der BSC hergestellt. Eine weitergehende Integrationsform beschreibt Enzinger (2004). Über die Einbeziehung wertorientierter Kennzahlen in die Finanzperspektive der BSC hinaus werden danach Werttreiber des Value Based Management in alle Perspektiven der BSC – also nicht nur in die Finanzperspektive – aufgenommen.

7.3 Decision-Support-Systeme

Ebenso wie bei dem Data Support existieren auch im Bereich des Decision Support unterschiedliche Systemtypen. Anders als die Data-Support-Systeme zeichnen sich einige Decision-Support-Systeme durch ausgeprägtere Analogien und Gemeinsamkeiten aus. In Abschn. 7.3.1 werden daher zunächst Begriff und Einordnung von Decision-Support-Systemen (DSS) behandelt. Die folgenden Abschnitte gehen dann auf die verschiedenen Systemtypen ein, und zwar auf Planungswerzeuge und -sprachen (vgl. Abschn. 7.3.2), OR-basierte Decision-Support-Systeme (vgl. Abschn. 7.3.3) und wissensbasierte Decision-Support-Systeme (vgl. Abschn. 7.3.4). Abschließend werden die Expertensysteme als spezielle Form der DSS vorgestellt (vgl. Abschn. 7.3.5).

7.3.1 Begriff und Einordnung der Decision-Support-Systeme

► **Decision-Support-Systeme (DSS)** dienen der effektiven Unterstützung des Planungs- und Entscheidungsprozesses von Führungskräften und damit der Erhöhung der Qualität von Managemententscheidungen. Die Unterstützung bezieht sich vor allem auf die Formalisierung von Entscheidungsproblemen, die Generierung von Entscheidungsalternativen und die Alternativenbewertung. Im deutschen Sprachraum werden DSS daher auch als Planungs- und Entscheidungssysteme oder als **Entscheidungsunterstützungssysteme (EUS)** bezeichnet.

Einer Abgrenzung bedürfen DSS gegenüber Dispositionssystemen. **Dispositionssysteme** zielen auf die Rationalisierung oder gar Automatisierung von Entscheidungen im operativen Management ab. Hierbei geht es um repetitive, den Leistungserstellungsprozess betreffende Entscheidungen. Der Fokus von DSS liegt dagegen im taktischen und (seltener) strategischen Management, wobei, ganz allgemein ausgedrückt, Ziele, Rahmenbedingungen und Ressourcen der geschäftlichen Betätigung im Vordergrund stehen. Betroffen sind demnach nicht-repetitive Entscheidungen bei mittel- bis langfristigem Planungshorizont.

Eine weitere Abgrenzung ermöglicht die simultane Betrachtung der Strukturiertheit betrieblicher Probleme und der Managementebenen, wie sie Abb. 7.23 zugrunde liegt. Diese Darstellung geht auf Simon (1960) zurück, der anstelle von Managementebenen jedoch Managementaktivitäten mit den Ausprägungen operative Kontrolle, Management-Kontrolle und Strategische Planung einbezieht. Geht man davon aus, dass sich diese Managementaktivitäten in den genannten Ebenen konzentrieren, so ergibt sich kein Unterschied zur ursprünglichen Sichtweise (vgl. Gluchowski (2008)). Die Matrixfelder in Abb. 7.23 repräsentieren unterschiedliche Typen von Entscheidungssituationen im Management. Die angegebenen konkreten Planungsaufgaben sind als Beispiele zu verstehen. Der Grad der Strukturiertheit orientiert sich an dem Ausmaß der möglichen Problemquantifizierung:

- (wohl)strukturierte Probleme sind vollständig formal-mathematisch beschreibbar,
- semistrukturierte Probleme sind teilweise formal-mathematisch beschreibbar und
- unstrukturierte Probleme sind nicht formal-mathematisch beschreibbar.

Entscheidungen im operativen Management betreffen unmittelbar den Leistungserstellungsprozess. Die auftretenden Entscheidungsprobleme sind meist strukturiert, wie z. B. die Planung von Losgrößen im Bestellwesen. Die Vielfalt der möglichen Störeinflüsse begründet die Einordnung der Fertigungssteuerung in die Klasse der semi-strukturierten Probleme, während z. B. externe und qualitative Einflussfaktoren die Problemformalisierung bei der Lieferantenauswahl weiter erschweren.

Entscheidungen im taktischen Management zielen auf die Bereitstellung und effektive Nutzung der Ressourcen für die Leistungserstellung ab. Eine strukturierte Situation liegt

Management-ebene Problemstruktur	Operatives Management	Taktisches Management	Strategisches Management
Strukturiert	Losgrößenplanung	Fuhrparkplanung	Standortplanung
Semistrukturiert	Fertigungssteuerung	Werbebudgetplanung	Outsourcingplanung
Unstrukturiert	Lieferantenauswahl	Auswahl von Führungskräften	Forschungsprogrammplanung

Abb. 7.23 Entscheidungstypen im Management

z. B. bei der Planung des eigenen Fuhrparks für Distributionszwecke vor. Die Planung des Werbebudgets kann als formales Rechenwerk abgewickelt werden, jedoch treten z. B. bezüglich der Wirksamkeit der Werbeträger Unwägbarkeiten auf, die eine Problemreduktion auf ein reines Rechenwerk verbieten. Im Falle der Rekrutierung von Führungskräften spielen z. B. emotionale und subjektive Faktoren eine erhebliche Rolle, sodass eine Formalisierung von Auswahlentscheidungen kaum möglich erscheint.

Entscheidungen im strategischen Management können, wie im Fall der Standortplanung, für die eine Vielzahl von Entscheidungsmodellen entwickelt wurde, durchaus auch strukturiert sein. Bei der Auslagerung von Unternehmensteilen oder -funktionen ist zumindest die Kostenseite berechenbar, was eine Einordnung als semistrukturierter Entscheidungstyp begründet. Dagegen vereiteln z. B. die erheblichen Unsicherheiten bei der F&E-Planung die Formulierung problemgerechter und praktikabler Entscheidungsmodelle.

Einige wesentliche Merkmale von DSS sind demnach:

- Unterstützung von Managemententscheidungen, die nicht unmittelbar den Leistungserstellungsprozess, sondern Ziele, Rahmenbedingungen und Ressourcen der geschäftlichen Betätigung betreffen.
- Hohe Komplexität und Semi-Strukturiertheit der unterstützten Planungs- und Entscheidungsprozesse.
- Verwendung quantitativer Ansätze und Modelle zur Problemdarstellung in berechenbarer Form.
- Einsatz formaler Methoden zur Ermittlung und Bewertung von Entscheidungsalternativen für einen mittel- bis langfristigen Planungshorizont.

Demgemäß erstreckt sich der Computereinsatz im Planungsprozess auf die Berechnung und Bewertung von Entscheidungsalternativen. Neben einem quantitativen Planungsansatz umfasst ein DSS als weitere Komponenten zumindest noch eine Datenbasis, eine Dialog- und eine Steuerungskomponente. Jedoch sind die DSS-Komponenten teils stark miteinander verwoben und nicht durchgängig als klar abgegrenzte DSS-Teile isolierbar. Auf die Angabe einer allgemeinen DSS-Architektur wird hier daher verzichtet.

7.3.2 Interaktive Planungswerkzeuge

► **Interaktive Planungswerkzeuge** dienen der Formulierung von Planungskalkülen begrenzter Komplexität. Mit ihrer Hilfe können Planungsprobleme in Gleichungssysteme abgebildet und auf diesen dann Planungsrechnungen durchgeführt werden.

Solche Gleichungssysteme bestehen meist aus Dutzenden, gegebenenfalls auch aus Tausenden von (Un-)Gleichungen, die sich in zwei Arten einteilen lassen:

- Definitionsgleichungen und
- Verhaltensgleichungen.

Definitionsgleichungen beschreiben per Definition festgelegte Zusammenhänge zwischen Ergebnisgrößen und den Ergebnis verursachenden Eingangsgrößen. Typische Ergebnisgrößen stellen betriebswirtschaftliche Kennzahlen dar. Aus Transparenzgründen ist es meist sinnvoll, Zwischenergebnisse – gegebenenfalls über mehrere Berechnungsstufen – einzuführen. Daher können Definitionsgleichungen auch eine hierarchische Berechnungsstruktur aufweisen. Die Verknüpfung von elementaren Eingangsgrößen und Zwischenergebnissen erfolgt mittels der Grundrechenarten. Als Beispiel sei die Rentabilitätsberechnung nach dem DuPont-Schema betrachtet. Für die oberen Berechnungsebenen gilt hier:

Rentabilität	=	Kapitalumschlag \times Umsatzrentabilität
Kapitalumschlag	=	Umsatz/Kapital (Vermögen)
Kapital	=	Umlaufvermögen + Anlagevermögen
...		
Umsatzrentabilität	=	Gewinn/Umsatz (Ertrag)
Gewinn	=	Erträge – Aufwendungen (Kosten)
...		

Verhaltensgleichungen beinhalten Hypothesen über die Verhaltensweisen von Akteuren in der Wirtschaft wie Unternehmen, Kunden, Lieferanten, staatliche Institutionen und Kooperationspartner. Ähnlich wie Definitionsgleichungen bestehen sie z. B. aus Ergebnisgrößen, die von anderen Größen abhängen. Letztere drücken das Verhalten der Akteure aus. Verhaltensgleichungen haben eine lange Tradition in der Volkswirtschaftslehre. Ein bekanntes Beispiel ist die Preis/Absatz-Funktion, in der bestimmte Annahmen über die erzielbare Absatzmenge in Abhängigkeit von dem Preis eines Gutes zum Ausdruck kommen. Unterstellt man eine konstante, negative Preiselastizität der Nachfrage, so ergibt sich ein linearer Funktionsverlauf:

$$\text{Preis} = \text{Preiselastizität} \cdot \text{Menge} + \text{Höchstpreis}$$

Hierbei bezeichnet der Parameter „Höchstpreis“ den Preis, für den die absetzbare Menge den Wert null annimmt. Ein weiterer Parameter ist die Preiselastizität. Sie gibt an, um wie viele Mengeneinheiten die absetzbare Menge sinkt, falls der Preis um eine Geldeinheit erhöht wird, und ist im gegebenen Fall stets negativ. Wie dieses Beispiel zeigt, kommen die in Verhaltensgleichungen unterstellten Hypothesen in den einbezogenen Parametern und der Art ihrer rechnerischen Verknüpfung mit anderen Größen bzw. Variablen zum Ausdruck. Häufig ist die z. B. mittels statistischer Analysen vorzunehmende Bestimmung von Parametern und ihres Gültigkeitsbereichs nicht unproblematisch.

Sofern aus Definitions- und Verhaltensgleichungen bestehende Gleichungssysteme Teilbereiche oder Aktivitätsbereiche eines Unternehmens modellieren, stellen sie **Unternehmensmodelle** dar. Mit Hilfe derartiger Unternehmensmodelle können drei Arten von Analysen durchgeführt werden:

- How-to-achieve-Analysen,
- What-if-Analysen und
- Sensitivitätsanalysen.

Bei **How-to-achieve-Analysen** sind die Handlungen bzw. Variablenwerte zu ermitteln, die zu einem vorgegebenen Ziel führen. Ein Ziel kann z. B. in der Extremierung einer Zielgröße (z. B. Maximierung des Umsatzes), im Erreichen eines Anspruchsniveaus für eine Zielgröße gemäß dem Satisficer-Verhalten (z. B. Erzielung eines Gewinns, der zumindest einen vorgegebenen Wert erreicht) oder in der Verbesserung des Werts einer Zielgröße um einen bestimmten Prozentsatz bestehen.

What-if-Analysen gehen umgekehrt vor: Gesetzt sind nun die Werte von bestimmten Einflussgrößen, wie z. B. Parametern, und ermittelt werden die Auswirkungen auf die Zielgröße. Ein Beispiel ist die Ermittlung des Kapitalwerts einer Investition bzw. Zahlungsreihe für einen auf 8 % gesetzten Kalkulationszinssatz.

Sensitivitätsanalysen verfahren prinzipiell wie What-if-Analysen, nehmen jedoch (systematische) Veränderungen von Einflussgrößen vor. Im Falle des Investitionsbeispiels wäre die Fragestellung etwa: Wie ändert sich der Kapitalwert, wenn der Kalkulationszinsatz ausgehend von 8 % um z. B. 1/4 % erhöht oder erniedrigt wird. Bei einem systematischen Vorgehen wird der Wert eines Parameters schrittweise über einem Definitionsbereich verändert.

Von den interaktiven Planungswerkzeugen zur Durchführung von Planungsrechnungen und Analysen haben vor allem

- Planungssprachen (vgl. Abschn. 7.3.2.1) und
- Tabellenkalkulationsprogramme (vgl. Abschn. 7.3.2.2)

eine große praktische Bedeutung erlangt. Sie werden nachfolgend kurz erläutert.

7.3.2.1 Planungssprachen

► Bei den **Planungssprachen** handelt es sich um endbenutzerorientierte Programmiersprachen, die zu den Programmiersprachen der 4. Generation zählen (4GL-Systeme) und für betriebswirtschaftliche Planungen und Analysen entwickelt wurden (vgl. Tilemann (1987)).

Planungssprachen weisen eine relativ einfache Struktur und einen eher geringen Umfang an Sprachregeln auf, was ihre Erlernbarkeit sehr erleichtert. Sie gestatten die Formulierung und Berechnung von Gleichungssystemen/Planungsmodellen sowie die Aufbereitung der Berechnungsergebnisse. Meist sind sie als interpretative Systeme – d. h. mit einem Interpreter als Übersetzungsprogramm – konzipiert und ermöglichen so interaktive Planungen und Analysen in relativ komfortabler Weise.

Wesentliche Komponenten von Planungssprachen sind:

- die Sprache selbst bestehend aus einer Menge Befehlen und Sprachregeln,
- eine Menge von Routinen zur Ausführung verschiedener Funktionen,
- eine Editorkomponente zur Modelldefinition und Datenerfassung und
- ein Übersetzungsprogramm bzw. Interpreter zur Erzeugung von ausführbarem Code.

Der verfügbare Umfang an Sprachelementen, bestehend aus (einfachen) Befehlen und dem Aufruf von Routinen, ermöglicht:

- die Formulierung und Änderung von Planungsmodellen in Form von Gleichungssystemen,
- die Eingabe und Änderung von Modelldaten, meist in tabellarischer Form,
- die Durchführung (wiederholter) Modellberechnungen durch Auswertung von Gleichungssystemen,
- die zusätzliche Ausführung von Routinen für Zwecke wie Abweichungsanalysen, Extremwertbestimmung, finanzmathematische Berechnungen, Trendberechnungen und
- die Aufbereitung und Ausgabe von Planungs- und Analyseergebnissen in Form von Berichten (Berichtsgenerierung).

Charakteristisch für Planungssprachen ist die strikte Trennung zwischen Modell und Modelldaten (vgl. Abb. 7.24). Ein Planungsmodell besteht aus zeilenweise dargestellten Vereinbarungen und Anweisungen. Die Vereinbarungen betreffen die Definition von Modellgrößen, während die Anweisungen die Verknüpfung der Größen und somit die Rechenregeln festlegen. Abb. 7.24a) zeigt ein ganz einfaches Modell zur Gewinnermittlung. Für die Eingabe der Modelldaten eignet sich die neben dem Modell eigenständig bestehende Modelldaten-Tabelle. Abb. 7.24b) führt das einfache Beispiel mit der Angabe konkreter Modelldaten fort (Die aus der Modellberechnung resultierenden Ergebnisdaten sind nicht angegeben).

Columns 2001, 2002, 2003 Menge = (2000; 2500; 3000) Preis = (80; 85; 90) Var. Stückkosten = (20; 22; 24) Fixkosten = (18000; 19000; 20000) $\text{Umsatz} = \text{Menge} * \text{Preis}$ $\text{Kosten} = \text{Menge} * \text{Var. Stückkosten} + \text{Fixkosten}$ $\text{Gewinn} = \text{Umsatz} - \text{Kosten}$	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>2001</th> <th>2002</th> <th>2003</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Menge</td> <td>2000</td> <td>2500</td> <td>3000</td> </tr> <tr> <td>Preis</td> <td>80</td> <td>85</td> <td>90</td> </tr> <tr> <td>Var. Stückkosten</td> <td>20</td> <td>22</td> <td>24</td> </tr> <tr> <td>Fixkosten</td> <td>18000</td> <td>19000</td> <td>20000</td> </tr> <tr> <td>Umsatz</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Kosten</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Gewinn</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		2001	2002	2003	Menge	2000	2500	3000	Preis	80	85	90	Var. Stückkosten	20	22	24	Fixkosten	18000	19000	20000	Umsatz				Kosten				Gewinn			
	2001	2002	2003																														
Menge	2000	2500	3000																														
Preis	80	85	90																														
Var. Stückkosten	20	22	24																														
Fixkosten	18000	19000	20000																														
Umsatz																																	
Kosten																																	
Gewinn																																	

a) Planungsmodell b) Modelldaten

Abb. 7.24 Trennung von Planungsmodell und Modelldaten bei Planungssprachen

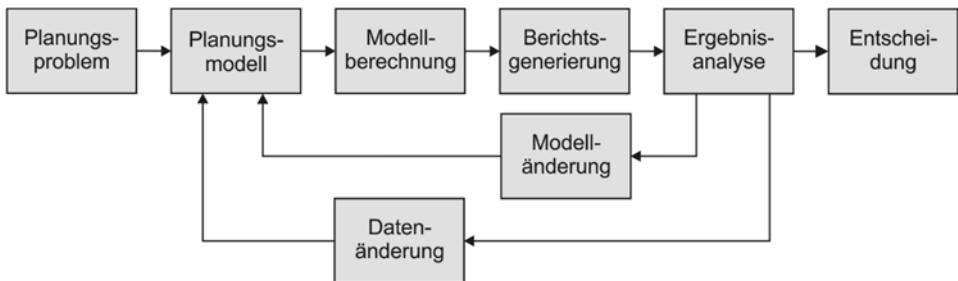


Abb. 7.25 Vorgehensweise bei der Anwendung von Planungssprachen

Bei der Verwendung von **interpretativen Planungssprachen** können die Konsequenzen von Änderungen des Planungsmodells oder der Modelldaten in effizienter Weise analysiert werden. Abb. 7.25 veranschaulicht die grundsätzliche Vorgehensweise, wobei zwischen Modell- und Datenänderungen unterschieden wird. Typisch ist diese Vorgehensweise für What-if-Analysen.

Je nach dem Funktionsumfang und der Art der verwalteten Datenstrukturen (z. B. Matrixstrukturen, Zeitreihen) erstreckt sich der Anwendungsschwerpunkt von Planungssprachen auf eines oder mehrere der folgenden Gebiete (vgl. auch Tilemann (1987)):

- Kostenplanung, Kostenanalysen und Berichtswesen bei Systemen ohne spezielle, zusätzliche Funktionen.
- Finanz- und Ergebnisplanung sowie Investitionsrechnung, sofern zusätzliche finanzmathematische Funktionen zur Verfügung stehen.
- Vertriebs- und Marketingplanung, sofern auch Zeitreihen dargestellt werden können und Methoden der Zeitreihenanalyse/Trendberechnung verfügbar sind.

Mit Planungssprachen lassen sich Modelle für bestimmte Planungsaufgaben, aber auch Modelle für Unternehmensbereiche oder das gesamte Unternehmen formulieren und berechnen. Einige Systeme ermöglichen auch die Simulation von Unternehmensmodellen.

7.3.2.2 Tabellenkalkulationsprogramme

► **Tabellenkalkulationsprogramme** sind endbenutzerorientierte Werkzeuge zur interaktiven Bearbeitung von Kalkulations- und Planungsproblemen am Computer-Arbeitsplatz. Sie verwenden hierzu ein elektronisches Arbeits- bzw. Kalkulationsblatt, auch **Spreadsheet** genannt, das in Zeilen und Spalten gegliedert ist.

Die als Zellen bezeichneten Überlappungsbereiche von Spalten und Zeilen dienen der Aufnahme von:

- Zahlen, die z. B. Werte und Modellgrößen darstellen,
- Texten, die z. B. der Benennung von Modellgrößen und Beschriftungen dienen, und
- dem Hinterlegen von Verknüpfungsformeln bzw. Funktionen.

Charakteristisch für Tabellenkalkulationsprogramme ist das Fehlen der Trennung von Modelldaten und Modelllogik. Vielmehr werden in die Zellen zugleich Daten und Verknüpfungsformeln eingetragen. Während die Daten und Texte für den Benutzer sichtbar sind, werden die den Zellen zugeordneten Formeln in einer verdeckten Formelebene hinterlegt. Die Formeln drücken Verknüpfungen von Zellinhalten mittels einer formalen Notation aus, die auf Zeilen- und Spaltenadressen, bestehend aus Buchstaben und Ziffern, zurückgreift. Das Hinterlegen der Modelllogik in einer verdeckten Formelebene veranschaulicht das in Abb. 7.26 dargestellte und bereits bekannte Beispiel der Gewinnermittlung.

Der Formelebene in Abb. 7.26 b) lässt sich z. B. entnehmen, dass der Umsatz für das Jahr 2011 (in Zelle B7) sich durch multiplikative Verknüpfung von Menge (Zelle B2) und Preis (Zelle B3), also durch $B2 * B3$ ergibt. Analog ermitteln sich die Kosten für 2011 durch die Zellenverknüpfung $B2 * B4 + B5$ und der Gewinn schließlich durch die Subtraktion $B7 - B8$. Man beachte, dass das in Abb. 7.26 a) dargestellte elektronische Arbeitsblatt auch die Ergebnisgrößen für die hinterlegten Formeln anzeigt und damit gleichzeitig als Report dient.

Über einfache arithmetische Operationen hinaus erstreckt sich die Funktionalität von Tabellenkalkulationsprogrammen auf folgende Bereiche:

- mathematische Funktionen wie Absolutwertbildung, Exponentialfunktion, Logarithmusfunktion und Abweichungsermittlung,
- statistische Funktionen wie Ermittlung von Minimal- und Maximalwerten, Mittelwerten, Standardabweichungen und Varianzen,

	A	B	C	D
1 Jahr		2011	2012	2013
2 Menge		2000	2500	3000
3 Preis		80	85	90
4 Var. Stückkosten		20	22	24
5 Fixkosten		18000	19000	20000
6				
7 Umsatz				
8 Kosten				
9 Gewinn				

	A	B	C	D
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7			$B_2 \cdot B_3$	$C_2 \cdot C_3$
8			$B_2 \cdot B_4 + B_5$	$C_2 \cdot C_4 + C_5$
9			$B_7 - B_8$	$C_7 - C_8$
			$D_2 \cdot D_3$	$D_2 \cdot D_4 + D_5$
			$D_7 - D_8$	

a) Modellgrößen und -daten

b) Modelllogik (Formelebene)

Abb. 7.26 Darstellung von Modellgrößen und -daten sowie der Modelllogik in zwei Ebenen

- finanzmathematische Funktionen wie Ermittlung von Barwerten, Endwerten und internen Zinsfüßen,
- logische Funktionen wie Wahrheitswertermittlung, Setzen von Wahrheitswerten und bedingte Zuweisung von Werten,
- Funktionen zur Manipulation von Zeichenketten/Texten und
- Funktionen zur Verwaltung von Arbeitsblättern wie Laden, Abspeichern und Kopieren.

In der Regel besteht auch die Möglichkeit, Verarbeitungsabläufe zu programmieren und als **Makros** zu speichern. Mittels Makro-Aufruf können die Abläufe wiederholt ausgeführt werden.

Erstellte Tabellen/Planungsmodelle können gespeichert werden. Gespeicherte Tabellen stellen quasi Schablonen, auch **Templates** genannt, dar, die sich bei Bedarf wieder aufrufen und laden lassen. Der Benutzer kann nun eine geladene Tabelle mit neuen Daten versehen und Berechnungen durchführen oder die Tabelle zuvor erst modifizieren.

Tabellenkalkulationsprogramme sind heute obligatorischer Bestandteil von Office-Systemen. Insofern besteht die Möglichkeit, die (reine) Tabellenkalkulation mit den Bereichen Textverarbeitung, Datenverwaltung, Grafikherstellung und Kommunikation zu verbinden. Damit wird der Anwendungsbereich der Tabellenkalkulation über einfache Buchhaltungsaufgaben, Kostenrechnungen und Kalkulationen hinaus wesentlich erweitert. Beispiele für die zahlreichen Anwendungen der Tabellenkalkulation sind die Produktionsplanung, die Einnahme-Überschussrechnung, die Betriebsabrechnung, die Kosten- und Budgetplanung, die Angebotserstellung/-kalkulation und die Materialbedarfsplanung.

7.3.3 OR-basierte Decision-Support-Systeme

Das **Operations Research (OR)**, auch als Unternehmensforschung bezeichnet, bemüht sich, „durch Konstruktion und Anwendung geeigneter Verfahren und Modelle die Ableitung zweckgerechter Handlungsregeln im Rahmen ökonomischer Entscheidungsprobleme zu ermöglichen“ (Kosiol (1964), S. 752). Auf Prinzipien und Konzepten des Operations Research basierende DSS werden hier als **OR-basierte Decision-Support-Systeme** bezeichnet. Zwecks Abgrenzung gegenüber den anderen DSS-Typen und Verdeutlichung ihres Wesens und ihrer Anwendung werden im Weiteren behandelt:

- Wesen und Ansätze des Operations Research (vgl. Abschn. 7.3.3.1),
- Aufbau und Funktionsweise von OR-basierten DSS (vgl. Abschn. 7.3.3.2),
- Anwendung von OR-basierten DSS (vgl. Abschn. 7.3.3.3).

7.3.3.1 Wesen und Ansätze des Operations Research

Das oben grob umrissene Wesen des OR lässt sich durch die Angabe folgender Merkmale weiter präzisieren (vgl. Gal und Gehring (1981), S. 4 f.):

- Optimalitätsstreben, d. h. Maximierung oder Minimierung der einem Entscheidungsproblem innenwohnenden Zielsetzung, wie z. B. Maximierung des Deckungsbeitrags oder Minimierung der Distributionskosten.
- Modellanalytische Vorgehensweise, d. h. Abbildung eines Realproblems in ein hinreichend realitätskonformes (Entscheidungs-)Modell, Durchführung von (Berechnungs-)Experimenten an dem Modell, Analyse der erzielten Ergebnisse sowie Nutzung der gewonnenen Erkenntnisse bei der Lösung des Realproblems.
- Problemquantifizierung, d. h. zahlenmäßige Darstellung und Kalkülisierung der Entscheidungsprobleme, sodass zahlenmäßige Aussagen über das Ergebnis alternativer und insbesondere (sub)optimaler Entscheidungen abgeleitet werden können.
- Entscheidungsvorbereitung, d. h. Bereitstellung von „Modellentscheidungen“, auf deren Grundlage der Entscheidungsträger – unter Berücksichtigung von Aspekten wie Vereinfachung der Realität bei der Modellbildung sowie Unsicherheit oder Ungenauigkeit der Modelldaten – Entscheidungen höherer Qualität treffen kann.

Möglichst realitätskonforme Entscheidungsmodelle und leistungsfähige Optimierungsmethoden bilden die Kernbestandteile von Ansätzen des OR. Von praktischer Bedeutung sind vor allem:

- Ansätze der linearen Optimierung,
- Ansätze der kombinatorischen Optimierung und
- Simulationsansätze.

Modelle der **linearen Optimierung** bestehen aus einer so genannten Zielfunktion, d. h. einer zu minimierenden oder maximierenden linearen Funktion, und einem System linearer Gleichungen oder Ungleichungen, den so genannten Nebenbedingungen. Letztere beschreiben die zu berücksichtigenden technischen und ökonomischen Zusammenhänge, Beschränkungen und Vorgaben. Die zur Lösung linearer Optimierungsmodelle eingesetzten Standard-Softwarepakete verwenden durchweg Weiterentwicklungen der von Dantzig in den 1940er-Jahren vorgestellten Simplex-Methode (vgl. Dantzig (1968), (2002); Werners (2013)).

Im Gegensatz zur linearen Optimierung, bei der die Entscheidungsvariablen einen kontinuierlichen Wertebereich besitzen und daher einen Raum von unendlich vielen Handlungsalternativen aufspannen, sind die Handlungsalternativen bei der **kombinatorischen Optimierung** diskret und damit abzählbar. Allerdings wächst ihre Zahl exponentiell mit der Problemgröße. Klassische Optimierungsverfahren des OR führen daher bei praxisrelevanten Problemgrößen zu inakzeptablen Rechenzeiten. Erst mit den etwa seit den 1990er-Jahren verbreiteten heuristischen Suchverfahren, insbesondere den sogenannten **Metaheuristiken**, konnten die Berechenbarkeitsgrenzen entscheidend erweitert werden. Allerdings unter Inkaufnahme von Abstrichen hinsichtlich der Optimierungsziele. Gleichwohl sind moderne Metaheuristiken wie z. B. genetische Algorithmen, Evolutionsverfahren, Tabu Search-Verfahren und Simulated Annealing geeignet, suboptimale Lösungen hoher Qualität für viele praktische Probleme der kombinatorischen Optimierung zu ermitteln. Neuland in der Optimierung wird mit den in jüngerer Zeit diskutierten **Hyperheuristiken** beschritten, die als lernende Verfahren konzipiert sind und sich eigenständig an zu lösende Probleme anpassen.

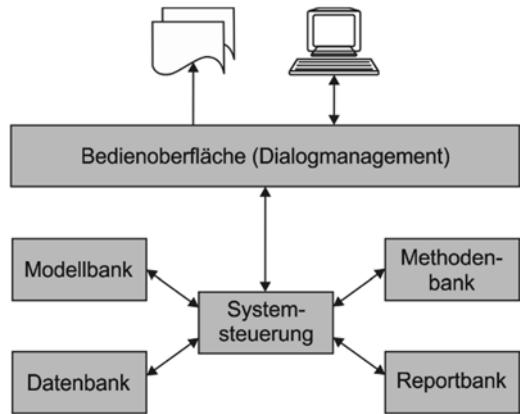
Modelle der linearen und kombinatorischen Optimierung haben meist statischen Charakter und berücksichtigen zeitliches Geschehen nicht explizit. **Simulationsansätze** gestatten es dagegen, dynamische bzw. zeitliche Aspekte von Entscheidungsproblemen explizit zu modellieren. So lassen sich viele betriebliche Abläufe und Prozesse als Simulationsmodelle darstellen und rechnerisch nachvollziehen. Dabei spricht man von stochastischer Simulation, wenn Zufallseinflüsse – beispielsweise der Ausfall von Maschinen – berücksichtigt werden und andernfalls von deterministischer Simulation.

Weitere bekannte Optimierungsansätze des OR bilden die nicht lineare Optimierung, die stochastische Optimierung und auch die Optimierung bei mehreren Zielfunktionen. Diese Bereiche sind durch die Verwendung spezieller Optimierungsmodelle und -methoden gekennzeichnet.

7.3.3.2 Aufbau und Funktionsweise von OR-basierten Decision-Support-Systemen

Entscheidungsmodelle und Methoden zur Modellberechnung prägen den besonderen Charakter von OR-basierten DSS. Dies zeigt sich in dem Aufbau eines DSS, für das Sprague und Carlson (1984) explizit die Komponenten Datenbank, Modellbank und Dialogmanagement angeben. Ihre Ausführungen enthalten aber auch Hinweise auf weitere benötigte Komponenten zur Methoden- und Reportverwaltung. Von diesen Überlegungen

Abb. 7.27 Aufbau eines Decision-Support-Systems
(vgl. Gluchowski et al. (2008))



ausgehend schlagen Gluchowski et al. ((2008), S. 66 ff.) eine Referenzarchitektur für DSS vor, an die sich die Darstellung des Aufbaus eines DSS in Abb. 7.27 anlehnt.

Zugang zu einem DSS erhält das Management über die Bedienoberfläche. Sie gestattet insbesondere den Aufruf von Funktionen zur Verwaltung von Modelldaten, zur Durchführung von Modellberechnungen, zur Generierung von Ergebnisberichten und zur Präsentation von Berechnungsergebnissen. Aufgrund des häufigen Wechsels zwischen Modellberechnungen sowie Bewertungs- und Analyseaktivitäten unterliegt die Dialoggestaltung besonderen Anforderungen. So kann es sich als sinnvoll erweisen, verschiedene Formen der Benutzerführung, wie z. B. Frage-Antwort-Dialoge und Menutechniken, im Rahmen von grafischen Bedienoberflächen zu kombinieren.

In der **Modellbank** werden Planungs- und Entscheidungsmodelle in einer formalen Schreibweise abgelegt. Die Modelle bestehen bekanntlich aus Zielfunktionen und Systemen von (Un-)Gleichungen, in denen Modellgrößen (Variable, Parameter und Konstanten) miteinander verknüpft werden. Für die Modelle, Zielfunktionen, (Un-)Gleichungen und Modellgrößen sind eindeutige und möglichst sprechende Bezeichner festzulegen. Die formale Schreibweise bzw. Notation von Modellen ist im Falle der Verwendung von Standard-Optimierungssoftware vorgegeben. So wird z. B. im Bereich der linearen Optimierung meist das so genannte MPSX-Format verwendet.

Formal beschriebene Modelle, wie sie in der Modellbank vorliegen, stellen keine konkreten, zahlenmäßig ausgeprägten (Un-)Gleichungssysteme dar. Konkrete Modelle entstehen erst durch die Zuweisung von numerischen Werten zu Modellgrößen. Hierbei kann es sich z. B. um Nachfrage-, Kosten-, Entfernungs-, Geschwindigkeits- und Kapazitätsdaten handeln. Für ein gegebenes formales Planungsmodell können mehrere konkrete Modelle, je bestehend aus einem Satz von Modelldaten, erzeugt werden. Beispielsweise für aufeinander folgende Planungszeiträume. Verschiedene Sätze von Modelldaten für die einzelnen formalen Modelle werden in der **Datenbank** abgelegt und verwaltet. Von dort können sie für Modellberechnungen abgerufen werden.

Methoden zur Durchführung von Modellberechnungen werden in der **Methodenbank** bereitgestellt. Während für die Bereiche lineare Optimierung und Simulation leistungs-

fähige Standard-Werkzeuge verfügbar sind, existieren für die kombinatorische Optimierung noch kaum Standardprogramme. So umfassen z. B. die sehr leistungsfähigen Metaheuristiken eine auf das jeweilige Problem zugeschnittene „Basisheuristik“ als Verfahrenskomponente. Dies erschwert die Standardisierung.

Ergebnisse von Modellberechnungen bedürfen einer geeigneten (tabellarischen) und teils auch grafischen Aufbereitung, um die Interpretation und Analyse durch das Management zu erleichtern. Häufig setzt man zu diesem Zweck Report-Generatoren als Bestandteile von DSS ein. Sinnvollerweise werden erzeugte Ergebnisberichte in einer **Reportbank** verwaltet, um jederzeit aufbereitete Berechnungsergebnisse für Vergleichs- und Analysezwecke – z. B. Ergebnisvergleiche bei Daten- oder Parameteränderungen – verfügbar zu haben.

Aufgabe der **Systemsteuerung** ist es, das Zusammenwirken der übrigen Systemkomponenten gemäß den über die Bedienoberfläche aktivierten Systemfunktionen zu organisieren.

Bei der in Abb. 7.27 angegebenen DSS-Struktur handelt es sich um eine idealtypische Sichtweise. In konkreten Systemen können die einzelnen Komponenten stark miteinander verflochten sein, sodass ihre Isolierung nicht ohne weiteres möglich ist. Denkbar ist z. B. die Zusammenfassung von Bedienoberfläche und Systemsteuerung zu einer Komponente. Unabhängig von dieser und anderen Strukturvarianten verdeutlicht Abb. 7.27 die Grundfunktionalität eines DSS.

7.3.3.3 Anwendung von OR-basierten Decision-Support-Systemen

Zweifelsfrei liegt der Schwerpunkt der Anwendung von Modellen und Methoden des Operations Research im operativen Bereich und damit im Bereich der Dispositionssysteme. Gleichwohl wurden zur Unterstützung taktischer und strategischer Entscheidungen eine Vielzahl von OR-Ansätzen entwickelt und in DSS einbezogen. Vereinzelt kommt es zu Abgrenzungsproblemen zwischen diesen Systemkategorien. Als Beispiel sei die Personaleinsatzplanung im Vertriebsbereich herangezogen:

- Betrachtet man z. B. die Vertretereinsatzplanung im Sinne der Festlegung der Besuchsreihenfolge von Kunden bei wechselnden Kundennachfragen, so liegt eindeutig ein Dispositionsproblem vor.
- Geht es dagegen um die Zuordnung von Vertretern zu Kundengebieten, d. h. Gebieten von zu betreuenden Kunden, so liegt ein Planungsproblem im Sinne eines DSS vor.

Was den Umfang der jeweiligen Planungsaufgabe betrifft, ist zu unterscheiden zwischen:

- der sich auf einen einzelnen Unternehmensbereich beschränkenden Bereichsplanung,
- der sich auf mehrere Unternehmensbereiche erstreckenden integrierten Planung und
- der auf das ganze Unternehmen gerichteten Planung, für die Ackoff bereits (1970) den Begriff Corporate Planning verwendet hat.

Planungs-umfang	Unterneh-mensbereich	Planungs-gegenstand	Erläuterung
Bereichs-planung	Absatz	Standortplanung bei einstufiger Distributions-struktur	Z. B. Bestimmung des Standortes eines einzelnen Warenlagers derart, dass die Distributionskosten für die Belieferung der Kunden minimal sind (Warehouse Location Problem).
		Standortplanung bei zweistufiger Distributions-struktur	Z. B. Bestimmung der Anzahl und Position der Zentrallager eines Unternehmens mit zweistufiger Distributionsstruktur (Produktionsstätten, Zentrallager, Regionallager) derart, dass die gesamten Distributionskosten ein Minimum annehmen.
	Produktion	Innerbetriebliche Standort-planung	Z. B. Bestimmung der Standorte von Maschinen und Anlagen in einem Produktionswerk derart, dass die Länge der Transportwege zwischen den Anlagen möglichst gering ist (Layoutplanung).
		Planung von Anlagen-kapazitäten	Z. B. Bestimmung der Kapazitäten von Fertigungsanlagen und Werkstückpuffern zwischen den Anlagen derart, dass die mengenmäßige Ausbringung unter Berücksichtigung der zu erwartenden Anlagenausfälle möglichst groß ist.
	Personal	Personaleinsatz-planung/Stun-denplanung	Z. B. Zuordnung von Dienstkräften zu Dienststellen/Abteilungen und Arbeitsschichten derart, dass die vorgesehenen Dienstleistungen unter Berücksichtigung von Personalausfällen usw. mit möglichst geringem Personaleinsatz erbracht werden.
	Produktion, Absatz	Integrierte Produktions- und Absatzplanung	Z. B. Bestimmung der in alternativen Produktionsstätten zu produzierenden Gütermengen und der über eine gegebene Vertriebsstruktur zu leitenden Güterströme derart, dass die variablen Produktions- und Vertriebskosten möglichst gering sind.
Integrierte Planung		Kombination Mischproblem mit integrierter Produktions- und Absatzplanung	Z. B. Bestimmung der Mischungsverhältnisse der in produzierte Güter eingehenden Ausgangsstoffe, der in alternativen Produktionsstätten zu produzierenden Gütermengen und der Güterdistribution derart, dass die gesamten variablen Produktions- und Vertriebskosten möglichst gering sind.

Abb. 7.28 Einige Beispiele für Planungsansätze in OR-basierten DSS

Anwendungsschwerpunkte von OR-basierten DSS liegen eindeutig in den Bereichen Absatz/Vertrieb und Produktion. Sehr häufig werden auch integrierte Planungen unterstützt, vorzugsweise der Bereiche Absatz, Logistik, Materialwesen und Produktion. Für die übrigen Bereiche liegen vereinzelt praxisnahe Lösungsansätze vor. Abb. 7.28 enthält eine Zusammenstellung einiger beispielhafter Anwendungen von OR-basierten DSS. Mit den angegebenen Beispielen wird kein Anspruch auf Vollständigkeit erhoben.

7.3.4 KI-basierte Decision-Support-Systeme

Von dem Bereich der **Künstlichen Intelligenz (KI)** gingen erhebliche Impulse für die Entwicklung der betrieblichen Informationsverarbeitung aus. Konzepte und Methoden der

KI haben die Entwicklung der Wissensverarbeitung und wissensverarbeitender Systeme in den Unternehmen stark geprägt (vgl. Gabriel (1992)). Namentlich die **Expertensysteme (XPS)**, ein spezieller Typ wissensverarbeitender Systeme, weisen eine enge Verbindung mit den Management-Support-Systemen und insbesondere den Decision-Support-Systemen auf.

Nun beschränken sich die Ansätze der Wissensverarbeitung keineswegs auf den Bereich managementunterstützender Systeme. Sie haben auch Eingang in die Ebene der operativen Informationsverarbeitung gefunden. Da von ihnen zudem eine integrationsfördernde Wirkung ausgeht, werden sie als Querschnittssysteme eingestuft und in Kap. 8 behandelt. Hier sollen daher lediglich in groben Zügen mögliche Verbindungen von DSS und XPS aufgezeigt werden.

Je nach Art und Umfang der Einbeziehung von Ansätzen der KI/Wissensverarbeitung unterscheiden Gluchowski et al. (2008) vier Verbindungsformen, hier bezeichnet als **KI-basierte Decision-Support-Systeme**:

- DSS, die in Teilbereichen durch wissensbasierte Bestandteile erweitert werden.
- DSS, die Expertensysteme als eigenständige Komponente enthalten.
- DSS, die auf externe, autonome Expertensysteme zugreifen.
- DSS, die selbst Expertensysteme darstellen.

Bei dem ersten Systemtyp werden lediglich DSS-Komponenten um wissensbasierte Bestandteile ergänzt. So lassen sich z. B. bei der Suche nach Optimallösungen „intelligente“ Graphensuchverfahren einsetzen, wie sie im KI-Bereich für die Suche in Wissensstrukturen, die sich als Graphen repräsentieren lassen, verwendet werden. Derartige Ergänzungen – bei dem genannten Beispiel der Methodenbank – führen zu keiner Veränderung der grundsätzlichen DSS-Struktur. Anders ist dies bei den drei letztgenannten Verbindungsformen. Sie schlagen sich in Änderungen oder Erweiterungen **der Systemstruktur** nieder. Abb. 7.29 enthält eine Übersicht der Strukturformen KI-basierter DSS.

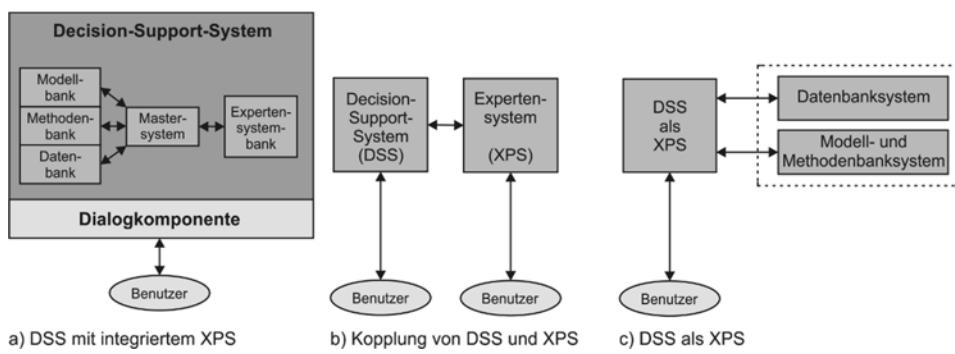


Abb. 7.29 Formen KI-basierter Decision-Support-Systeme (vgl. Gluchowski et al. (1997), S. 259 ff.)

Bei DSS mit integriertem XPS (vgl. Abb. 7.29 a)) kommt zu den üblichen Komponenten eines DSS, also Modell-, Methoden- und Datenbank, eine Expertensystem-Bank (XPS-Bank) hinzu. Sie enthält eines oder mehrere XPS, die an der Lösung von Entscheidungsproblemen mitwirken können. Die Vorgehensweise wird von einer zentralen Steuerungskomponente, dem Mastersystem, gesteuert und überwacht. Der Benutzer greift über eine Dialogkomponente auf das Gesamtsystem zu. Ihm bleibt daher der systeminterne Ablauf weitgehend verborgen.

Im Fall der Kopplung von DSS und XPS (vgl. Abb. 7.29 b)), werden zwei autonome Systeme über eine Schnittstelle bzw. einen Kopplungsmechanismus miteinander verbunden. Jedes der beiden Systeme kann einerseits eigenständig – quasi als separates DSS oder als separates XPS – zur Lösung jeweils spezifischer Probleme genutzt werden. Andererseits, und darauf zielt hier die Kopplung ab, besteht für das DSS die Möglichkeit des Zugriffs auf die Dienste des XPS. Diese können sich z. B. auf die Bereitstellung von Analysedaten beziehen, die bei der Bearbeitung eines Planungsproblems mit dem DSS benötigt werden.

Unter DSS als XPS (vgl. Abb. 7.29 c)) wird eine Verbindungsform verstanden, die in der Nutzung eines XPS als Entscheidungsunterstützungssystem besteht. Das System weist die Architektur und die Funktionalität eines XPS auf, kann jedoch zur Bearbeitung DSS-typischer Planungsprobleme eingesetzt werden. Dies kann den Zugriff zu externen Datenbank- sowie Modell- und Methodenbanksystemen erforderlich machen. Jedoch sind auch Lösungen denkbar, bei denen diese Komponenten in das XPS integriert werden.

Potenzielle Anwendungsgebiete von KI-basierten DSS liegen nach Gluchowski et al. ((1997), S. 264) dort, wo Expertenwissen knapp oder nur unvollständig vorhanden ist und wo es sich ständig verändert. Als Problemfelder für die Anwendung kommen vor allem Diagnose- und Beratungsprobleme sowie Konstruktions- und Planungsprobleme in Frage, wie sie z. B. in den betrieblichen Funktionsbereichen Vertrieb, Produktion und Rechnungswesen auftreten. Als konkretes Beispiel sei der Einsatz wissensbasierter Komponenten zur Entscheidungsunterstützung im Rahmen von Just-in-Time-Produktionssystemen genannt (vgl. Lackes (1995), S. 245 ff.).

Während Expertensysteme bislang lediglich als Komponenten von KI-basierten DSS eingordnet wurden, sollen sie nun im folgenden Abschnitt als eigenständige wissensbasierte Planungssysteme bzw. Decision-Support-Systeme abgegrenzt und näher betrachtet werden.

7.3.5 Expertensysteme

Im vorliegenden Abschnitt werden zunächst Begriff, Ziele und Aufbau von Expertensystemen behandelt (vgl. Abschn. 7.3.5.1). Es folgt eine nähere Betrachtung der prinzipiellen Funktionsweise von Expertensystemen in zwei Schritten. Im ersten Schritt wird

die formale Repräsentation von Wissen erörtert, die eine grundlegende Voraussetzung für die computergestützte Wissensverarbeitung darstellt (vgl. Abschn. 7.3.5.2). Darauf aufbauend kann dann der Inferenzmechanismus erläutert werden, der für die Generierung neuen Wissens von zentraler Bedeutung ist (vgl. Abschn. 7.3.5.3). Abschließend folgen einige Anmerkungen zur Entwicklung von Expertensystemen und zu ihren Anwendungsbereichen (vgl. Abschn. 7.3.5.4).

7.3.5.1 Begriff, Ziele und Aufbau von Expertensystemen

► Als **Expertensysteme**, auch wissensbasierte Systeme genannt, bezeichnet man Anwendungssysteme, die der Speicherung des Wissens von Experten in einem abgegrenzten Problembereich (Anwendungsdomäne), der Nutzung des Expertenwissens zur automatischen Lösung von Problemen der Anwendungsdomäne mittels Schlussfolgerungsmechanismen und der Erklärung und Begründung der generierten Problemlösungen durch Verdeutlichung der Schlussfolgerungsprozesse dienen (vgl. Gabriel (1992)).

Keinesfalls sollen und können Expertensysteme menschliche Problemlöser ganz ersetzen, sie sollen diese vielmehr beraten und entlasten. Expertensysteme sind wissensbasierte Systeme, die Planungs- und Entscheidungsprozesse unterstützen und somit wissensbasierte Decision-Support-Systeme darstellen. Entsprechend verfolgt man mit Expertensystemen folgende Ziele:

- Zusammenfassung des für eine Anwendungsdomäne verfügbaren (Problem-lösungs-) Wissens vieler Experten, um die Qualität der generierten Problemlösungen zu erhöhen.
- Generierung von Problemlösungen für viele Benutzer, und insbesondere auch für Benutzer, die (noch) über wenige Problemlösungserfahrungen verfügen.
- Entlastung von Benutzern, die routinemäßig mit der Lösung von Problemen einer Anwendungsdomäne befasst sind und denen jeweils nur ein enges Zeitbudget zur Verfügung steht.
- Verbesserung der Nachvollziehbarkeit und Akzeptanz von Problemlösungen durch Offenlegung der durchlaufenen Kette von Schlussfolgerungen.

Insgesamt sollen Expertensysteme somit vor allem zur Erhöhung der Qualität und der Geschwindigkeit von Problemlösungsprozessen beitragen.

Abb. 7.30 zeigt den Aufbau eines Expertensystems. Dargestellt ist eine 3-Schichten-Architektur mit zwei Gruppen von Akteuren: Experten, die ihr Wissen für die Speicherung in der Wissensbasis zur Verfügung stellen, und Benutzer, die das System im Rahmen der Lösung von Problemen einsetzen.

Mit den dargestellten Systemkomponenten verbinden sich etwa folgende Zwecke:

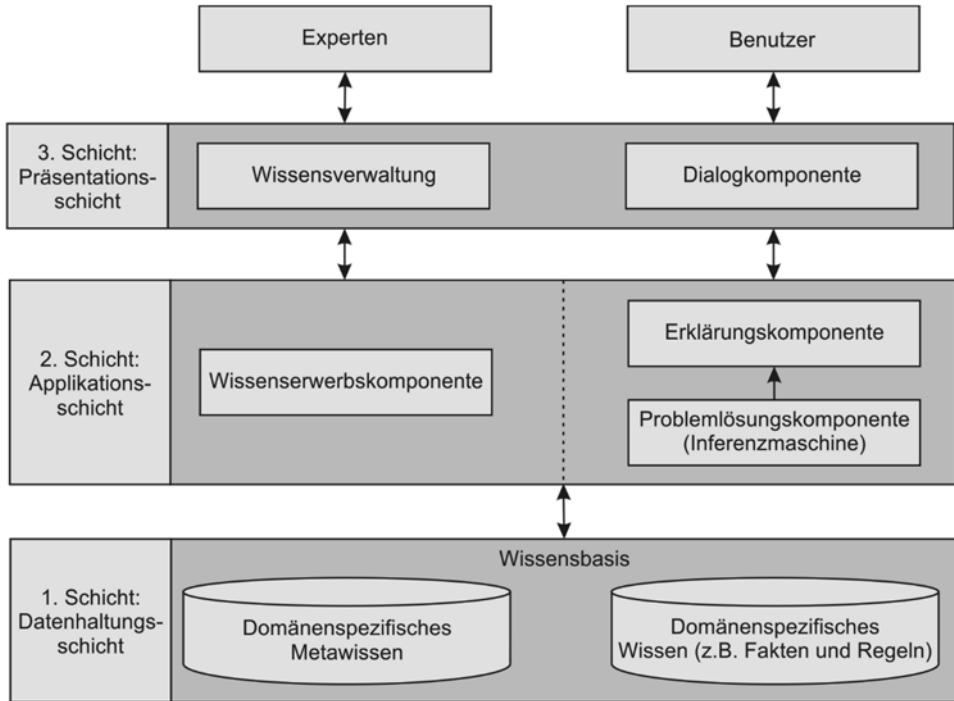


Abb. 7.30 Architektur eines Expertensystems

- In Verbindung mit der Präsentationskomponente, insbesondere dem Client Wissensverwaltung, gestattet die **Wissenserwerbskomponente** den Aufbau, die Pflege und Überprüfung der Wissensbasis durch ausgewiesene und befugte Experten. Neben der Formulierung und Eingabe des Wissens von außen kann der Wissenserwerb auch automatisiert werden, indem das aus der Lösung von Problemen resultierende neue Wissen der Wissensbasis hinzugefügt wird. In diesem Fall liegt das Verhalten eines selbst lernenden Systems vor.
- Die **Dialogkomponente** ermöglicht den Benutzern die Eingabe von Problemdaten (Fakten) sowie die Generierung und den Nachvollzug von Lösungen mit der Problemlösungs- und der Erklärungskomponente.
- Die **Problemlösungskomponente** (Inferenzmaschine) erzeugt Lösungen durch die sukzessive Verknüpfung von Problemdaten und domänenpezifischem Expertenwissen in Schlussfolgerungsprozessen.
- Die **Erklärungskomponente** verdeutlicht das Vorgehen der Problemlösungskomponente und versetzt den Benutzer in die Lage, den Schlussfolgerungsmechanismus zu überprüfen und gegebenenfalls Änderungen/Ergänzungen an der Wissensbasis vorzunehmen.

- Die **Wissensbasis** enthält domänen spezifisches Wissen, das sich aus lösungsorientiertem Wissen (z. B. Regeln) und problembezogenem Wissen (z. B. Fakten) zusammensetzt. Darüber hinaus kann die Wissensbasis auch domänen spezifisches Metawissen einschließen, das z. B. das Vorgehen der Inferenzmaschine mit Hilfe von Metaregeln von außen steuert. Solche Metaregeln können z. B. Aussagen über die Anwendung alternativ einsetzbarer Regeln im Inferenzprozess machen.

7.3.5.2 Wissensrepräsentation

Schlussfolgerungs- und Erklärungsmechanismen basieren auf einem differenzierten Wissensbegriff und insbesondere auf einer Formalisierung von Wissen. Von grundlegender Bedeutung ist hierbei die Unterscheidung nach

- deklarativem Wissen und
- prozedurem Wissen.

Deklaratives Wissen beschreibt den bekannten Zustand eines Fachgebiets oder einer Anwendungsdomäne in Form von Fakten und Erfahrungswerten sowie ihrer Interdependenzen und Assoziationen. In deklarativen Wissen nicht enthalten sind Methoden und Regeln zur Anwendung dieses Wissens. Zur formalen Repräsentation von deklarativen Wissen eignen sich z. B.:

- die Prädikatenlogik und
- semantische Netze.

Die **Prädikatenlogik erster Ordnung** gestattet bereits die formale Repräsentation von Fakten und von Relationen. Folgendes einfache Beispiel verdeutlicht dies:

- Das Faktum „Maier ist ein Mitarbeiter“ wird repräsentiert durch das Prädikat:
Mitarbeiter(Maier)
- Die Relation „Maier ist Vorgesetzter von Müller“ wird repräsentiert durch das Prädikat
Vorgesetzter_von (Maier, Müller)

Semantische Netze verwenden eine grafische Notationsform zur Darstellung von Fakten und Relationen. Im Grunde stellen bereits die zur Datenmodellierung entwickelten ER-Diagramme eine spezielle Form von semantischen Netzen dar. Die in ER-Diagrammen üblichen Relationen können jedoch erheblich erweitert werden. Mit Relationen wie „Anzahl_von“, „Hat_ein“, „Zustand_ist“, „Vorgesetzter_von“ und „Autor_von“ lässt sich das in semantischen Netzen niedergelegte Wissen erheblich verfeinern und erweitern. Ein sich selbst erklärendes Beispiel für ein semantisches Netz zeigt Abb. 7.31.

Prozedurales Wissen stellt Methoden, Regeln und heuristische Vorgehensweisen bereit, die auf deklaratives Wissen angewandt werden und damit der Lösung von Problemen einer Anwendungsdomäne dienen. Die Menge der für ein Problem existierenden Lösungen

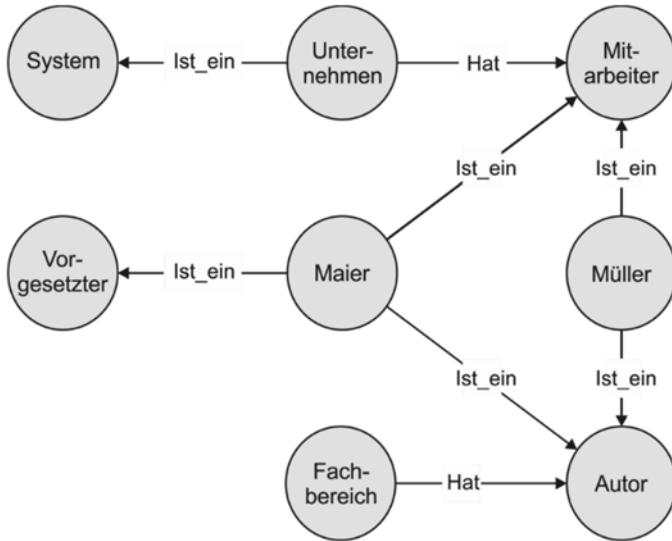


Abb. 7.31 Wissensrepräsentation in Form eines semantischen Netzes

wird auch als Lösungsraum bezeichnet. Prozedurales Wissen soll es ermöglichen, die Suche nach Lösungen auf besonders aussichtsreiche Bereiche des Lösungsraumes zu konzentrieren und gute Lösungen mit möglichst geringem Aufwand zu finden. Zur formalen Repräsentation von prozedurellem Wissen eignen sich z. B. Produktionssysteme.

Ein **Produktionssystem** umfasst eine Menge von Regeln zur formalen Darstellung des prozeduralen Wissens über eine Anwendungsdomäne. Eine Regel beschreibt hierbei die Verknüpfung von Prämissen (Bedingungen) und Konklusionen (Schlussfolgerungen). Prämisse stellen z. B. vorgegebene Fakten dar, während Konklusionen aus neuen Fakten oder auszuführenden Aktionen bestehen können.

Bei dem folgenden Beispiel für eine einfache Regel besteht die Konklusion aus einer empfohlenen Aktion:

WENN	Investitionssumme > 5000 Euro	} Prämisse
UND	Gewinnerwartung = "mittel"	
UND	Anlagenrisiko = "gering"	
DANN	Anlageform = "Rentenpapier"	- Konklusion

Eine Repräsentationsform, die gleichermaßen **deklaratives** und **prozedurales Wissen** einschließt, ist der objektorientierten Analyse entlehnt und beschreibt Wissen in Form von **Frames** (Rahmen). Frames dienen der Spezifikation von Objekten, die hier Fakten und Relationen enthalten. Hierzu ist ein Frame in so genannte Slots untergliedert, die Eintragungen wie Werte, Vorbelegungen (Defaultwerte), Prozeduren und Prozeduraufrufe aufnehmen können.

7.3.5.3 Inferenzmaschine

Generell soll eine **Inferenzmaschine** aus vorhandenem Wissen Schlüsse (Inferenzen) ziehen und damit neue Fakten generieren. In dem hier betrachteten Fall der regelbasierten Systeme, d. h. der auf Produktionssystemen basierenden Expertensysteme, geschieht dies durch das Durchsuchen eines Lösungsraums, der durch miteinander vernetzte Regeln definiert wird. Realisiert wird die Lösungssuche durch das Zusammenspiel zweier zentraler Komponenten der Inferenzmaschine (vgl. hierzu Hayes-Roth et al. (1983), S. 17), die als dritte Komponente den hier nicht weiter betrachteten Konsistenzprüfer zur Überprüfung und ggf. Korrektur von Lösungen einführen):

- der Interpretationskomponente (Interpreter) und
- die Kontrollkomponente (Scheduler).

Ausgehend von den durch eine Problemstellung gegebenen Fakten wertet die Interpretationskomponente zunächst durch die Fakten unmittelbar betroffene Regeln aus und legt die generierten neuen Fakten in der Wissensbasis ab. Der Regelvernetzung folgend werden nun die Regeln ermittelt, die durch die neuen Fakten betroffen sind. Diese Regeln werden dann ebenfalls ausgewertet, die erzeugten neuen Fakten in der Wissensbasis gespeichert usw. Diese Suche durch Regelverkettung endet, bis eine Lösung ermittelt ist und aus den gespeicherten neuen Fakten zusammengesetzt werden kann.

Für die Ableitung neuer Fakten und Konklusionen gibt es nun zwei grundlegende Verkettungsstrategien:

- die Vorwärtsverkettung (engl. forward-chaining) und
- die Rückwärtsverkettung (engl. backward-chaining).

Die **Vorwärtsverkettung** beruht auf dem Schlussfolgerungsgesetz des **modus ponens**. Dieses fordert die Prüfung der Prämissen einer Regel. Wenn diese zutrifft (wahr ist), „feuert“ die Regel und die Konklusion wird ebenfalls wahr. Hierzu ein Beispiel, bei dem p und q Aussagen darstellen:

Modus ponens	
Regel	: WENN p DANN q
Fakt	: p ist wahr
Schlussfolgerung	: $\rightarrow q$ ist wahr

Bei der Vorwärtsverkettung wird demnach ein vernetztes System von Regeln in der Richtung der Schlussfolgerung von Prämissen auf Konklusionen durchlaufen – wie es der Modus ponens vorsieht. Genau umgekehrt ist es bei der **Rückwärtsverkettung**. Hier wird, dem Gesetz des **Modus tollens** folgend, von der Gültigkeit von Konklusionen auf die Gültigkeit von Prämissen geschlossen. Es wird also von möglichen Ergebnissen aus-

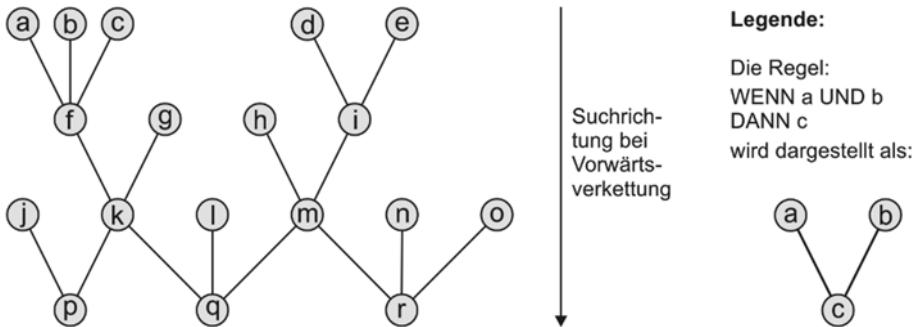


Abb. 7.32 Beispiel für vernetzte Regeln in Form eines Regelbaums

gegangen und, z. B. zwecks Bestätigung oder Verwerfung einer Hypothese, durch die Auswertung von Regeln auf die für die Ergebnisse nötigen Prämissen geschlossen.

Aufgabe der Kontrollkomponente ist es, die Reihenfolge vorzugeben, in der die Regeln im Schlussfolgerungsprozess ausgewertet werden. Im Allgemeinen bilden die miteinander vernetzten Regeln einen Regelbaum. Bei dem in Abb. 7.32 gezeigten Beispiel eines Regelbaums bezeichnen a, b, \dots, r Aussagen, die gegebene oder neu erzeugte Fakten darstellen. Auf einen Regelbaum können nun unterschiedliche **Suchstrategien** angewandt werden. Man unterscheidet zwischen:

- uninformativen Suchstrategien und
- informierten Suchstrategien.

Uninformierte Suchstrategien verwenden keine weiteren Informationen zur Steuerung der Suche. Zu dieser Gruppe gehören die beiden elementaren Strategien der Breitensuche und der Tiefensuche:

- Bei der **Breitensuche** wird Ebene für Ebene in Suchrichtung vorgegangen. Hierbei werden im Falle der Vorwärtsverkettung jeweils nur die Regeln ausgewertet, für die die Prämissen aufgrund gegebener oder neu erzeugter Fakten erfüllt sind. Stellen bei dem Regelbaum in Abb. 7.32 z. B. die Aussagen a, b, c, d und e in der ersten, g und h in der zweiten sowie l in der dritten Ebene die gegebenen Fakten dar, so verläuft die Suche wie folgt:

1. Ebene: Da a, b, c sowie d, e gegeben sind, können beide Regeln,

nämlich WENN a UND b UND c DANN f

sowie WENN d UND e DANN i

feuern. Neu erzeugte Fakten sind die Aussagen f und i .

2. Ebene: Da f, g sowie h, i gegeben sind, können auch hier beide Regeln,

nämlich WENN f UND g DANN k

sowie WENN h UND i DANN m

feuern. k und m sind somit neu erzeugte Fakten.

3. Ebene: Da neben k und m lediglich l gegeben ist, kann nur die Regel
WENN k UND l UND m DANN q
feuern und q als neues Faktum ableiten.

Bei vorwärtsverketteter Breitensuche werden im gegebenen Beispiel also neue Fakten in der Reihenfolge f, i, k, m und q generiert.

- Bei der **Tiefensuche** wird der Suchprozess mit Vorrang in die Tiefe des Regelbaums gelenkt. Im Falle der Vorwärtsverkettung also von einer Regel der obersten Ebene ausgehend hin zu Regeln immer tieferer Ebenen. In die Breite des Regelbaums wird nur in dem Maße verzweigt, wie es für die Regelauswertung unerlässlich ist. Sind für den Regelbaum in Abb. 7.32 wiederum die Aussagen a, b, c, d, e, g, h und l als Fakten gegeben, so ergibt sich folgender Suchverlauf (Vorgehen von links nach rechts im Regelbaum):
 1. Schritt: Die Auswertung der Regel **WENN a UND b UND c DANN f** liefert das Faktum f .
 2. Schritt: In die Tiefe vorangehend liefert die Auswertung der Regel **WENN f UND g DANN k** das Faktum k .
 3. Schritt: Aufgrund fehlender Fakten kann die Suche nicht weiter in die Tiefe voranschreiten. Notwendig ist daher hier ein Rücksprung in die oberste Ebene, um sukzessive benötigte Fakten abzuleiten. Ausgewertet wird daher die Regel **WENN d UND e DANN i** . Als neues Faktum liegt nun i vor.
 4. Schritt: Durch Auswertung der Regel **WENN h UND i DANN m** wird das Faktum m erzeugt, dessen Fehlen den Rücksprung ausgelöst hatte.
 5. Schritt: Nun kann durch Auswertung der Regel **WENN k UND l UND m DANN q** schließlich mit der Erzeugung des Faktums q die Suche abgeschlossen werden.
- Die vorwärtsverkettete Tiefensuche führt im gegebenen Beispiel somit zur Ableitung neuer Fakten in der Reihenfolge f, k, i, m und q .

Anders als die Breitensuche beschreibt die Tiefensuche etwa das Vorgehen eines menschlichen Experten, der immer mehr ins Detail gehende Untersuchungen anstellt, um z. B. als Arzt zu einer Lösung/Diagnose zu gelangen. Die Breitensuche gewährleistet dagegen, dass bei Regelbäumen der betrachteten Art die Suche zu einer Lösung in minimaler Tiefe führt. Breiten- und Tiefensuche besitzen den Nachteil, dass sie im Falle komplexer Probleme große Teile der Regelbäume entwickeln müssen, um gute Lösungen zu finden.

Informierte Suchstrategien nutzen zusätzliche, problembezogene Informationen, um die Suche gezielt in aussichtsreiche Bereiche des Lösungsraums zu lenken. Meist setzt sich die Lösung eines Problems aus den im Suchverlauf generierten neuen Fakten zusammen. Entsprechend definieren noch nicht erzeugte Fakten ein noch ungelöstes „Restproblem“. Informationen zur gezielten Steuerung der Suche können daher z. B. durch die Bewertung des Restproblems gewonnen werden. Beispiele für informierte Suchverfahren sind die Best-First-Suche sowie das A*-Verfahren.

7.3.5.4 Entwicklung und Anwendung von Expertensystemen

Für die Entwicklung von Expertensystemen bieten sich im Grunde zwei Vorgehensweisen an:

- die vollständige Programmierung eines Expertensystems und
- die Nutzung einer Expertensystem-Shell.

Was die Programmierung von Expertensystemen anbelangt, sind folgende Querbeziehungen zu berücksichtigen. Expertensysteme haben ihre Wurzeln im Bereich der **Künstlichen Intelligenz (KI)**, d. h. einer wissenschaftlichen Disziplin, die auf die Nachbildung intelligenten menschlichen Lern-, Analyse- und Problemlösungs-Verhaltens mittels rechnergestützter Modelle und Methoden abzielt. Neben Robotik, Mustererkennung, Bild- und Sprachverarbeitung zählen insbesondere auch Expertensysteme zu den KI-Anwendungen. Für die Bearbeitung von KI-Problemen entwickelte Programmiersprachen eignen sich daher unmittelbar zur Programmierung von Expertensystemen. Zu diesen „Sprachen der Künstlichen Intelligenz“ (**KI-Sprachen**) gehören vor allem:

- funktionale Programmiersprachen, wie z. B. die Sprache LISP, und
- logische Programmiersprachen, wie z. B. die Sprache PROLOG.

Eine **Expertensystem-Shell** ist eine Entwicklungsumgebung für Expertensysteme, die sämtliche Systemkomponenten in Form eines „leeren“ Expertensystems bereitstellt. Zur Realisierung von Expertensystem-Anwendungen stellt eine Shell benutzerfreundliche Sprachmittel zur Verfügung. Sie gestatten:

- den Aufbau und die Pflege der Wissensbasis durch die Eingabe von Fakten und Regeln,
- die Durchführung von Tests und Überprüfungen zur Sicherstellung der Konsistenz der Wissensbasis,
- die (interaktive) Generierung von Lösungen für eingegebene Probleme und
- die Aufbereitung von Ergebnissen, z. B. in tabellarischer und grafischer Form.

Expertensysteme werden in fast allen betrieblichen Funktionsbereichen angewandt (vgl. hierzu die Studien von Mertens und Weissenfluh (1990)). Anwendungsschwerpunkte sind die Bereiche Produktion, Forschung und Entwicklung/Produktgestaltung, Vertrieb und Verwaltung. Darüber hinaus werden Expertensysteme auch in den Bereichen Lagerhaltung/Beschaffung, Finanzierungs- und Investitionsplanung, Rechnungswesen/Controlling und Personalwirtschaft eingesetzt. Dabei haben sich folgende Systemtypen herausgebildet, die auf die Bearbeitung spezifischer Aufgaben zugeschnitten sind (vgl. hierzu Mertens (1990), S. 525 f.):

- **Diagnosesysteme** zur Analyse und Klassifizierung von Problemfällen auf der Basis einer Reduktion umfangreichen Datenmaterials sowie gegebenenfalls durch Ver-

wertung unsicheren Wissens. Als Beispiel sei die Aufdeckung von Schwachstellen im Fertigungsbereich genannt.

- **Expertensysteme** zur Generierung von Situationsberichten, die auch Elemente einer Beratung oder „Therapie“ einschließen können, auf der Grundlage von Diagnosedaten. Ein Beispiel ist die Erstellung von Bilanzanalysen.
- **Beratungssysteme** zur Erteilung von Handlungsempfehlungen im Benutzerdialog, die jeweils konkrete Problemfälle betreffen. Ein Beispiel ist die Erstellung von Anweisungen zur Fehlerbeseitigung in der Produktion.
- **Konfigurationssysteme** zur Auswahl einzelner Komponenten aus einer meist großen Anzahl von Alternativen und Zusammenstellung der Komponenten zu einer komplexen Anlage unter Berücksichtigung technischer Restriktionen und Benutzeranforderungen. Als Beispiel sei die Konfiguration eines Computersystems genannt.
- **Entscheidungssysteme** zur automatischen Generierung von Entscheidungen, die sich innerhalb vorgegebener Kompetenzgrenzen bewegen. Ein Beispiel ist die Klassifikation von Eingangspost und ihre automatische Zuteilung an Sachbearbeiter.

Expertensysteme stellen, wie oben bereits erklärt, wissensbasierte Decision-Support-Systeme dar und lassen sich somit in Lösungsansätze des Business Intelligence, wie im folgenden Abschn. 7.4 gezeigt wird, integrieren.

7.4 Business Intelligence und Business Analytics

Anwendungssysteme, die das Management bei seinen Tätigkeiten unterstützen, werden bekanntlich als Management-Support-Systeme (MSS) mit den Orientierungen Data Support und Decision Support bezeichnet. Bereits seit den 1960er-Jahren werden die verschiedenen MSS-Ausprägungen wie MIS, DSS und EIS in Unternehmen eingesetzt. Neben der Unterstützung des Managements bei der Planung und Kontrolle rücken allerdings immer mehr analyseorientierte Anwendungen in den Vordergrund. Für innovative IT-Lösungen zur Unternehmensanalyse, -planung und -steuerung hat sich seit Ende der 1990er-Jahre der Begriff „Business Intelligence“ (BI) etabliert (vgl. Gluchowski et al. (2008), S. 89 f.; Kemper et al. (2004)). Der vorliegende Abschnitt befasst sich mit Begriff, Konzepten und Systemen des Business Intelligence, wobei dem Data Warehouse als bedeutendster Realisierungsform von BI-Systemen breiterer Raum eingeräumt wird. Zunächst erfolgt eine Einordnung und Abgrenzung des Business Intelligence (vgl. Abschn. 7.4.1). Anschließend werden die Data-Warehouse-Systeme mit ihren Konzepten und Architekturen vorgestellt, wobei die auf Analysezwecke ausgerichtete mehrdimensionale Datenmodellierung besondere Beachtung findet (vgl. Abschn. 7.4.2). Danach folgen Ausführungen zur Datenanalyse mit Methoden wie OLAP und Data Mining sowie zu Analysewerkzeugen (vgl. Abschn. 7.4.3). Abschließend werden die Themen Big Data und Analytics behandelt (vgl. Abschn. 7.4.4).

7.4.1 Einordnung und Abgrenzung der Business Intelligence

Eine Einordnung und Abgrenzung von BI ist schwierig, da eine Vielfalt von Konzepten und Technologien unter dem BI-Begriff subsumiert wird. Einerseits wurde der BI-Begriff etwa wie folgt umschrieben (vgl. Anandarajan et al. (2004), S. 18 f.):

► „**Data analysis**, reporting, and query tools can help business users wade through a sea of data to synthesize valuable information from it – today these tools collectively fall into a category called ‚**Business Intelligence**‘.“

Ein Grundkonsens besteht andererseits darin, dass es sich um Konzepte und Technologien mit einem entscheidungsunterstützenden Charakter behandelt. Die Vielfalt der Konzepte und Technologien lässt sich in ein zweidimensionales Ordnungsschema einordnen, das auf der vertikalen Achse die beiden Prozessschwerpunkte Datenbereitstellung und Datenauswertung und auf der horizontalen Achse die beiden Orientierungen Technik und Anwendung vorsieht (vgl. Abb. 7.33). Nach einer Positionierung der verschiedenen Konzepte und Technologien lassen sich nun Bereiche für ein enges, ein analyseorientiertes und ein weites BI-Verständnis abgrenzen:

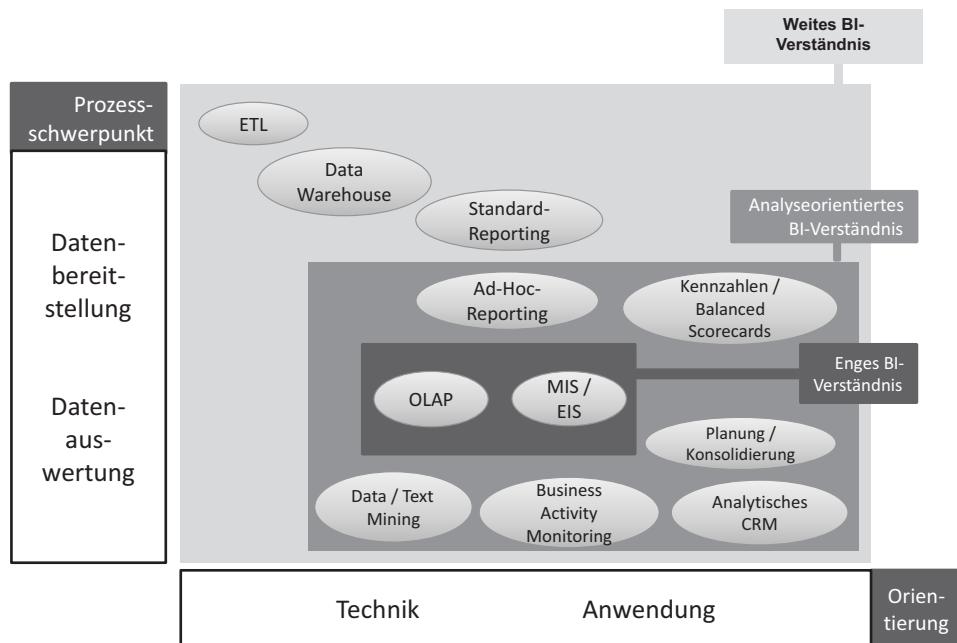


Abb. 7.33 Einordnung von Konzepten und Technologien des BI (vgl. Gluchowski et al. (2008))

- Das enge BI-Verständnis schließt lediglich die analyseorientierten Systeme und Produkte ein, die der Auswertung, Aufbereitung und Präsentation multidimensional organisierter Daten dienen – also z. B. OLAP- und FIS-Werkzeuge.
- Das analyseorientierte BI-Verständnis schließt neben OLAP- und FIS-Werkzeugen weitere Analyseinstrumente wie etwa Text und Data Mining, analytisches CRM sowie Balanced-Scorecard- und Kennzahlensysteme ein.
- Das weite BI-Verständnis erstreckt sich auf alle Systeme und Systemkomponenten, die der Aufbereitung von internen und externen Daten zur Informations- und Wissensgenerierung dienen, und umfasst zudem Auswertungs- und Präsentationsfunktionalität.

Anzustreben ist allerdings ein integrierter BI-Gesamtansatz, der isolierte oder punktuelle Einzelsysteme, die nur einzelne Aspekte aufgreifen und häufig auf isolierten Datenbasen aufbauen, vermeidet. Ein solcher Gesamtansatz sollte als ein generisches BI-Konzept vorgegeben werden, das den Rahmen für die – gegebenenfalls stufenweise realisierte – unternehmensindividuelle Gestaltung der jeweiligen BI-Lösung bildet. Ein derartiges BI-Rahmenkonzept ist in Abb. 7.34 dargestellt.

Das BI-Rahmenkonzept weist eine Schichtenarchitektur auf. Sie lässt einige Analogien zu der in Abb. 7.36 gezeigten Architektur eines Data-Warehouse-Systems erkennen, da ein Data Warehouse letztlich eine mögliche Realisierung des BI-Rahmenkonzepts darstellt.

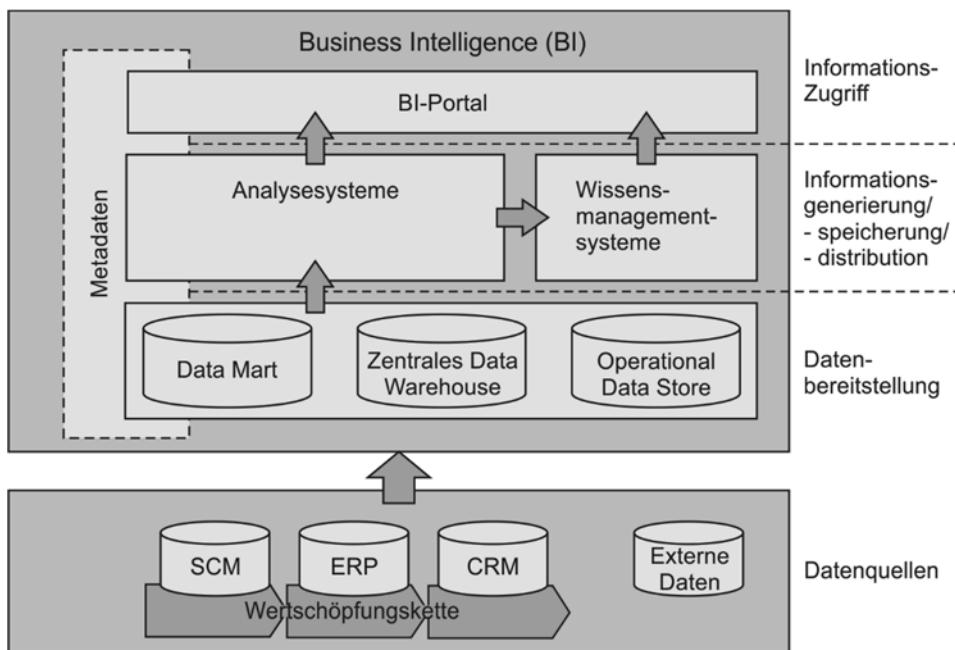


Abb. 7.34 BI-Rahmenkonzept (in Anlehnung an Kemper et al. (2004), S. 665 f.)

Interne und externe Datenquellen bilden die Basis für die Extraktion der bereitzustellenden Daten. Als interne Quellen stehen vor allem die an der Wertschöpfungskette ausgerichteten SCM-, ERP- und CRM-Systeme mit ihren auf den Leistungserstellungs- und -verwertungsprozess ausgerichteten Daten zur Verfügung. Hinzu kommen diverse externe Datenquellen.

In der Schicht der **Datenbereitstellung** werden einerseits themenbezogene und auch historienbildende Daten in Data Marts und in dem zentralen Data Warehouse vorgehalten. Hinzu kommt der Operational Data Store, der aktuelle Daten aus den operativen Systemen bereitstellt.

In der Schicht der **Informationsgenerierung/-speicherung/-distribution** dienen verschiedene Analysesysteme (vgl. hierzu die unter „Analyseorientiertes BI-Verständnis“ ausgewiesenen Systeme) der Erzeugung, Erkennung und Entdeckung (verborgener) Informationen und Zusammenhänge. In Ergänzung dazu dienen Wissensmanagementsysteme der Archivierung und Bereitstellung des mit Analysesystemen generierten Wissens für andere Entscheidungsträger.

In der Schicht des **Informationszugriffs** gestatten BI-Portale einen komfortablen Zugang zu den verschiedenen Analysesystemen und dem Wissensmanagementsystem. Der Zugang zu dem BI-Portal erfolgt über das firmeneigene Intranet.

Als Vorteile des Einsatzes von BI-Systemen lassen sich nennen (vgl. auch Gluchowski et al. (2008), S. 355):

- Zugriff auf geschäftsbezogene Informationen nach sach- und problembezogenen sowie auch multidimensionalen Kriterien.
- Einfache und vielfältige Aggregation und Disaggregation von Informationen nach unterschiedlichen Kriterien.
- Unterstützung vielfältiger, geschäftsbezogener Analysen von der Aufdeckung verborgener Zusammenhänge bis hin zur Identifikation relevanter Entwicklungen.
- Bereitstellung vielfältiger Indikatoren und Kennzahlen zur Beurteilung der Geschäftsentwicklung.
- Bereitstellung von Informationen zur Beurteilung und Kontrolle von Unternehmens-/Geschäftsprozessen.
- Informationsdarstellung und -präsentation in verständlichen Darstellungsformen mit multimedialen Techniken (Daten, Text, Grafiken, Bilder, Sprache).

7.4.2 Data-Warehouse-Systeme

Ein in den 1980er-Jahren durchgeführtes internes Projekt der Firma IBM, betitelt mit European Business Information System (EBIS), bildete den Ausgangspunkt des in der Folgezeit entwickelten Data-Warehouse-Konzeptes. Das Projekt verfolgte den Gedanken der Bereitstellung eines unternehmensweiten Datenpools, in dem heterogene Daten aus unterschiedlichen Quellen zusammengeführt und in einheitlicher Form aufbereitet wer-

den. Geschaffen werden sollte so eine einheitliche, interne und externe Daten integrirende Datenbasis für alle managementbezogenen Anwendungssysteme in Unternehmen und zwar in strikter Trennung von den operativen Anwendungssystemen (vgl. Mucksch und Behme (1997), S. 33 f.). Im Folgenden werden zunächst das Data-Warehouse-Konzept (vgl. Abschn. 7.4.2.1) und seine Erweiterung in Form von „Data Marts“ (vgl. Abschn. 7.4.2.2) näher charakterisiert. Danach wird die Architektur von Data-Warehouse-Systemen betrachtet (vgl. Abschn. 7.4.2.3) und abschließend die für das Data-Warehouse-Konzept typische mehrdimensionale Datenmodellierung (vgl. Abschn. 7.4.2.4).

7.4.2.1 Das Data-Warehouse-Konzept

Letztlich stellt das **Data-Warehouse-Konzept** eine Reaktion auf folgende, das Entscheidungsverhalten des Managements betreffende Entwicklungstendenzen dar:

- Das Volumen von weltweit verfügbaren Informationen verdoppelt sich jeweils in etwa 20 Monaten (vgl. Bissanz et al. (1997), S. 439).
- Die Heterogenität der verfügbaren Informationen hat deutlich zugenommen (neben strukturierten Informationen auch Text, Grafik, Audio und Video).
- Globalisierung und Dynamisierung der Märkte erfordern Managemententscheidungen in immer kürzeren Zeitspannen.

Zudem verändern Konzepte wie Lean Management das Entscheidungsgefüge in den Unternehmen. Nach Mucksch und Behme ((1997), S. 11) müssen „Mitarbeiter aller Ebenen in die Lage versetzt werden, Informationen aus unterschiedlichsten Quellen selbstständig zu extrahieren, transformieren ... und ... analysieren“.

Wie ein Data Warehouse beschaffen sein muss, um diesem Zweck gerecht zu werden, geht aus folgender an Inmon (1993) angelehnter Begriffsabgrenzung hervor:

- Ein **Data Warehouse** ist eine „subjektorientierte, integrierte, dauerhafte und zeitorientierte Datensammlung zur Unterstützung von Managemententscheidungen“.

Der Datenbestand eines Data Warehouse sollte demnach vier wesentliche Charakteristika aufweisen: Subjekt-/Themenorientierung, Vereinheitlichung, Zeitorientierung und Beständigkeit/Nicht-Volatilität.

Die Themenorientierung betrifft die Auswahl der in das Data Warehouse einzubehziehenden Daten. Anders als bei den auf die Verarbeitung einzelner Geschäftsvorfälle ausgerichteten operativen Systemen stehen hier Betrachtungsobjekte des Managements wie z. B. Produkte, Regionen und Kunden im Vordergrund.

Vor ihrer Übernahme in das Data Warehouse sind die aus heterogenen Quellen stammenden und daher teils redundanten und inkonsistenten Daten zu bereinigen und zu vereinheitlichen. Die Vereinheitlichung betrifft z. B. verwendete Maßeinheiten, Datenformate und Attributnamen.

Die Zeitorientierung betrifft die Speicherung historischer Daten über längere Zeiträume. Zu diesem Zweck werden interessierende Größen wie Umsätze und Marktanteile mit so genannten **Zeitstempeln** versehen. Ermöglicht wird so die Analyse von Veränderungen mit z. B. Methoden der Zeitreihenanalyse.

Beständigkeit der Daten, auch **Nicht-Volatilität** genannt, bezeichnet die Unveränderlichkeit der übernommenen Daten. Anders als bei operativen Systemen werden Daten nicht durch aktuelle Werte überschrieben, sondern quasi schnappschussartig mit festen Datenwerten gespeichert. Aus der Eigenschaft der Nicht-Volatilität folgt, dass Analysen und Reports jederzeit mit identischem Ergebnis reproduzierbar sind.

Neben der angegebenen an Inmon angelehnten engen Definition, die ein Data Warehouse als eine Datensammlung mit spezifischen Merkmalen abgrenzt, gibt es auch weiter gefasste Begriffe. Ein Data Warehouse im weiteren Sinne umschließt neben der Datensammlung als Kernkomponente noch weitere Komponenten (vgl. auch Schinzer et al. (1999), S. 15): Die genutzten externen und internen Datenquellen, die Softwarekomponenten zur Extraktion, Bereinigung und Übernahme von Daten, die Softwarekomponenten zur Verdichtung und Archivierung von Daten sowie Werkzeuge zur Analyse, Aufbereitung und Präsentation von Daten. Es erscheint daher gerechtfertigt, im weiteren Sinne auch von **Data-Warehouse-Systemen** zu sprechen.

Hinsichtlich der Nutzenpotenziale von Data-Warehouse-Systemen ist zwischen technischen und ökonomischen Aspekten zu unterscheiden. Zu den **technischen** Nutzenpotenzialen gehören z. B.:

- die Bereitstellung einer integrierten Datenbasis für managementunterstützende Systeme,
- die Erschließung bislang nicht oder schwer erreichbarer Daten wie z. B. externer Daten oder historischer Daten und
- die Ermöglichung flexibler und insbesondere auch multidimensionaler Datenanalysen.

Ökonomische Nutzenpotenziale sind z. B.:

- die Erhöhung der Qualität von Managemententscheidungen aufgrund einer besseren Informationsversorgung,
- die Verbesserung der Wettbewerbsfähigkeit aufgrund der Möglichkeit, unternehmensrelevante Trends frühzeitig zu entdecken und gegebenenfalls erforderliche Maßnahmen umgehend einzuleiten und
- die ebenfalls wettbewerbsrelevante Erhöhung der Kundenzufriedenheit aufgrund verbesseter Kundenanalysen, wie sie z. B. durch die Möglichkeit der Verknüpfung von Daten unterschiedlicher Bereiche ermöglicht werden.

Mit der Möglichkeit der flexiblen Datenverknüpfung behebt das Data-Warehouse-Konzept eine Schwäche operativer Systeme: Verknüpfungen über viele und stets wechselnde Relationen/Dateien der operativen Datenbasis sind sehr aufwendig und zudem auf aktuelle

Werte beschränkt. Bei dem Data-Warehouse-Konzept geht es dagegen darum, nicht nur aktuelle Daten aus unterschiedlichen Bereichen so zu kombinieren, dass auch neue und weiterführende Erkenntnisse gewonnen werden können.

7.4.2.2 Data Warehouse und Data Marts

Entwicklungstendenzen in den Unternehmen wie verstärkte Kunden- und Prozessorientierung, Einführung flacherer Organisationsstrukturen (Lean Management) und Erweiterung der Entscheidungsspielräume von Mitarbeitern haben zu einer Kompetenzverlagerung hin zu unteren Managementebenen geführt. Auch auf den niedrigeren Hierarchiestufen bis hin zur Ableitungs- und Gruppenebene sind nun in verstärktem Maße Planungs- und Analyseaufgaben wahrzunehmen. Für ihre Unterstützung über die verschiedenen Fachabteilungen hinweg erweist sich ein zentrales Data Warehouse allerdings als zu schwerfällig und unflexibel. Diese Einschätzung hatte zwei bedeutsame konzeptionelle Konsequenzen:

- Erstens, die Erweiterung des Data-Warehouse-Konzepts durch die Einführung so genannter **Data Marts**.
- Zweitens, die durch die Verfügbarkeit von Data Marts angestoßene Neubestimmung des Verhältnisses zwischen operativen und analytischen Systemen, wie Data-Warehouse-Systeme aufgrund ihrer Analysefunktionen auch bezeichnet werden.

Über Zweck und Inhalte von Data Marts bestehen unterschiedliche Vorstellungen. Eine erste Auffassung reduziert die Motive für die Bildung von Data Marts auf Effizienzgesichtspunkte. Eine zweite Auffassung weist den Data Marts eine bestimmte Rolle zu. Sie wirkt sich auf deren Inhalte und deren Beziehung zu operativen Systemen aus. Beide Auffassungen werden nachfolgend erläutert.

Unter Gesichtspunkten wie Erhöhung der Performanz und Vereinfachung der Verwaltung ist es plausibel, Data Marts als Auszüge aus der zentralen Datenbasis eines Data Warehouse zu bilden, die speziell auf die Bedürfnisse bestimmter Abteilungen oder Personengruppen zugeschnitten sind. Data Marts stellen bei dieser Sichtweise gewissermaßen Data-Warehouses im Kleinformat dar. Die Speicherung identischer Daten in den Data-Marts und der zentralen Datenbasis besitzt allerdings den Nachteil der redundanten Datenhaltung. Sinnvoll erscheinen redundanzarme Kombinationen beider Instrumente. So können z. B. in der zentralen Datenbasis nur die übernommenen unverdichteten Daten und in den Data Marts nur verdichtete Daten gespeichert werden.

Im Gegensatz zu dem „informationslogistischen“, d. h. auf die Sammlung und Bereitstellung von Daten ausgerichteten, Data-Warehouse-Konzept verbindet Martin (1997) mit den Data Marts eine eher entscheidungsorientierte Ausrichtung. Demnach sollte bei der Gestaltung von Data Marts die Geschäftsprozesssicht, d. h. ihr Beitrag zur Steuerung und Kontrolle von Geschäftsprozessen, im Vordergrund stehen. Ein „Closed Loop“-Szenario für das Zusammenwirken von Data Marts und operativen Systemen veranschaulicht die Abb. 7.35 (vgl. Martin (1997), S. 122).

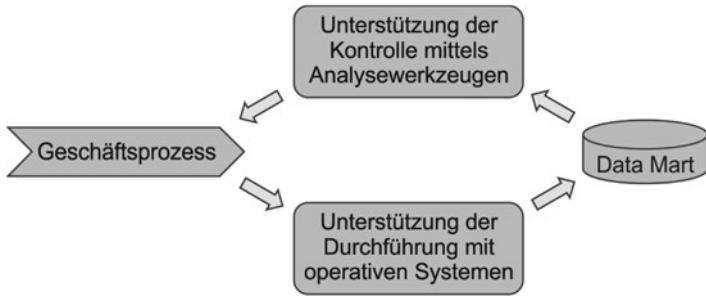


Abb. 7.35 „Closed Loop“-Szenario für das Zusammenwirken von operativen und analytischen Systemen

Mit den operativen Systemen verarbeitete und erzeugte prozessbezogene Informationen können in eine Data Mart übernommen und so als Basis für Analysen herangezogen werden. Letztere wiederum können unerwünschte Entwicklungen aufzeigen und steuernde Maßnahmen auslösen. Der inhaltliche Entwurf der Data Marts erfordert bei dieser Nutzungsform die Berücksichtigung der Geschäftsprozesse der jeweiligen Fachabteilungen sowie der dort eingesetzten operativen Systeme.

7.4.2.3 Architektur von Data-Warehouse-Systemen

In der Literatur wird der Aufbau von Data-Warehouse-Systemen meist in Form von Schichtenarchitekturen dargestellt. Unterschiede bestehen hinsichtlich der Anzahl der Schichten sowie der Abgrenzung von Systemkomponenten und ihrer Zuordnung zu Schichten. Zu den regelmäßig genannten Schichten gehören Datenquellen, Datenbasis und Datenanalyse. Abb. 7.36 zeigt eine vereinfachte 4-Schichten-Architektur. Aus Gründen der Übersichtlichkeit wurden Softwarekomponenten wie Datei- und Datenbankverwaltungssysteme, Extraktions-, Transformations- und Ladeprogramme nicht explizit ausgewiesen.

Verschiedene interne und externe Datenquellen bilden die 1. Schicht. Die entnehmbaren Inhalte sind äußerst heterogen und erstrecken sich z. B. auf strukturierte Daten aus operativen Systemen, unstrukturierte Daten aus Textdateien und multimediale Daten aus dem Internet.

Aufgabe der 2. Schicht ist die Übernahme von Daten aus den internen und externen Quellen. Dies geschieht in drei Schritten: Extraktion, Transformation und Laden – daher auch die Bezeichnung als **ETL-Schicht**. Im Einzelnen gilt:

- Im ersten Schritt, der **Extraktion**, wird auf die internen und externen Datenquellen zugegriffen. Die zu übernehmenden Daten werden selektiert und zwischengespeichert.
- Zweck des zweiten Schritts, der **Transformation**, ist die Umwandlung der zwischengespeicherten Daten in das für das Data Warehouse festgelegte Datenformat. Die Umwandlung findet überwiegend auf der Ebene von Datenfeldern statt und erstreckt sich auf Änderungen und Anpassungen von Datenwerten, Primärschlüsselwerten und

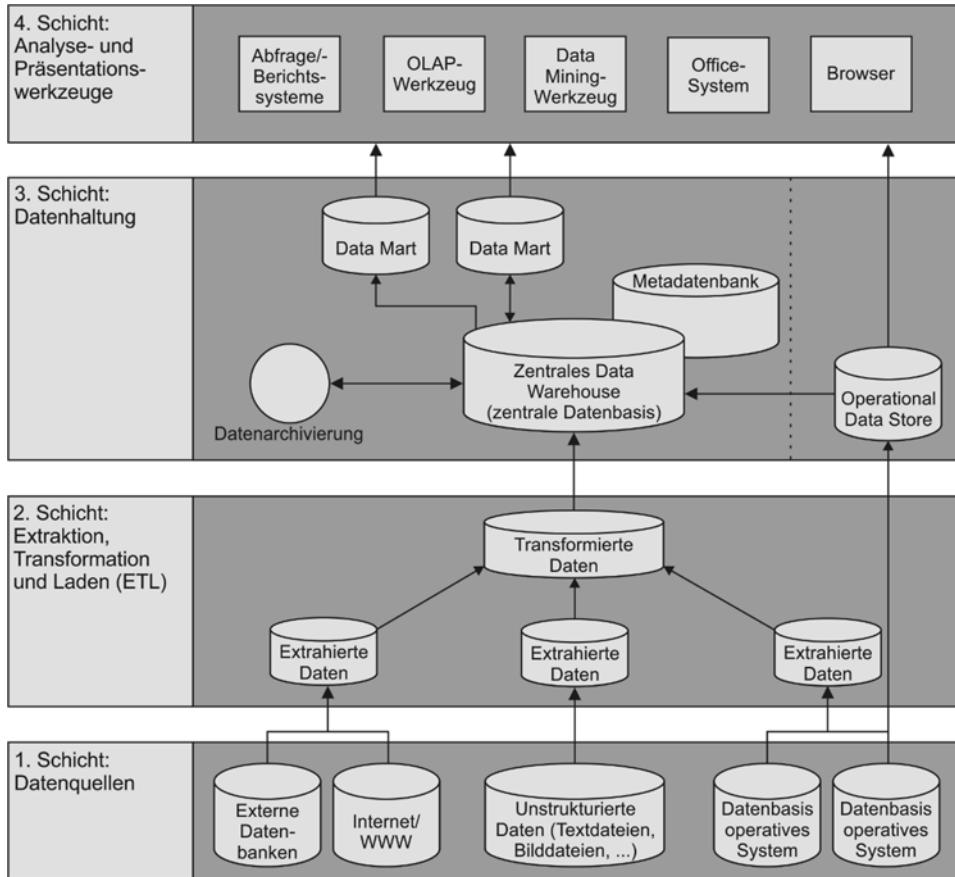


Abb. 7.36 4-Schichten-Architektur von Data-Warehouse-Systemen (vereinfachte datenflussorientierte Darstellung)

Datentypen. Hinzu kommen Datenbereinigungen im Zuge von Plausibilitätsprüfungen sowie das Hinzufügen von Zeitstempeln zu Daten. Sofern die zentrale Datenbasis bereits verdichtete Daten enthalten soll, wird auch eine Datenverdichtung vorgenommen. Die transformierten Daten werden in einem Zwischenspeicher gruppiert nach Themen abgelegt.

- Der dritte Schritt, das **Laden**, beinhaltet die Abspeicherung der transformierten und zwischengespeicherten Daten in der zentralen Datenbasis.

Aufgabe der 3. Schicht ist die Datenhaltung. Sie erstreckt sich auf mehrere Bereiche:

- Das zentrale Data Warehouse (im engeren Sinne), das z. B. unverdichtete und historisierte Daten gegliedert nach verschiedenen Themenbereichen enthält.

- Mehrere Data Marts, in denen mehrstufig verdichtete Daten jeweils Themenbereich für Themenbereich abgelegt sind.
- Die Metadatenbank, die als Repository die für die Generierung und Benutzung des Data Warehouse erforderlichen Informationen beinhaltet. Hierzu gehören Angaben zu den Datenquellen wie Speichermedium/-ort, Datenstruktur und Übernahmezeitpunkte, ähnliche Angaben zu der zentralen Datenbasis und den Data Marts, Angaben zu der Transformation der Daten sowie Angaben zur Benutzung wie z. B. verfügbare Auswertungswerkzeuge, Zugriffsrechte und Benutzungsregeln.
- Die Datenarchivierung, d. h. die Ablage sämtlicher in das Data Warehouse übernommener Daten in einem Langzeitspeicher zum Zweck der Datensicherung.

Als zusätzlicher Speicher wird in vielen Architekturvorschlägen der so genannte **Operational-Data-Store (ODS)** ausgewiesen. In einem ODS werden – in Ergänzung zu den nicht-volatilen Daten des Data Warehouse – zeitpunktaktuelle Detaildaten aus den operativen Systemen vorübergehend zur Verfügung gestellt. Die Einführung eines ODS ist z. B. dann sinnvoll, wenn das Management häufiger aktuelle, unverdichtete Daten benötigt.

In der 4. Schicht werden die Auswertungs- und Präsentationswerkzeuge zusammengefasst. Neben Abfragesprachen und Berichtsgeneratoren, wie sie z. B. in Berichts- und Kontrollsystmen eingesetzt werden, gehören hierzu die Analysewerkzeuge OLAP und Data-Mining, aber auch Office-Systeme und Brower. Auf die Analysewerkzeuge wird im Weiteren noch näher eingegangen. Office-Systeme sind insofern von Bedeutung, als z. B. Tabellenkalkulationsprogramme zur Aufbereitung und Präsentation von Daten eingesetzt werden können. Zunehmend werden auch Brower in Architekturmodelle einbezogen, da sie die Kopplung der Internet- und der Intranettechnologie mit dem Bereich der Informationsrepräsentation ermöglichen.

7.4.2.4 Multidimensionale Datenmodellierung

Ansätze der Datenmodellierung, bei denen ein effizienter Dateizugriff praktisch nur über den Primärschlüssel möglich ist, erweisen sich für flexible Auswertungen als wenig geeignet: Aus wechselnden Analyseperspektiven resultierende Dateizugriffe, die als Zugriffs-kriterien eben nicht Primärschlüssel verwenden, sind äußerst aufwendig. Und entsprechend aufwendig sind auch variable Analysen über mehrere Dateien hinweg. Dem mit einem Data Warehouse verbundenen Anspruch auf effiziente, flexible Informationsbereitstellung vermögen daher konventionelle Datenmodelle wie das hierarchische und das netzwerkartige Datenmodell, aber auch das relationale Datenmodell nicht ohne weiteres zu genügen. Effiziente Analysen ermöglicht dagegen die in den 1990er-Jahren entwickelte **multidimensionale Datenmodellierung**. Sie wird nachfolgend in mehreren Schritten behandelt:

- Einführung einiger Grundbegriffe der multidimensionalen Datenmodellierung.
- Vorstellung eines allgemeinen multidimensionalen Datenmodells.
- Vorstellung mehrerer so genannter Schemata für die Realisierung multidimensionaler Datenstrukturen in einer relational organisierten Datenwelt.

Zwei Grundbegriffe durchziehen die multidimensionale Datenmodellierung, die Begriffe „Fakten“ und „Dimensionen“.

► **Fakten** sind nichts anderes als Kennzahlen, die bestimmte betriebswirtschaftliche Sachverhalte wie z. B. Umsätze, Erlöse und Kosten repräsentieren. Sie sind einem oder mehreren Themengebieten zugeordnet.

► **Dimensionen** sind die verschiedenen Perspektiven, aus denen das Management Fakten betrachtet und analysiert. Zwischen jeweils gewählten Dimensionen und den zugrunde liegenden Themengebieten besteht eine gewisse Abhängigkeit. Jedoch existieren einige Dimensionen von themenübergreifender Relevanz, wie z. B. die Dimensionen Zeit, Produkt, Kunde, Region.

Hinsichtlich der Ausführung von Operationen auf multidimensionalen Daten ist die Unterscheidung zwischen hierarchischen und nicht-hierarchischen Dimensionen von Bedeutung.

► **Hierarchische Dimensionen** lassen sich in Teildimensionen zerlegen, die in hierarchischen Beziehungen zueinander stehen. Ein Beispiel ist die Zerlegung der Dimension Zeit in die Teildimensionen Jahr, Quartal, Monat, Woche, Tag, Stunde, Minute. Entlang hierarchischer Dimensionen können Datenverdichtungen vorgenommen werden. Diese wiederum sind Voraussetzung für die Anwendung von (Navigations-)Operationen wie Drill-down und Roll-up.

► **Nicht-hierarchische Dimensionen** besitzen keine interne hierarchische Struktur. Vielmehr bestehen sie aus gleichrangigen Dimensionsausprägungen und -werten, die folglich „nebeneinander stehen“. Ein Beispiel ist die Dimension Farbe mit den Werten Rot, Grün, Gelb, Blau usw. Operationen wie Drill-down und Roll-up sind über nicht-hierarchischen Dimensionen nicht ausführbar.

Allgemein gesehen dient ein **multidimensionales Datenmodell** der Zusammenführung von Fakten und den sie charakterisierenden Dimensionen derart, dass Fakten über verschiedene Dimensionen direkt erschlossen werden können. Ein allgemeines Datenmodell, das diesem Anspruch genügt, ist die mehrdimensionale Matrix. Sie lässt sich etwa wie folgt beschreiben:

Bezeichne n , $n > 1$, die Dimension (in mathematischem Sinne) einer Matrix, F eine Menge von Datenobjekten (Fakten) und d_1, \dots, d_n Ausprägungen bzw. Werte der n Matrixdimensionen. Dann ist in einer n -dimensionalen Matrix jedes Datenobjekt f , $f \in F$, eindeutig durch einen n -Tupel von Dimensionswerten (d_1, \dots, d_n) definiert. Ausgedrückt wird dies durch die Schreibweise:

$$f = A(d_1, \dots, d_n),$$

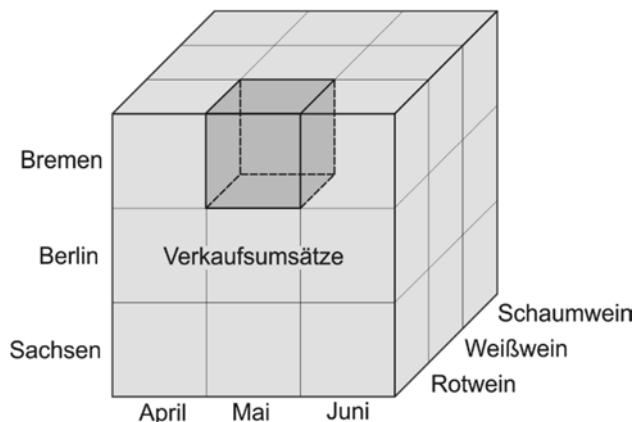


Abb. 7.37 Dreidimensionaler Datenwürfel

wobei A eine Zuordnungsfunktion darstellt, die jedem n -Tupel von Dimensionswerten eindeutig ein Datenobjekt zuordnet.

Für den Fall $n = 3$ kann ein multidimensionales Datenmodell grafisch als **Datenwürfel**, auch bezeichnet als **Data-Cube**, dargestellt werden. Ein einfaches Beispiel zeigt Abb. 7.37. Die (Modell-)Dimensionen werden über den räumlichen Würfeldimensionen abgetragen und ein Datenobjekt (Faktum) ist eindeutig durch ein Tripel von Dimensionswerten definiert. Dem Tripel (Bremen, Mai, Rotwein) beispielsweise ist genau das hervorgehobene – und nur symbolisch dargestellte – Datenobjekt zugeordnet. Der Datenwürfel in Abb. 7.37 stellt insofern einen Sonderfall dar, als pro Dimension die gleiche Anzahl von Ausprägungen vorliegt. In der Praxis variieren natürlich Anzahl und Art der einbezogenen Dimensionen sowie die Ausprägungen pro Dimension.

Relationale Datenbankverwaltungssysteme (DBVS) sind in der Praxis zwar weit verbreitet, aber nicht auf die Definition und Manipulation multidimensionaler Datenstrukturen zugeschnitten. Deren Nutzung in einem relationalen Umfeld setzt daher eine Umsetzung in die Tabellenstruktur relationaler Systeme voraus. Zur Umsetzung von genau einem multidimensionalen Datenwürfel in Tabellen/Relationen wurden z. B. folgende Schemata entwickelt:

- das Star-Schema und
- das Snowflake-Schema.

Das **Star-Schema** sieht genau eine **Fakttabelle** vor, um die herum – wie die Strahlen eines Sterns – mehrere **Dimensionstabellen** angeordnet sind. Die eindeutige Zuordnung von Dimensionswerten zu Fakten wird über **Fremdschlüssel** hergestellt. Abb. 7.38 zeigt ein Beispiel, das den Themenbereich Vertrieb eines Unternehmens der Printmedienbranche betrifft.

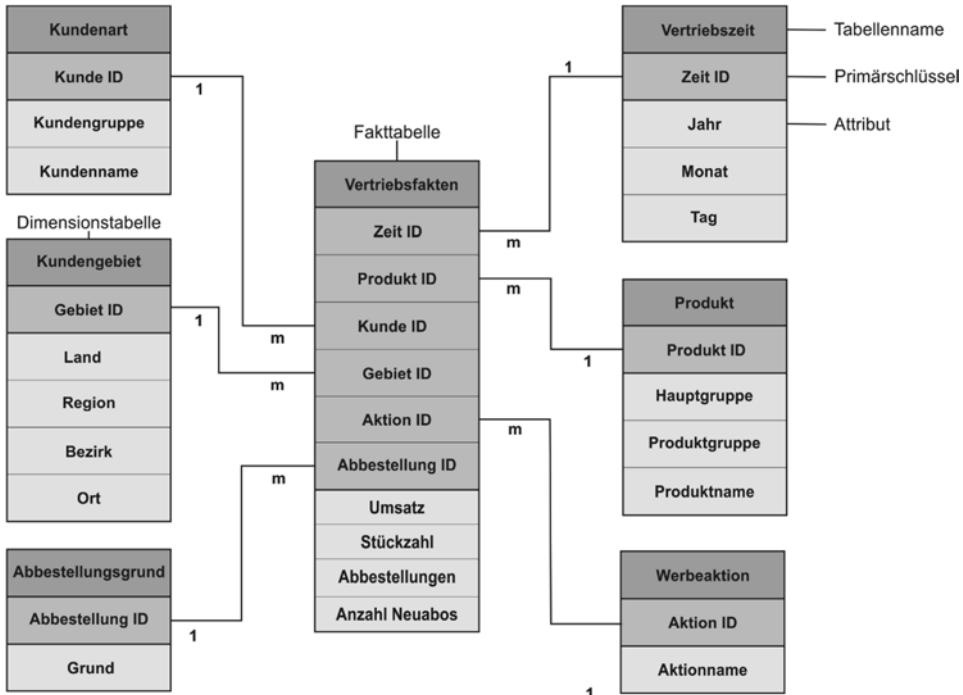


Abb. 7.38 Beispielhaftes Star-Schema für den Themenbereich Vertrieb (vgl. Tantalis (2001), S. 27)

Ein Datenobjekt der Faktettabelle „Vertriebsfakten“ besteht aus den Einzelfakten Umsatz, Stückzahl, Abbestellungen und AnzNeuabos. Die Dimensionen Vertriebszeit, Kundenart, Kundengebiet und Produkt sind hierarchisch und die restlichen Dimensionen nicht-hierarchisch. Man beachte, dass die Datenobjekte täglich verdichtete Daten enthalten. Falls die Kunden pro Tag maximal eine Lieferung erhalten, liegen unverdichtete Daten vor. Angemerkt sei auch, dass jede der Dimensionstabellen einen einfachen Primärschlüssel besitzt. Für die Faktettabelle wird dagegen ein zusammengesetzter Primärschlüssel verwendet, in den ausschließlich die Primärschlüsselelemente der Dimensionstabellen als Fremdschlüsselelemente eingehen.

Um den Zusammenhang zwischen der Faktettabelle und den Dimensionstabellen zu verdeutlichen, ist in Abb. 7.39 ein Modellauszug auf Entitätsebene angegeben. Wie die grafisch dargestellten Beziehungen zwischen den hervorgehobenen Tabelleneinträgen bzw. Tupeln erkennen lassen, wird z. B. im Ort Schrozberg am 21.02.2020 ein Tagesumsatz von 350 für einen bestimmten Kunden und ein bestimmtes Produkt erzielt.

Wie Abb. 7.39 zeigt, treten in den hierarchischen Dimensionstabellen erhebliche **Redundanzen** bezüglich der Nichtschlüsselattribute auf. Dies liegt daran, dass sich die Relationen Vertriebszeit und Kundengebiet nicht in 3. Normalform befinden. Die Normalisierung der hierarchischen Dimensionstabellen überführt ein Star-Schema in ein

Kundengebiet				
Gebiet-ID	Land	Region	Bezirk	Ort
:				
2786	Baden-W.	Franken	Hohenlohe	Schorzberg
2787	Baden-W.	Franken	Hohenlohe	Öhringen
:				

Vertriebsfakten					
Zeit-ID	...	Gebiet-ID	...	Umsatz	...
:					
6342	...	2786	...	350	...
6343	...	2786	...	390	...
6345	...	2786	...	490	...
:					

Vertriebszeit			
Zeit-ID	Jahr	Monat	Tag
:			
6342	2020	02	21
6343	2020	02	22
6344	2020	02	23
6345	2020	02	24
:			

Abb. 7.39 Auszug aus einem Star-Schema mit Ausweis von Beziehungen auf Entitätsebene

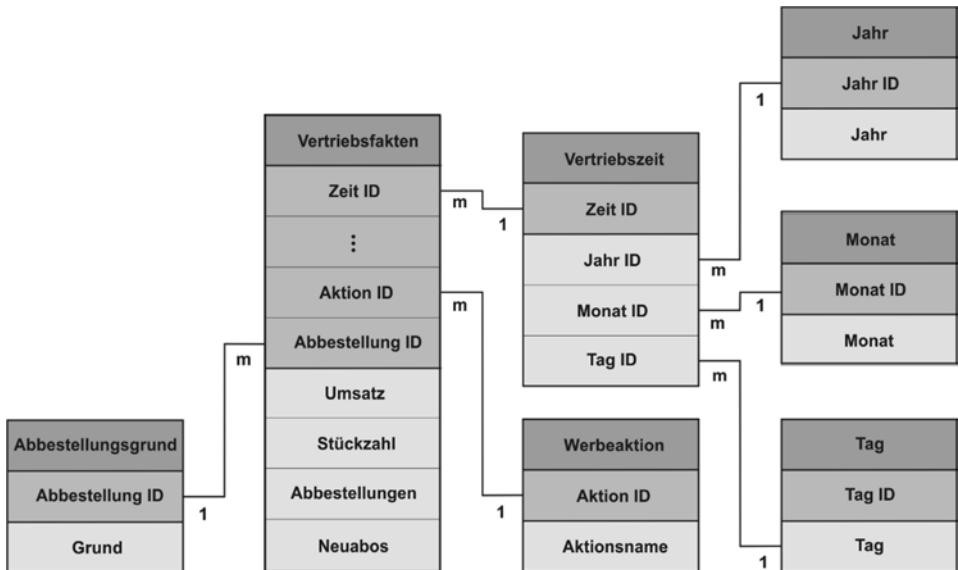


Abb. 7.40 Auszug aus einem Snowflake-Schema für den Themenbereich Vertrieb

Snowflake-Schema. Für das Star-Schema in Abb. 7.38 erhält man das in Abb. 7.40 auszugsweise dargestellte Snowflake-Schema.

Im Vergleich zum Snowflake-Schema beansprucht das Star-Schema mehr Speicherplatz wegen der erwähnten Redundanzen, jedoch überwiegen die Vorteile: Das Star-Schema ist übersichtlicher und leichter zu handhaben, Abfragen erfordern weniger Verbundoperationen bzw. Verknüpfungen von Tabellen und benötigen daher geringere Ausführungszeiten.

In einem Unternehmen werden zumindest zwischen benachbarten Themenbereichen Beziehungen bestehen. Diese können sich z. B. in der Verwendung gleicher Dimensionen zur Charakterisierung unterschiedlicher Fakten ausdrücken. Übernimmt man in einem solchen Fall den Primärschlüssel einer Dimensionstabelle in die zusammengesetzten Primär-

schlüssel mehrerer Fakttabellen, so werden explizite Verbindungen zwischen den Fakttabellen hergestellt. Ergebnis ist ein mehrere Fakttabellen umfassendes multidimensionales Datenmodell. Es wird auch als Galaxie oder **Multi-Fakttabellen-Schema** bezeichnet (vgl. z. B. Behme et al. (2000), S. 227).

7.4.3 Datenanalyse und Analysewerkzeuge

Verschiedene Werkzeuge zur Benutzung eines Data Warehouse weist die 4. Schicht der in Abb. 7.36 angegebenen Architektur aus. Nun stehen hier nicht übliche Reportings und Präsentationsfunktionen im Vordergrund, sondern die Gewinnung neuer, im Data Warehouse verborgener Erkenntnisse. Letztere können z. B. aus bislang nicht bekannten oder nicht beachteten regelmäßigen Verbindungen zwischen bestimmten Dimensionen und Fakten resultieren. Bedeutsam sind besonders Erkenntnisse, welche nicht (ganz) im Einklang mit den Annahmen und Erwartungen des Managements stehen und Eingriffe in betriebliche Strukturen und Abläufe erfordern. Neben solchen „spektakulären“ Erkenntnissen interessieren natürlich auch weniger dramatische, jedoch für die Steuerung des betrieblichen Geschehens nützliche Analyseergebnisse. Mit dem Data-Warehouse-Konzept eng verbunden sind zwei Ansätze zur Datenanalyse und Erkenntnisgewinnung:

- das Online Analytical Processing (OLAP) (vgl. Abschn. 7.4.3.1) und
- das Data Mining (vgl. Abschn. 7.4.3.2).

7.4.3.1 Online Analytical Processing (OLAP)

OLAP stellt eine Software-Technologie dar, die Managern und qualifizierten Mitarbeitern aus den Fachabteilungen schnelle, interaktive und vielfältige Zugriffe auf relevante und konsistente Informationen ermöglichen soll (vgl. Chamoni und Gluchowski (2000), S. 334). Die OLAP zugrunde liegenden konzeptionellen Überlegungen gehen auf Codd et al. (1993) zurück. Sie umfassten zunächst 12 Regeln, die Anforderungen an OLAP-Werkzeuge beinhalten und deren Eignung als Analyseinstrumente gewährleisten sollen. Die Regeln betreffen Aspekte wie:

- Möglichkeit der Modellierung mehrdimensionaler Perspektiven.
- Möglichkeit des Zugriffs auf relational und nichtrelational organisierte Daten aus unterschiedlichen Quellen.
- Stabile Antwortzeiten unabhängig von der Anzahl der angesprochenen Dimensionen.
- Möglichkeiten der Einbettung des Werkzeugs in eine Client/Server-Architektur.
- Ausführbarkeit von Operationen über mehrere Dimensionen hinweg, z. B. um Kennzahlen zu berechnen.
- Flexibilität bei der Erzeugung und Gestaltung von Berichten für Analysen.
- Keine Begrenzung der Dimensions- und Verdichtungsstufen.

In der Folgezeit entwickelte **OLAP-Werkzeuge** sprengten den von Codd u. a. gesetzten Anforderungsrahmen. So zählen Bauer und Günzel ((2001), S. 100) bereits mehr als 300 Regeln für OLAP-Werkzeuge. Um der Regelvielfalt zu begegnen und eine objektive Beurteilungsbasis zu schaffen, formulierten Pendse und Creeth (1995) fünf Schlüsselkriterien für die Einstufung von OLAP-Werkzeugen, die sie unter dem Oberbegriff **FASMI** (Fast Analysis of Shared Multidimensional Information) zusammenfassten:

- Geschwindigkeit, d. h. Beantwortung von Anwenderfragen in maximal 20 Sekunden.
- Analysemöglichkeit, d. h. Ermöglichung anwenderfreundlicher, intuitiver Analysen.
- Sicherheit, d. h. Ermöglichung eines stabilen Mehrbenutzerbetriebs.
- Multidimensionalität, d. h. Bereitstellung einer multidimensionalen konzeptionellen Sicht.
- Kapazität, d. h. Skalierbarkeit des Werkzeugs in Abhängigkeit von der Datenmenge.

Zur Manipulation von Datenwürfeln stehen drei Gruppen von analyseorientierten **OLAP-Operationen** zur Verfügung:

- Navigationsoperationen,
- Auswahloperationen und
- Anordnungsoperationen.

Die meisten der Operationen sind auf einen Datenwürfel beschränkt, einige erstrecken sich über mehrere Datenwürfel hinweg. Abb. 7.41 fasst einige wesentliche OLAP-Operationen zusammen.

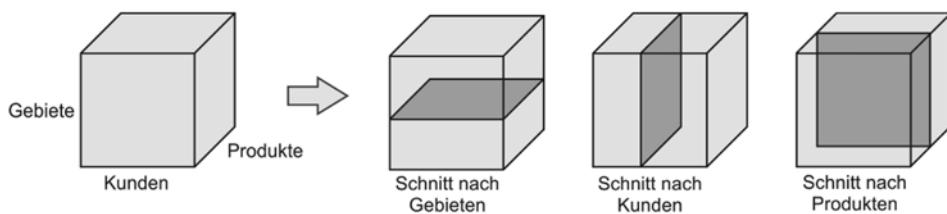
Für einige der angegebenen OLAP-Operationen werden in der Literatur auch andere Bezeichnungen verwendet. Nicht berücksichtigt wurden in Abb. 7.41 OLAP-Operationen zur Präsentation von Daten in Form von z. B. Matrizen, Torten- und Balkendiagrammen. Exemplarisch seien die Operationen Slice und Dice auch grafisch veranschaulicht (vgl. Abb. 7.42).

Zur Demonstration der mit OLAP gegebenen Analysemöglichkeiten sei beispielhaft auf das in Abb. 7.38 dargestellt Star-Schema für den Themenbereich Vertrieb zurückgegriffen. In Abb. 7.43 wird eine Auswahl von Auswertungen angegeben, die sich auf der gegebenen Datengrundlage einerseits mittels Standard-Reporting und andererseits mittels OLAP erstellen lassen. Die Gegenüberstellung beider Werkzeuge lässt das Analysepotenzial von OLAP deutlicher hervortreten.

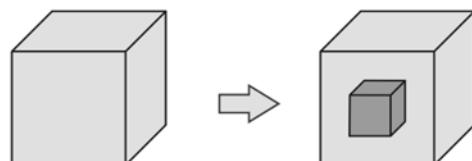
Abschließend sei auf vier **Realisierungsformen der OLAP-Technologie** hingewiesen, die sich in verschiedenen Systemarchitekturen niederschlagen. Unterschieden werden:

- **Relationales OLAP (ROLAP):** Wie oben beschrieben wird bei ROLAP ein multidimensionales Datenmodell in Relationen bzw. Tabellen umgesetzt.

Operationsgruppe	Operationen	Reichweite	Erläuterung
Navigationsoperationen	Drill-down	Ein Würfel	Übergang auf eine tiefere Hierarchieebene einer Dimension, z. B. von Produktgruppe zu Produkt.
	Roll-up	Ein Würfel	Übergang auf eine höhere Hierarchieebene einer Dimension, z. B. von Monat zu Quartal.
	Drill-across	Mehrere Würfel	Verfolgung einer Kennzahl über mehrere Datenwürfel hinweg, wobei die Dimensionen der einzelnen Würfel gleiche Verdichtungsstufen aufweisen müssen (Verknüpfung von Datenwürfeln über die gleiche Kennzahl).
	Drill-around	Mehrere Würfel	Auswertung von Kennzahlen verschiedener Datenwürfel, die an der gleichen, vorgegebenen Dimension beteiligt sind (Verknüpfung von Datenwürfeln über die gleiche Dimension)
Auswahloperationen	Slice	Ein Würfel	Schnitt durch einen Datenwürfel, um eine Datenauswahl in Form einer Datenscheibe vorzunehmen, z. B. Umsatzverteilung nach Bezirken und Monaten.
	Dice	Ein Würfel	Erstellung eines Teilwürfels bzw. Würfelausschnitts durch Verkleinerung des Würfels über alle Dimensionen.
Anordnungsoperationen	Rotation	Ein Würfel	Änderung der Sichtweise auf einen Datenwürfel, z. B. Übergang von einer Produkt-/Zeit-Datenscheibe zu einer Produkt-/Kunde-Datenscheibe.
	Ranging	Ein Würfel	Festlegung der Anordnung bzw. Sortierung der Elemente innerhalb einer gewählten Dimension.

Abb. 7.41 Beschreibung einer Auswahl von OLAP-Operationen

a) Operation Slice im dreidimensionalen Würfel



b) Operation Dice im dreidimensionalen Würfel

Abb. 7.42 Veranschaulichung der Operationen Slice und Dice

Standardreports im Vertrieb	
Bezeichnung	Beschreibung
Auflageliste	Auflagesumme eines Produkts pro Bezirk/Region an einem Stichtag.
Abgangsliste	Abgangssumme eines Produkts pro Bezirk/Region in einem Zeitraum.
Werbeaktion	Neukunden eines Produkts summiert pro Bezirk/Region, die aufgrund einer Werbeaktion das Produkt abonniert haben.
Abo-Veränderung	Monatliche Veränderung der Abonnements eines Produkts pro Zugangs- und Abgangsgrund.

a) Beispielhafte Standardreports

OLAP-Analysen im Vertrieb		
Kennzahlen	Dimensionen	Analysezweck
Umsatz, Stückzahl	Kundengebiet, Produkt, Zeit	Abweichungsanalyse, d. h. Unterschiede in Umsatz und Auflage in aufeinander folgenden Monaten und Jahren nach Gebieten und Produkten.
AnzNeuabos	Kundengebiet, Produkt, Werbeaktion, Zeit	Werbeerfolgsanalyse, d. h. neue Abonnements aufgrund von Werbeaktionen aufgeschlüsselt nach Gebieten, nach Produkten und nach Monaten.
Abbestellungen	Kundengebiet, Produkt, Grund, Zeit	Abbestellungsanalyse, d. h. Abbestellungen aufgegliedert nach Abbestellungsgründen sowie nach räumlicher (Gebiete) und zeitlicher (Monate) Verteilung.
Umsatz, Stückzahl	Produkt, Kundenart, Zeit	Kundenanalyse, d. h. Verteilung von Umsatz und Stückzahlen nach Kundengruppen und Kunden sowie nach Jahren und Monaten.

b) Beispielhafte OLAP-Analysen

Abb. 7.43 Reports und Analysen im Vertriebsbereich eines Printmedienunternehmens

- **Multidimensionales OLAP (MOLAP):** Hier werden die multidimensionalen Daten auch in multidimensional organisierten physikalischen Speicherstrukturen – meist in Form von mehrdimensionalen Feldern – abgelegt.
- **Hybrides OLAP (HOLAP):** ROLAP und MOLAP werden hierbei kombiniert, wobei z. B. häufig benutzte Daten echt multidimensional und seltener benutzte Daten relational gespeichert werden.
- **Desktop OLAP (DOLAP):** Teile der multidimensional oder relational gespeicherten Daten werden bei DOLAP extrahiert und zur Durchführung von Analysen am Desktop lokal gespeichert.

Hohe Performanz und kurze Antwortzeiten gelten als Vorteile von MOLAP, während für ROLAP z. B. die große Kapazität relationaler Datenbanken sowie Vorteile hinsichtlich des Mehrbenutzerbetriebs und der Skalierbarkeit sprechen.

7.4.3.2 Data Mining

Neben OLAP stellt **Data Mining** eine weitere Möglichkeit der Nutzung des Data Warehouse als konsolidierte, integrierte Datenquelle für Analysen dar. Ziel ist die Gewinnung neuer Erkenntnisse hinsichtlich der Erklärung und Gestaltung betrieblicher Systeme und Abläufe. Insbesondere geht es um die Extraktion von **Datenmustern**, d. h. das Finden von gültigen, bislang unbekannten, verständlichen und potenziell nützlichen Mustern in den Daten des Data Warehouse. Insbesondere sollen Datenmuster helfen,

- Annahmen über geschäftliche bedeutsame, bislang unentdeckte Sachzusammenhänge zu bestätigen (Validierung von Hypothesen) oder
- neue Annahmen über bislang unbekannte Sachzusammenhänge (automatisch) zu erzeugen (Generierung von Hypothesen).

Validierung und Generierung von Hypothesen als Kernaufgaben des Data Mining ordnen sich ein in den Prozess der Wissensgewinnung, auch bezeichnet als **Knowledge Discovery on Databases (KDD)** (vgl. z. B. Höhn (2000), S. 186). Die in der Literatur angegebenen Phasenmodelle des KDD-Prozesses weisen eine unterschiedliche Anzahl von Phasen aus. In Abb. 7.44 ist ein etwas gröberes Schema angegeben. Ein detaillierteres Phasenmodell findet sich z. B. in Voss und Gutenschwager ((2001), S. 347 f.).

In der ersten Phase werden die Daten, die für das zu lösende Problem relevant sind, aus dem Data Warehouse extrahiert und separat gespeichert. Es folgt in der zweiten Phase die Überprüfung der Qualität der extrahierten Daten, wobei auf Aktualität, Lückenlosigkeit und Widerspruchsfreiheit geachtet wird. Die dritte Phase dient der Transformation der Daten in einheitliche Formate und zugleich der Reduktion der Dimensionen auf die unabdingbare Anzahl von Dimensionen, um eine geeignete Grundlage für einen effizienten Data-Mining-Prozess zu erhalten. Letzterer wird in der vierten Phase mit einem problemgerechten Verfahren durchgeführt und führt zu Ergebnissen, die in der fünften Phase auf Relevanz und Plausibilität des untersuchten realen Sachverhalts geprüft werden. Die sechste und letzte Phase dient der geeigneten grafischen Aufbereitung der überprüften Ergebnisse.

Zur Durchführung des **Data-Mining-Prozesses** steht eine Vielzahl von Verfahren zur Verfügung. Nach der Art des untersuchten Sachzusammenhangs und Untersuchungsziels lassen sie sich zu Gruppen zusammenfassen. Abb. 7.45 gibt eine nach vier Gruppen geordnete Übersicht einiger wesentlicher Verfahren. Neben einer kurzen Charakterisierung der Gruppen nach dem Untersuchungsziel werden auch Anwendungsbeispiele genannt.



Abb. 7.44 Prozess des Knowledge Discovery on Databases

Verfahrensgruppen	Charakterisierung hinsichtlich des Untersuchungsziels	Verfahren	Anwendungsbilder
Klassifikation	Durch Daten charakterisierte Objekte werden vorher bereits festgelegten Objektklassen zugeordnet.	<ul style="list-style-type: none"> Lernverfahren (Learning Classifier) Neuronale Netze Entscheidungsbäume 	Cross Selling
Segmentierung (Clusterung)	Aus durch Daten charakterisierten Objekten werden unter Verwendung von Ähnlichkeitsmerkmalen Objektklassen gebildet.	<ul style="list-style-type: none"> Verfahren der Clusteranalyse Neuronale Netze 	Zielgruppenmarketing
Assoziation	Ermittlung von Abhängigkeiten zwischen durch Daten charakterisierten Objekten, z. B. in Form von Assoziationsregeln.	<ul style="list-style-type: none"> Häufigkeitsanalysen von Datenmustern 	Warenkorbanalyse
Regression	Durch Daten charakterisierte Objekte werden nicht einer Klasse, sondern einer Kennzahl, wie z. B. dem Umsatz, zugeordnet.	<ul style="list-style-type: none"> Verfahren der Regressionsanalyse Neuronale Netze Lernverfahren (Learning Classifier) 	Vorhersage von Kursentwicklungen

Abb. 7.45 Verfahrensgruppen, Untersuchungsziele und Verfahren des Data Mining

Auf die detaillierte Behandlung von Verfahren des Data Mining wird hier verzichtet. Exemplarisch sei jedoch kurz auf ein Anwendungsbeispiel eingegangen, das Cross Selling.

Von einem Cross-Selling-Effekt wird gesprochen, wenn Kunden ein produktübergreifendes Kaufverhalten innerhalb eines gegebenen Produktangebots zeigen. Um derartige Effekte festzustellen, werden Kunden z. B. im Falle von Medienprodukten nach ihrem Leseverhalten klassifiziert. Die Klassen machen Aussagen über die Affinität von Produkten. Die Klassifizierung gestattet es daher, einem Kunden, der ein bestimmtes Medienprodukt konsumiert (liest), über Marketing-Maßnahmen wie z. B. Direct Mailing ein weiteres Produkt anzubieten, das eine hohe Affinität zu dem ersten Produkt aufweist.

Anwendungsprobleme und Grenzen des Data Mining sind teils technischer Natur, aber auch auf die Beschaffenheit der Daten und der abgeleiteten Ergebnisse zurückzuführen.

In technischer Hinsicht kann eine Vielzahl von Tabellen, Dimensionen und Beobachtungsperspektiven den Zugriff zu den relevanten Tabelleneinträgen erschweren. Zur Lösung dieses Problems greifen einige Softwarehersteller auf das Konzept der so genannten **Flat Files** zurück. Darunter sind spezielle Datenstrukturen – bezeichnet als Universalrelationen – zu verstehen, die sich über alle Daten einer Datenbank erstrecken und die Daten in einheitlicher Form zur Verfügung stellen.

Vielfältig sind die Mängel, die bezüglich der Beschaffenheit der Daten auftreten können. Ohne Anspruch auf Vollständigkeit seien genannt (vgl. auch Mucksch und Behme (2000), S. 382 ff.):

- Unvollständigkeit und Spärlichkeit der verfügbaren Daten.
- Datenschutz, d. h. Durchsetzung von Datensammlungen mit Datenfehlern, die z. B. bei der manuellen Erzeugung von Daten anfallen.
- Irrelevante Daten/Attribute, die für die Erkenntnisgewinnung zwar unerheblich, im Vorhinein jedoch kaum identifizierbar sind.
- Unterschiede in der Datenqualität aufgrund der Heterogenität der Datenquellen und Unsicherheit hinsichtlich der Qualität bestimmter Daten.

Data Mining ist mit einem erheblichen Aufwand verbunden, was aber keineswegs eine hohe Qualität der gewonnenen Erkenntnisse garantiert. Vielmehr können erzielte Ergebnisse redundant, bereits bekannt, trivial oder irrelevant sein. Aus diesem Grunde empfiehlt es sich, Ergebnisse verständlich darzustellen und geeignet grafisch aufzubereiten.

Zum Zweck der übersichtlichen Darstellung von Ergebnissen des Data Mining werden unterschiedliche **Visualisierungstechniken** verwendet. Grafische Darstellungen sind insbesondere auch geeignet, Muster und Auffälligkeiten (z. B. Abweichungen, Ausreißer) sichtbar zu machen. Beispielhaft genannt seien:

- Das Streudiagramm, das es in seiner einfachsten Form gestattet, den Zusammenhang zwischen zwei Merkmalen nach Richtung und Intensität darzustellen.
- Der Fractal Foam Plot, bei dem ein Merkmal als zentrale Blase dargestellt wird, um die herum weitere Merkmale entsprechend der Stärke ihrer Korrelation mit dem zentralen Merkmal mehr oder weniger nah gruppiert werden.

7.4.4 Big Data und Analytics

Die fortschreitende Digitalisierung in Wirtschaft, Staat/Verwaltung und menschlichem Privatbereich führt zu einer ungeheuren Flut von Daten, deren Verarbeitung und Auswertung geschäftliche Chancen eröffnet, aber auch technologische Herausforderungen beinhaltet und kritisch betrachtete Wirkungen entfaltet. Mit diesem vielschichtigen Problemkreis sind zwei Begriffe eng verbunden: Big Data und Analytics, da es um die Auswertung (Analytics) großer, komplexer Datenbestände (Big Data) geht. Häufig werden beide Aspekte auch unter der Bezeichnung Big Data Analytics zusammengefasst. Nachfolgend werden Big Data aus unterschiedlichen Perspektiven betrachtet. Behandelt werden: Begriff der Big Data, Datenquellen, Datennutzung, technologische Herausforderungen und schließlich auch einige „Trendthemen“.

In der Literatur wird der Begriff „Big Data“ z. B. wie folgt abgegrenzt:

► „**Big Data** umfasst Methoden und Technologien für die hochskalierbare Integration, Speicherung und Analyse polystrukturierter Daten. Skalierbarkeit bezieht sich insbesondere auf hohes Datenvolumen (**Data Volume**), schnelle Datenverarbeitungs- und

Analysegeschwindigkeit (**Data Velocity**) und breite Quellen- und Datentypenvielfalt (**Data Variety**).“

Die drei V's (Volume, Velocity, Variety) in dieser Definition sind wie folgt zu interpretieren:

„Volume“ bezieht sich auf die Verarbeitung großer Datenmengen (z. B. in der Größenordnung von Terabytes und Petabytes) und auf umfangreiche Transaktionsvolumina, wie sie bei vielen Anwendungen vorliegen (Data at Scale).

„Velocity“ zielt ab auf die Nutzung von „Near Time“- und „Real Time“-Verfahren zur schnellen Durchführung von Analysen (Data in Motion).

„Variety“ betrifft die Verarbeitung unstrukturierter, komplexer Daten (Data in many Forms).

In der Regel liegt bei Big Data noch eine vierte Eigenschaft vor, die „**Veracity**“, die sich auf unsicheres und unvollständiges Datenmaterial bezieht (Data Uncertainty).

Äußerst vielfältig und zahlreich sind die Quellen, die von Unternehmen, Behörden und sonstigen Institutionen für das Erheben, Sammeln und Auswerten von Daten genutzt werden. Beispiele für einige wesentliche Datenquellen sind:

- Austausch von Daten über Kommunikationsplattformen (insbesondere Social-Media-Plattformen) mittels Geräten wie PCs, Tablets und Smartphones.
- Aufzeichnung von Ortsdaten/Bewegungsmustern der Träger von z. B. Smartphones per integriertem Lokalisierungssystem (z. B. GPS).
- Datenaufzeichnung mit „smarten“ Geräten, die am Körper getragen werden (Fitness-Armbänder, smarte Uhren) oder für die Fortbewegung genutzt werden (autonomes Fahren mit vernetzten Fahrzeugen).
- Einlesen/Eingabe von Daten bei der Nutzung von Chipkarten wie Girokarten (EC-Karte, Mastercard), Telefonkarten, Kundenkarten, Krankenversicherungs-/Gesundheitskarten und Mitgliedskarten (Fluggesellschaften, Automobilclubs).
- Nutzung vernetzter Technologien in Häusern (Smart Homes) zur Steuerung von Leuchten, Jalousien, Kühlschränken, Unterhaltungselektronik sowie zur Regelung des Energieverbrauchs (Smart Metering).
- Erfassung/Erhebung von Daten zum Gesundheitszustand (Kranken-, Lebens-, Reiseversicherungen) und zur finanziellen Situation (Banken, Finanzamt, Steuerberater) von Personen.
- Erfassen/Sammeln von Daten mit Überwachungssystemen an öffentlichen Plätzen und in Gebäuden (Bahnhöfen, Supermärkten, Museen).
- Erfassung von Daten im Zusammenhang mit der Leistungserstellung und -verwertung in Unternehmen.

Unter Big Data fallen auch hochsensible Informationen, etwa über die gesundheitliche und finanzielle Situation von Personen und insbesondere auch über ihre politische, sexuelle und religiöse/weltanschauliche Orientierung. Vor allem große Internet-Konzerne, namentlich Betreiber von Social-Media-Netzwerken und Suchmaschinen, haben Zugang zu derartigen Informationen und daher ist besonderes Augenmerk auf die Wahrung von Persönlichkeitsrechten zu legen (zu Persönlichkeitsrechten und Datenschutz vgl. Kap. 17).

Vielfältig sind auch die Nutzer und Nutzermöglichkeiten von Big Data. Zum Nutzerkreis gehören beispielsweise:

- Unternehmen, die Big-Data-Analysen für Zwecke wie Prozessoptimierung, Fabriksteuerung (z. B. im Rahmen von Industrie 4.0), Marktforschung/-analysen, Direktmarketing und Trendforschung einsetzen.
- Banken/Finanzinstitute, die Big Data zur Prüfung der Bonität von Kunden (Kreditscoring) oder Aufdeckung dubioser Finanztransaktionen (Fraud Detection) nutzen.
- Prüfer/Revisoren in (staatlichen) Institutionen und Unternehmen, die mittels Big Data dubiose/betrügerische Finanzaktionen aufdecken oder gar verhindern (Fraud Detection, Fraud Prevention).
- Sicherheitsbehörden/-institute, die Big Data zwecks der Erhöhung von Erfolgsquoten in der Kriminalistik und Terrorismusbekämpfung anwenden.
- Institutionen des Gesundheitswesens, die Big Data für die Verbesserung medizinischer Diagnosen und epidemiologischer Vorhersagen nutzen.

Bei Big-Data-Anwendungen in den genannten und weiteren Bereichen variiert der Umfang des zu verarbeitenden Datenvolumens. Hinsichtlich der Skalierung der erforderlichen Speicherungs-, Verarbeitungs- und **Analyse-Technologien** bewegt man sich mit Big Data im oberen Bereich (hochskaliert). Der aktuelle Entwicklungsstand lässt sich ganz grob gesehen als (vorläufig) letzte Stufe in einen dreistufigen Verlauf der Entwicklung von Speicher- und Analyse-Technologien einordnen (vgl. Abb. 7.46).

Technologien der Stufe 1 (Kennzahlenanalyse) und der Stufe 2 (z. B. **Data Warehousing**) stoßen bei großen Datenvolumina an ihre Grenzen. Probleme bereiten beispielsweise:

- Großvolumige multidimensionale Analysen mit zeilen- und spaltenweisem Zugang zu Datentabellen,

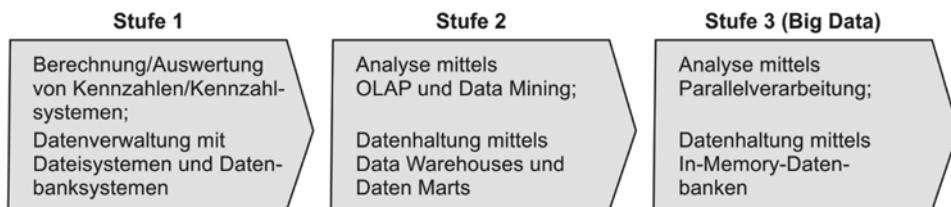


Abb. 7.46 Entwicklungsstufen der Speicherungs- und Analyse-Technologien

- die Analyse multimedialer Informationen (Zahlen, Texte, Grafiken, Video) und
- erwartete kurze Antwortzeilen bei der simultanen Bearbeitung sehr/extrem vieler Abfragen.

Grundlegende (mathematisch-statistische) Analysetechniken wie Kennzahlenanalyse, multidimensionale Analysen (z. B. OLAP) und Data-Mining-Verfahren sind auch in Stufe 3 unverzichtbar. Allerdings müssen bei ihrer Ausführung signifikante Effizienzsteigerungen realisiert werden. Die (ersten) Ansätze hierzu befassen sich mit zwei eng miteinander verflochtenen Problemen:

- dem Problem der Datenspeicherung und
- dem Problem der Datenverarbeitung

Mit der Entwicklung von **In-Memory-Datenbanken** wurde die Effizienz der Datenspeicherung um Größenordnungen erhöht. Zudem können nunmehr Transaktionsverarbeitung (OLTP) und Analysen (OLAP) sehr schnell auf einer Datenbank abgewickelt werden (vgl. Abschn. 6.3). Allerdings zunächst nur auf einem Rechnersystem – womit das Volumenproblem im Big-Data-Bereich keinesfalls vollständig gelöst werden kann.

Einen Weg zur signifikanten Erhöhung der Verarbeitungskapazität weist das **Grid-Computing**, d. h. der Einsatz eines Clusters von räumlich verteilten Rechnern zur Bearbeitung rechenintensiver Aufgaben (vgl. Abschn. 2.4.2). Neben Rechen-Grids können auch Daten-Grids gebildet werden, die eine verteilte Datenhaltung vorsehen. Eben mit diesem Konzept begegnet z. B. die Open-Source-Software **Hadoop** den Anforderungen von Big Data an die Datenspeicherung und -verarbeitung. Hadoop ist ein skalierbares Softwaresystem, das ein verteiltes Dateisystem (Hadoop Distributed File System – HGFS) zur Speicherung sehr großer Datenmengen (Big Data im höheren Volumenbereich) auf den Rechnern eines Computer-Clusters (Grid) nutzt. Es wird bereits von vielen namhaften Unternehmen eingesetzt. Zudem bieten verschiedene Softwarehäuser kommerziellen Support für Hadoop und die Anbindung von Hadoop an ihre Produkte an.

Über diese beiden Ansätze hinaus sind weiterführende Entwicklungen und Untersuchungen im Bereich Big Data/Business Intelligence zu erwarten, die neben der Technologie- und der Anwendungsebene auch die Ebene der Ethik betreffen. Zu den relevanten Themenfeldern gehören etwa:

- „Cloud Business Intelligence“ auf der technologischen Ebene,
- „Business Intelligence und Industrie 4.0“ auf der Anwendungsebene und
- „Business Intelligence und Ethik“ auf der ethischen Ebene

Bei „**Cloud Business Intelligence**“ geht es um die Bereitstellung von Ressourcen zur Speicherung/Verwaltung sehr großer Datenbestände (Big Data) sowie von Methoden zu ihrer Auswertung (Analytics) in der Cloud. Cloud-Computing bietet sehr gute Möglichkeiten, virtualisierte BI-Ressourcen – also Ressourcen zur Speicherung, Verwaltung und

Analyse von Big Data – sowohl unternehmensintern in einer Private Cloud, als auch unternehmensextern in einer Public Cloud zu nutzen. Die gute Skalierbarkeit von Cloud-Lösungen, ist auch im Big-Data-Bereich für Anwender mit begrenzten IT-Ressourcen von grundsätzlichem Interesse, sofern nicht besonders hohe Anforderungen an Datensicherheit und Datenschutz gegeben sind.

Was die Anforderungsebene betrifft, sind Big Data und Analytics für die Umsetzung der Vision „**Industrie 4.0**“ unverzichtbar. Big Data und Analytics gestatten die Speicherung, Verarbeitung und Analyse der umfangreichen polystrukturierten Datenbestände, die im Innenbereich von cyberphysischen Systemen sowie bei der Interaktion cyberphysischer Systeme erhoben, generiert und kommuniziert werden. Insofern eröffnet Industrie 4.0 ein zentrales und umfassendes Anwendungsfeld für fortgeschrittene Big-Data-Technologien.

Bei dem Themenfeld „Business Intelligence und **Ethik**“ steht die Diskussion von Technikfolgen im Vordergrund, die ethische Probleme betrifft. Kritik wird an der teils „unsystematischen und unbegrenzten“ Sammlung und Auswertung von Daten geübt, die teilweise Personendaten darstellen und damit Probleme des Datenschutzes aufwerfen. Gefordert wird in diesem Zusammenhang auch die Beachtung gesellschaftlicher Normen und Werte. So können Analysen aus juristischer Sicht zwar zulässig sein, aber nicht (ganz) im Einklang mit gesellschaftlichen Normen stehen. Der Fortgang der Diskussion ethischer Probleme wird weiterhin die Ausgestaltung von Big-Data-Technologien beeinflussen.

Literatur

- Ackoff, R.L.: Scientific Method – Optimizing Applied Research Decisions. Wiley, New York (1962)
- Ackoff, R.L.: A Concept of Corporate Planning. Wiley, New York (1970)
- Anandarajan, M., Devin, P., Simmers, C.A.: Personal Web Usage in the Workplace. IRM Press, Hershey (2004)
- Bauer, A., Günzel, H. (Hrsg.): Data-Warehouse-Systeme – Architektur, Entwicklung, Anwendung. dpunkt, Heidelberg (2001)
- Behme, W., Holthuis, J., Mucksch, H.: Umsetzung multidimensionaler Strukturen. In: Mucksch, H., Behme, W. (Hrsg.) Das Data Warehouse Konzept, 4. Aufl, S. 215–241. Gabler, Wiesbaden (2000)
- Bissanz, N., Hagedorn, J., Mertens, H.: Data Mining. In: Mucksch, H., Behme, W. (Hrsg.) Das Data Warehouse Konzept, 2. Aufl, S. 437–468. Gabler, Wiesbaden (1997)
- Bottler, J., Horvath, P., Kargl, H.: Methoden der Wirtschaftlichkeitsberechnung für die Datenverarbeitung. Moderne Industrie, München (1972)
- Bullinger, H.-J., Niemeier, J., Koll, P.: Führungsinformationssysteme (FIS): Einführungskonzepte und Entwicklungspotentiale. In: Behme, W., Schimmelpfeng, K. (Hrsg.) Führungsinformationsysteme – Neue Entwicklungstendenzen im EDV-gestützten Berichtswesen, S. 44–62. Gabler, Wiesbaden (1993)
- Chamoni, P., Gluchowski, P.: On-Line Analytical Processing (OLAP). In: Mucksch, H., Behme, W. (Hrsg.) Das Data Warehouse Konzept, 4. Aufl, S. 333–376. Gabler, Wiesbaden (2000)
- Codd, E.F., Codd, S.B., Salley, C.T.: Providing OLAP (On-Line Analytical Processing) to User-Analysis – An IT-Mandate, White Paper. Codd & Associates, Ann Arbor (1993)
- Dantzig, G.B.: Linear Programming and Extensions. Princeton University Press, Princeton (1968)

- Dantzig, G.B.: Linear programming. *Oper. Res.* **50**, 42–47 (2002)
- Dwortschek, S.: Management-Informations-Systeme. de Gruyter, Berlin/New York (1971)
- Enzinger, M.: Verknüpfung der Balanced Scorecard mit dem Value Based Management. *Control. News.* **5**, 162–164 (2004)
- Evers, C., Oecking, G.F.: Auswahl eines geeigneten Führungsinformationssystems – Marktanalyse und firmenspezifisches Anforderungsprofil. *Control. Comput.* **4**, 214–218 (1993)
- Gabriel, R.: Wissensbasierte Systeme in der betrieblichen Praxis. McGraw-Hill, London (1992)
- Gal, T., Gehring, H.: Betriebswirtschaftliche Planungs- und Entscheidungstechniken. DeGruyter, Berlin/New York (1981)
- Gehring, H.: Projekt-Informationssysteme. DeGruyter, Berlin/New York (1975)
- Gluchowski, P., Gabriel, R., Chamoni, P.: Management Suport Systeme – Computergestützte Informationssysteme für Führungskräfte und Entscheidungsträger. Springer, Berlin/Heidelberg (1997)
- Gluchowski, P., Gabriel, R., Dittmer, C.: Management Support Systeme und Business Intelligence – Computergestützte Informationssysteme für Fach- und Führungskräfte. Springer, Berlin/Heidelberg (2008)
- Hayes-Roth, F., Waterman, D.A., Lenat, D.B.: An overview of expert systems. In: Hayes-Roth, F., et al. (Hrsg.) *Building Expert Systems*, S. 3–29. Addison-Wesley, London/Reading (1983)
- Höhn, R.: Der Data Warehouse Spezialist: Entwurf, Methoden und Umsetzungen eines Data Warehouses. Addison-Wesley, München (2000)
- Horvath, P.: Umsetzungserfahrungen mit der Balanced Scorecard – Echtes Lernen erfordert mehr als die Beschreibung einzelner Success Stories. *Kostenrechnungspraxis Sonderh.* **2**, 125–127 (2000)
- Inmon, W.H.: *Building the Data Warehouse*. Wiley, New York (1993)
- Jahnke, B.: Einsatzkriterien, kritische Erfolgsfaktoren und Einführungsstrategien für Führungs-informationssysteme. In: Behme, W., Schimmelpfeng, K. (Hrsg.) *Führungsinformationssysteme, Neue Entwicklungstendenzen im EDV-gestützten Berichtswesen*, S. 29–43. Gabler, Wiesbaden (1993)
- Kaplan, R.S., Norton, D.P.: The balanced scorecard – measures that drive performance. *Harv. Bus. Rev.* **70**, 71–79 (1992)
- Kemper, H.-G., Mehanna, W., Unger, C.: *Business Intelligence – Grundlagen und praktische Anwendungen*. Springer Vieweg, Wiesbaden (2004)
- Kirsch, W.: *Betriebswirtschaftslehre – Systeme, Entscheidungen, Methoden*. Gabler, Wiesbaden (1973)
- Kosiol, E.: *Betriebswirtschaftslehre und Unternehmensforschung. Z. Betriebswirtschaftliche Forschung.* **34**(12), 743–762 (1964)
- Lackes, R.: *Just-in-Time-Production*. Gabler, Wiesbaden (1995)
- Mag, W.: *Unternehmensplanung*. Vahlen, München (1995)
- Martin, W.: *Data Warehousing und Data Mining – Marktübersicht und Trends*. In: Mucksch, H., Behme, W. (Hrsg.) *Das Data Warehouse Konzept*, 2. Aufl, S. 119–133. Gabler, Wiesbaden (1997)
- Mertens, P.: Einsatzpotentiale und Anwendungsklassen für Expertensysteme. In: Kurbel, K., Strunz, H. (Hrsg.) *Handbuch Wirtschaftsinformatik*, S. 523–540. Poeschel, Stuttgart (1990)
- Mertens, P., Griese, J.: *Integrierte Informationsverarbeitung 2, Planungs- und Kontrollsysteme in der Industrie*, 7. Aufl. Gabler, Wiesbaden (1993)
- Mertens, P., Meier, M.: *Integrierte Informationsverarbeitung 2, Planungs- und Kontrollsysteme in der Industrie*, 10. Aufl. Gabler, Wiesbaden (2009)
- Möllmann, S.: Executive Information Systems: Navigationsinstrumente zur Unternehmensführung. *Z. Organ.* **6**, 366–367 (1992)

- Mucksch, H., Behme, W.: Die Notwendigkeit einer entscheidungsorientierten Informationsversorgung. In: Mucksch, H., Behme, W. (Hrsg.) Das Data Warehouse Konzept, 2. Aufl, S. 3–30. Gabler, Wiesbaden (1997)
- Mucksch, H., Behme, W. (Hrsg.): Das Data Warehouse Konzept, 4. Aufl. Gabler, Wiesbaden (2000)
- Pendse, N., Creeth, R.: A New Definition for OLAP: FASMI. <http://www.busintel.com/syn3.htm> (1995). Zugriffen am 12.10.21
- Perlitz, M.; Schrank, R.: Internationales Management, 6. Aufl. UTB (2013)
- Pfaff, D., Kunz, A., Pfeffer, T.: Balanced Scorecard als Bemessungsgrundlage finanzieller Anreizsysteme – Eine theorie- und empiriegeleitete Analyse der resultierenden Grundprobleme. Betriebswirtsch. Forsch. Praxis. **1**, 36–55 (2000)
- Reichmann, T., Burkhard, F., Nölken, D.: EIS-gestütztes Controlling – Schnittstelle zwischen Controlling und Informationsmanagement. In: Scheer, A.-W. (Hrsg.) Handbuch Informationsmanagement – Aufgaben, Konzepte, Praxislösungen, S. 463–489. Gabler, Wiesbaden (1993)
- Rockart, J.F.: Chief Executives define their own data needs. Harv. Bus. Rev. **57**, 81–93 (1979)
- Scheer, A.-W.: Wirtschaftsinformatik – Referenzmodelle für industrielle Geschäftsprozesse. Springer, Berlin (1995)
- Schinzer, H., Bange, C., Mertens, H.: Data Warehouse und Data Mining – Marktführende Produkte im Vergleich, 2. Aufl. Franz Vahlen, München (1999)
- Simon, H.: The New Science of Management Decision. Harper and Row, New York (1960)
- Snodgrass, R.T. (Hrsg.): The TSQL2 Temporal Structured Query Language. Kluwer Academic Publishers, Boston et al. (1995)
- Sprague, R., Carlson, E.: Building Effective Decision Support Systems. Prentice-Hall, Englewood Cliffs/New York (1984)
- Teuteberg, F.: Effektives Suchen im World Wide Web – Suchdienste und Suchmethoden. Wirtschaftsinformatik. **39**, 373–383 (1997)
- Tilemann, T.: Planungssprachen. In: Mertens, P., et al. (Hrsg.) Lexikon der Wirtschaftsinformatik, S. 257–259. Springer, Berlin (1987)
- Voss, S., Gutenschwager, K.: Informationsmanagement. Springer, Berlin/Heidelberg (2001)
- Wacker, H.W.: Betriebswirtschaftliche Informationstheorie. Westdeutscher Verlag, Opladen (1971)
- von Weissenfluß, A.: Expertensysteme – Ihr Einsatz zur Unterstützung betrieblicher Entscheidungen. Haupt, Bern/Stuttgart (1990)
- Werners, B.: Grundlagen des Operations Research, 3. Aufl. Gabler, Berlin (2013)
- Wurl, H.-J., Mayer, J.H.: Gestaltungskonzept für Erfolgsfaktoren-basierte Balanced Scorecards. Z. Planung. **11**, 1–22 (2000)
- Wurl, H.-J., Mayer, J.H.: Balanced Scorecards und industrielles Risikomanagement – Möglichkeiten der Integration. In: Klingebiel (Hrsg.) Performance Measurement und Balanced Scorecard, S. 179–213. Vahlen, München (2001)



Integrationsunterstützende Querschnittssysteme

8

Kap. 8 ist das vierte und letzte Kapitel des Teils II. Es befasst sich mit den integrationsunterstützenden Querschnittssystemen, d. h. einer Gruppe von innerorganisatorischen Anwendungssystemen mit integrationsfördernden Eigenschaften. In Abb. 8.1 ist die Einordnung des Kap. 8 in den Teil II dargestellt.

Die Gruppe der integrationsunterstützenden Querschnittssysteme lässt sich etwa wie folgt charakterisieren:

- Die Systeme sind nicht auf bestimmte Funktionsbereiche zugeschnitten, sie können vielmehr funktionsübergreifend eingesetzt werden.
- Die Nutzung erfolgt häufig in kombinierter Form sowie in Verbindung mit operativen Systemen und Management-Support-Systemen.
- Sofern nicht explizit eine Systemintegration angestrebt wird, hat der Systemeinsatz zumindest eine integrationsfördernde Wirkung.

Im vorliegenden Kapitel werden einige wesentliche Arten dieser Systeme vorgestellt. Auf die teils fließenden Grenzen zwischen benachbarten Systemarten wird ebenso hingewiesen, wie gegebenenfalls auf Vorläufer- und Vorbildsysteme. Behandelt werden im Einzelnen: die der Verwaltung von elektronischen Dokumenten dienenden Dokumenten-Management-Systeme (vgl. Abschn. 8.1), die zur Unterstützung von Gruppenarbeit bzw. arbeitsteiligen Arbeitsprozessen eingesetzten Groupware-Systeme und Workflow-Management-Systeme (vgl. Abschn. 8.2) sowie die auf den Umgang mit dem „intellektuellen Kapital“ eines Unternehmens zugeschnittenen Wissensmanagement-Systeme (vgl. Abschn. 8.3).

- B Innerorganisatorische Anwendungssysteme
- 5 Grundlagen der betrieblichen Informationsverarbeitung
- 6 Operative betriebliche Anwendungssysteme
- 7 Management-Support-Systeme und Business Intelligence
- 8 Integrationsunterstützende Querschnittssysteme**

Abb. 8.1 Einordnung von Kap. 8 in den Teil II

8.1 Dokumenten-Management-Systeme

Lange Zeit dominierte in vielen Unternehmen der Umgang mit Papierdokumenten. Entsprechend entfielen hohe Anteile der Arbeitszeiten auf die Suche und Ablage von Informationen (vgl. hierzu auch Kampfmeyer und Merkel (1997), S. 11). Die damit eröffneten erheblichen Rationalisierungspotenziale sind auf folgende Schwachstellen der papiergebundenen Büroarbeit zurückzuführen (vgl. auch Wenzel (1996), S. 26 ff.):

- Zeitdefizite, denn Papier verursacht hohe Transport-, Liege- und Suchzeiten und bei mehreren Adressaten das Anfertigen von Kopien.
- **Medienbrüche** aufgrund der unvermeidlichen Übernahme papiergebundener Informationen in die elektronische (Weiter-)Verarbeitung.
- Zugriffsprobleme, die einen schnellen Zugriff ad hoc vereiteln.
- Arbeitsablaufdefizite aufgrund ungeeignet gestalteter Arbeitsabläufe, zu hoher Arbeitsteilung oder nicht geregelter Kommunikation.

Insgesamt lassen sich diese Defizite auf zwei Hauptursachen zurückführen, die überwiegende Verwendung von Papierdokumenten und die ungeeignete Gestaltung der Büroarbeitsprozesse. Mit dem Einsatz von Dokumenten-Management-Systemen strebt man die Elimination der skizzierten Schwachstellen an. Welche Ziele und Mittel hierbei eine Rolle spielen und welche Abgrenzungssaspekte zu beachten sind, wird nachfolgend erörtert. Eingegangen wird hierzu auf

- Begriff und Wesen elektronischer Dokumente (vgl. Abschn. 8.1.1),
- Begriff und Ziele von Dokumenten-Management-Systemen (vgl. Abschn. 8.1.2),
- Geschäftsvorfälle im Dokumenten-Management (vgl. Abschn. 8.1.3) und
- Abgrenzung zu anderen Systemen (vgl. Abschn. 8.1.4).

8.1.1 Begriff und Wesen elektronischer Dokumente

In der Literatur wird der Dokumentbegriff unterschiedlich ausgelegt. Nachfolgend wird eine etwas weiter gefasste Begriffsabgrenzung vorgestellt.

► Im weiteren Sinne sind **Dokumente** in physischer Form, d. h. als Papierdokumente oder als Mikrofilm, niedergelegte oder elektronisch gespeicherte Informationen, die eine gewisse Bedeutung und Struktur haben (vgl. Berndt und Leger (1994)). Die in einem Dokument abgelegte Information kann z. B. der Aufbewahrung und Weitergabe von Know-how dienen. Berücksichtigt man noch die optisch lesbare Speicherungsform, so lassen sich vier grundlegende Arten von Dokumenten im Dokumentenwesen unterscheiden: Papierdokumente, Mikrofilme, elektronische Dokumente und optisch lesbare Dokumente (COLD-Dokumente).

Die genannten Arten von Dokumenten werden in Abb. 8.2 kurz erläutert. Die hier primär interessierenden elektronischen Dokumente, auch **digitale Dokumente** genannt, lassen sich nach Repräsentationsform und Objektanzahl weiter unterteilen. Eine Übersicht der resultierenden Arten elektronischer Dokumente zeigt Abb. 8.3. Die in Abb. 8.2 und 8.3 angegebenen Unterscheidungen schließen sich teils nicht gegenseitig aus. So kann es sich z. B. bei einem **COLD-Dokument** zugleich um ein **NCI-Dokument** oder ein **CI-Dokument** handeln, das als COLD-Dokument abgespeichert wurde. Die Abspeicherung als COLD-Dokument wird z. B. für nicht mehr aktuelle Massendaten der operativen Anwendungssysteme empfohlen. Die operativen Systeme können so die Daten direkt auf optische Speicherplatten auslagern.

Die elektronische Verarbeitung der verschiedenen Arten von Dokumenten und ihre Nutzung durch den Menschen sind teils unmittelbar möglich, teils aber nicht. So können Papierdokumente von Menschen gelesen, aber nicht unmittelbar elektronisch verarbeitet werden. Und die Verarbeitung von NCI-Dokumenten erstreckt sich nicht auf Inhalte, sondern auf die Speicherung und Verwaltung von Pixeldaten und deren Ausgabe als Rasterdarstellung von Bildern und Texten. Mit Hilfe geeigneter Ein- und Ausgabegeräte lassen sich derartige Beschränkungen überwinden. Im Einzelnen können:

Medium	Dokumentart	Erläuterung
Papier	Papier-dokument	Auf Papier aufgezeichnete Informationen mit Dokumentcharakter, die in physischen (Original-)Archiven abgelegt werden.
Kunststofffilm	Mikrofilm	Durch Verfilmung von Papierdokumenten hergestellte Mikrofilme, die in Mikrofilm-Archiven gehalten werden.
elektronisches Medium	elektronisches Dokument	Durch manuelle Eingabe oder Lesen eines Papier- oder COLD-Dokuments erstelltes und in elektronischen Speichern gehaltenes digitales Dokument.
optisch lesbares Medium	COLD-Dokument	Durch Aufzeichnung eines elektronischen Dokuments mittels Laser auf einem optisch bzw. per Laser lesbaren Speicher (Computer Output on Laser Disc bzw. COLD) erstelltes Dokument.

Abb. 8.2 Grundlegende Arten von Dokumenten im Dokumentenwesen

Unterscheidungsmerkmale	Dokumentart	Erläuterung
Repräsentations-Form	NCI-Dokument	Ein NCI-Dokument (Non Coded Information) wird lediglich als Bild, d. h. zusammengesetzt aus einzelnen Bildpunkten bzw. Pixeln, gespeichert. Die pixelorientierte Speicherung verschlüsselt den gespeicherten Inhalt nicht.
	CI-Dokument	Bei einem CI-Dokument (Coded Information) werden die einzelnen Zeichen codiert gespeichert, z. B. im ASCII-Format. Die gespeicherten Informationen können daher unmittelbar mit Computerprogrammen verarbeitet werden.
Objektanzahl	elementares Dokument	Ein elementares Dokument besteht aus genau einem Objekt mit einem bestimmten Datenformat, z. B. Text-Objekt, Grafik-Objekt.
	Compound-Dokument	Ein Compound-Dokument besteht aus mehreren Objekten mit unterschiedlichen Datenformaten, z. B. einem Text mit eingebundenen Grafiken.
	Container-Dokument	Zur Vereinfachung der Handhabung können mehrere elementare oder Compound-Dokumente mit zusätzlichen Verweis- und Verwaltungsdaten zu einem Container-Dokument zusammengefasst werden.

Abb. 8.3 Arten elektronischer Dokumente

- Papierdokumente mit Scannern gelesen und so in rasterorientierte NCI-Dokumente überführt werden (man spricht hier auch von **Imaging**).
- Papierdokumente und NCI-Dokumente, soweit sie Texte darstellen, mit OCR-Lesern gelesen und so in CI-Dokumente umgewandelt werden.
- Papierdokumente durch Verfilmung in Mikrofilmen festgehalten werden.

Abb. 8.4 veranschaulicht diese Zusammenhänge. Abgegrenzt sind in dieser Darstellung auch die Bereiche des computergestützten Dokumenten-Managements und der klassischen Archivierung.

Voraussetzung für die computergestützte Verarbeitung von Dokumenten ist ihre Identifizierung, beispielsweise mit einer Dokumentnummer. Deren Kenntnis gestattet einen direkten Zugriff auf ein Dokument. Häufig wird sich die Situation des Recherchierens stellen, d. h. es werden ein oder mehrere Dokumente gesucht, die vorgegebene Suchmerkmale erfüllen. Solche **Suchmerkmale** sind z. B. Autor, Titel, Erstellungsdatum, Version oder Änderungsdatum und den Inhalt charakterisierende Schlüsselwörter bzw. **Deskriptoren**. Was die Zuordnung von Deskriptoren und die Dokumentensuche betrifft, sei auf die Ausführungen zum Information Retrieval verwiesen (vgl. Abschn. 7.2.1.2).

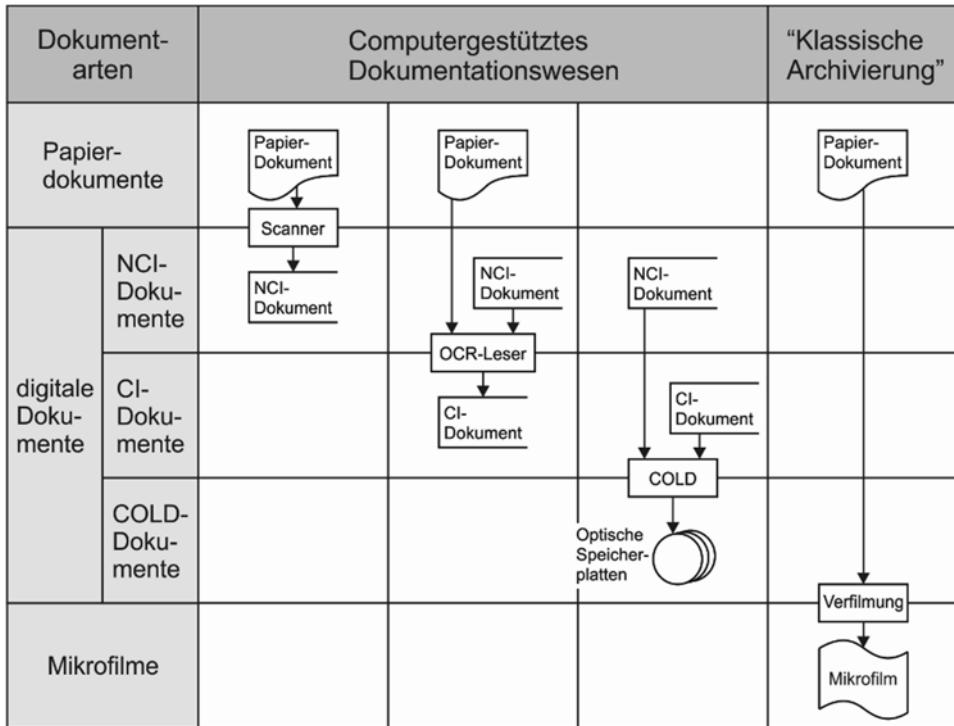


Abb. 8.4 Übergänge zwischen Dokumenten im Dokumentationswesen

8.1.2 Begriff und Ziele von Dokumenten-Management-Systemen

Informationssysteme zur Unterstützung der Verwaltung elektronischer Dokumente werden als Dokumenten-Management-Systeme bezeichnet. Sie lassen sich begrifflich etwa wie folgt abgrenzen:

- Ein **Dokumenten-Management-System (DMS)** dient der computergestützten Abwicklung der im gesamten Lebenszyklus von elektronischen Dokumenten anfallenden Aufgaben, von der Erstellung bis zur Archivierung. Entsprechend erstreckt sich die Funktionalität eines DMS auf das Erstellen, Speichern/Einfügen, Ändern/Aktualisieren, Suchen, Anzeigen/Ausgeben, Kopieren und Archivieren von Dokumenten. Ausgereifte DMS zeichnen sich durch eine abstufige Rechteverwaltung, ein leistungsfähiges Versions- und Historienmanagement, effiziente Suchfunktionen und Schnittstellen zu Systemen aus, mit denen sie häufig kombiniert eingesetzt werden (z. B. Workflow-Management-Systeme).

Mit dem Einsatz von DMS wird eine Vielzahl von Zielen verfolgt. Wie die folgende Auflistung von in der Literatur genannten Zielen zeigt (vgl. Berndt und Leger (1994), S. 14 ff.; Fähnrich et al. (1998), S. 56; Sutton (1996), S. 8; Wasem-Gutensohn (1998), S. 35), nehmen zeit- und kostenbezogene Ziele einen breiten Raum ein:

- Reduzierung der Ablage-, Transport- und Zugriffszeiten der elektronisch verwalteten und transportierten Dokumente,
- Reduzierung der Suchzeiten mittels leistungsfähiger Retrievalfunktionen,
- Reduzierung von Druck- und Papierkosten durch Papiervermeidung,
- Reduzierung von Raum- und Bürosystemkosten aufgrund kompakter Archivierung,
- Erhöhung der Auskunftsbereitschaft aufgrund schnellerer Informationsverfügbarkeit,
- Beschleunigung von Arbeits- und Entscheidungsprozessen,
- Vermeidung von Medienbrüchen bei der Weitergabe und Verarbeitung von Informationen,
- gleichzeitiger Zugriff vieler Personen auf Dokumente mit geeignet abgestuften Zugriffsrechten,
- höhere Konsistenz der Dokumente aufgrund zentraler Dokumentenspeicherung und
- einheitliche Dokumentenbearbeitung mit Schnittstellen zu Fremdsystemen wie E-Mail, Office-System, ERP-Systeme.

Aus der Verfolgung dieser Ziele resultieren wesentliche Vorteile des DMS-Einsatzes, vor allem Zeit- und Kosteneinsparungen. Im Vergleich zu konventionellen Papierarchiven ergeben sich Einsparungspotenziale durch (vgl. Wasem-Gutensohn (1998), S. 36; Wenzel (1996), S. 29):

- die Reduktion der Durchlaufzeiten von Dokumenten,
- die Verkürzung der Suchzeiten bei der Dokumentenrecherche,
- die Reduzierung der Personalkosten im Bürobereich und
- die Reduzierung der Kosten für Büroräume und Bürosysteme.

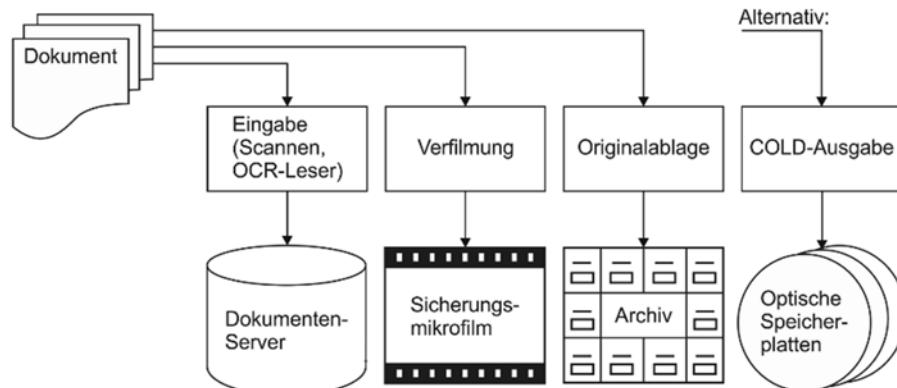
Den (ökonomischen) Vorteilen stehen erhebliche Aufwendungen für die Erfassung von Papierdokumenten mit Scannern oder OCR-Lesern einschließlich anschließender Qualitätskontrolle, die Indizierung von Dokumenten und die Bereitstellung der technologischen DMS-Infrastruktur und Peripheriegeräte (Scanner, OCR-Leser, Drucker, optische Speichersysteme, DMS-Software und Indizierungssoftware) gegenüber.

8.1.3 Geschäftsvorfälle im Dokumenten-Management

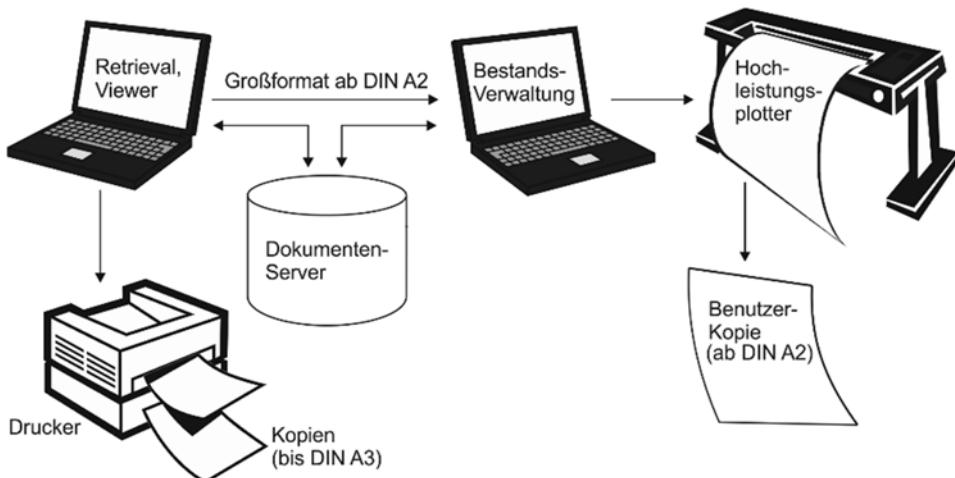
Häufig ist die Praxis des Dokumenten-Managements noch durch die gleichzeitige Verwendung mehrerer Medien gekennzeichnet. So werden neben der Abspeicherung digitaler Dokumente teils noch Mikrofilme zu Sicherungszwecken und konventionelle Archive zur Ablage von Papierdokumenten eingesetzt. Hierbei können rechtliche Aspekte eine Rolle spielen.

Da der DMS-Einsatz in der Regel auch handels- und steuerrechtlich relevante Dokumente betrifft, ist die im Handelsgesetzbuch geregelte Aufbewahrungspflicht zu beachten. Für die Aufbewahrung bildlicher Kopien von Originaldokumenten sind die Mikroverfilmung und op-

tische Speicherplattensysteme zugelassen, weil die aufgezeichneten Daten nicht mehr geändert werden können und über hinreichend lange Zeit lesbar sind. Probleme wirft allerdings die rechtliche Beweiskraft auf: Bei zivilrechtlichen Streitigkeiten stellt sich die Frage, ob die mit DMS reproduzierten Dokumente als Beweismittel verwendbar sind. Nach Zivilprozessordnung und Rechtsprechung gelten solche Dokumente nicht als Urkunden, da sie nicht eigenhändig unterschrieben sind. Ihre Anerkennung als Beweismittel liegt im Streitfall im richterlichen Ermessen. Dokumente, denen in möglichen Streitfällen eine hohe Beweiskraft zukommt, sollten daher weiterhin als Originale aufbewahrt werden. Auch aus rechtlichen Gründen ist die Ablage von Originaldokumenten in (zentralen) Archiven noch verbreitet. Ebenso ist die Verwendung von Mikrofilmarchiven zu Sicherungszwecken teils noch vorzufinden. Diese Medienvielfalt im Dokumenten-Management veranschaulicht die Abb. 8.5, in der zwei wesentliche Geschäftsvorfälle betrachtet werden.



a) Eingabe und Archivierung von Dokumenten



b) Lokale Suche und lokale/zentrale Anzeige/Ausgabe von Dokumenten

Abb. 8.5 Wesentliche Geschäftsvorfälle im Dokumenten-Management

Gemäß dem Szenario in Abb. 8.5 a) werden eingelesene Dokumente mittels eines **Dokumenten-Servers** verwaltet. Der auf dem Server abgelegte Bestand stellt quasi die Arbeitsdatei dar, welche die Grundlage für Suche, Pflege und Ausgabe von Dokumenten bildet. Zu Sicherungszwecken ist hier beispielhaft eine Verfilmung vorgesehen, alternativ bietet sich die Archivierung mittels optischer Speichersysteme an. Papier-Originale wie z. B. Verträge, Aufträge und Vereinbarungen, gegebenenfalls auch Bilder und (technische) Zeichnungen, werden in einem konventionellen Archiv abgelegt. Suche, Anzeige und Ausgabe von Dokumenten können lokal am Computer-Arbeitsplatz erfolgen (vgl. Abb. 8.5 b). Im Falle großformatiger Ausdrucke von z. B. Zeichnungen bietet sich – bei hinreichendem Bedarf – der zentrale Einsatz eines (Hochleitungs-)Plotters an.

8.1.4 Abgrenzung zu anderen Systemen

Um die Position von DMS in Bezug auf mehr oder weniger benachbarte sowie enger oder weiter ausgelegte andere Systeme zu verdeutlichen, ist es hilfreich, auf folgende Gruppen oder Arten von Systemen einzugehen:

- Vorläufer- und Vorbildsysteme von DMS,
- Engineering-Data-Management-Systeme,
- Systeme der Wissensverarbeitung und
- Content-Management-Systeme.

Auf dem Softwaremarkt angebotene DMS-Lösungen haben unterschiedliche Wurzeln, die jeweils bestimmte Aspekte des Dokumenten-Managements besonders betonen. Als Beispiel genannt seien die Datensicherung, die Datenarchivierung, das Information Retrieval und die Vorgangssteuerung. DMS-Produkte integrieren folglich Funktionalitäten anderer eigenständiger Anwendungssysteme wie Datensicherungs-, Archivierungs- und Retrievalsysteme. Einige wesentliche Vorläufer- und Vorbildsysteme moderner DMS-Produkte lassen sich wie folgt charakterisieren:

- ▶ **Datensicherungssysteme** dienen der (sicheren) Aufbewahrung größerer Datenbestände, die keinem Änderungsdienst unterliegen und auf die in Notfällen zugegriffen wird; beispielsweise im Fall der Zerstörung von im DV-Betrieb befindlichen Datenträgern.
- ▶ **Archivierungssysteme** dienen der langfristigen, großvolumigen Ablage von betrieblichen Massendaten wie z. B. Belegen mit dem Ziel der Einsparung von Raum- und Materialkosten. Zugriffe auf die kontinuierlich wachsenden und allenfalls geringen Änderun-

gen unterliegenden Daten finden selten und im Rahmen einfacher Recherchen mit eindeutigen Suchmerkmalen (z. B. Kunden- oder Belegnummer) statt.

► **Retrievalsysteme** dienen der Darstellung, Speicherung, Archivierung und Suche von Informationen mit größerer Zugriffshäufigkeit, wobei die Effizienz der Suche und die Möglichkeit der Formulierung komplexer Suchfragen besonderes Gewicht haben.

Engineering-Data-Management-Systeme (EDM-Systeme) sind technische Informations-systeme zur Speicherung, Verwaltung und Bereitstellung von produkt- und anlagen-bezogenen Daten über alle Phasen des Lebenszyklus von Produkten und Anlagen. Hierzu gehören z. B. Daten über technische Teilestämme, Produktstrukturen, Teileklassifikationen, technische Zeichnungen und Schaltpläne. Die Funktionalität von EDM- und DMS-Produkten ist weitgehend deckungsgleich, Unterschiede bestehen jedoch hinsichtlich der geführten Inhalte und der jeweiligen Systembenutzerkreise. Insofern lässt sich das gesamte Dokumentationswesen in einem (produzierenden) Unternehmen grob in die Bereiche technische Dokumentation mit EDM-Systemen und kaufmännische Dokumentation mit DMS einteilen. Die Grenzziehung ist allerdings fließend, da zunehmend auch technische Daten in DMS und kaufmännische Daten in EDM-Systeme übernommen werden.

In der Literatur werden DMS und **Wissensmanagementsysteme** gelegentlich in einem Atemzug genannt. Ihre Gleichsetzung wäre indes unzutreffend. Ein DMS ist lediglich eine von mehreren Arten von Systemen, die geeignet sind, das Wissensmanagement technologisch zu unterstützen. Zur Wissensverarbeitung im engeren Sinne, wie z. B. der Generierung von neuem aus vorhandenem Wissen durch Schlussfolgerungen, eignen sich DMS jedoch nicht. Nähere Ausführungen zu Systemen der Wissensverarbeitung sind Abschn. 8.3 vorbehalten.

Content-Management-Systeme dienen der Erstellung, Bearbeitung, Ablage, Aktualisierung sowie Aufbereitung und Darstellung multimedialer Informationsobjekte. Im Vergleich zu DMS weisen sie etliche Analogien auf, aber auch einen gravierenden Unterschied: die strikte Trennung zwischen Speicherung und Präsentation der Informationen. Letztere werden z. B. im XML-Format erfasst und gespeichert und können nun in vielfältiger Weise für Präsentationszwecke aufbereitet und ausgegeben werden. Flexibles Layout der präsentierten Inhalte und die Integration multimedialer Inhalte (z. B. Text, Grafik, Animation) sind charakteristische Merkmale. Unverzichtbare Systemkomponenten für den praktischen Einsatz sind – wie bei DMS – Versionsmanagement und die Verwaltung von Benutzerberechtigungen.

In der Praxis werden die genannten Systeme häufig gemeinsam mit DMS eingesetzt.

8.2 Groupware- und Workflow-Management-Systeme

Die Computerunterstützung von Arbeitsprozessen, an denen mehrere Personen beteiligt sind, bezeichnet man als **Computer Supported Cooperative Work (CSCW)**. Welche Art von CSCW-Systemen im konkreten Fall eingesetzt werden kann, hängt von der Aufgabenart sowie von zeitlich-räumlichen Koordinationsaspekten ab. Im Einzelnen ist zu unterscheiden zwischen:

- Kooperation zur gleichen Zeit (synchrone Kommunikation) oder zu verschiedenen Zeiten (asynchrone Kommunikation),
- Kooperation am gleichen Ort oder an verschiedenen Orten,
- Kooperation im Rahmen repetitiver Arbeitsprozesse oder nicht repetitiver Gruppenarbeit.

Was den letztgenannten Aspekt betrifft, lassen sich zwei Gruppen von Systemen des CSCW unterscheiden: **Groupware** zur Unterstützung von Gruppenarbeit, man spricht hier auch von Workgroup-Computing, sowie **Workflow-Management-Systeme (WFMS)** zur Steuerung repetitiver, gut strukturierter Arbeitsprozesse. Zeitlich-räumliche Unterschiede haben vor allem im Bereich der Groupware zu einer Ausdifferenzierung in spezielle Systeme geführt, die als Komponenten des Workgroup-Computing eingesetzt werden können. Berücksichtigt man noch, dass repetitive Arbeitsprozesse auch ohne Steuerung mittels eines WFMS abgewickelt werden können, so lässt sich die Computerunterstützung von Arbeitsprozessen etwa gemäß Abb. 8.6 strukturieren.

Art des Arbeitsprozesses		Computerunterstützung
Repetitiver, gut strukturierter Arbeitsprozess	Nicht automatisierter Geschäftsprozess	Ablaufsteuerung mittels organisatorischer Regelungen und ohne Computerunterstützung.
	Workflow (automatisierter Geschäftsprozess)	Ablaufsteuerung mittels Workflow-Management-Systemen.
Nicht repetitive, schlecht strukturierte Gruppenarbeit	Gruppenarbeit mit synchroner Kommunikation	Kommunikationsunterstützung mittels Konferenzsystemen, Chat-Diensten usw.
	Gruppenarbeit mit asynchroner Kommunikation	Kommunikationsunterstützung mittels Newsgroups, Diskussionsforen usw.
	Gruppenarbeit mit gemeinsamer Verwaltung und Bereitstellung von Informationen	Unterstützung der Kommunikation und Kooperation von Personen mittels Groupware-Plattformen.

Abb. 8.6 Computerunterstützung verschiedener Arten von Arbeitsprozessen

Im Folgenden werden Groupware-Systeme (vgl. Abschn. 8.2.1) und Workflow-Management-Systeme (vgl. Abschn. 8.2.2) behandelt.

8.2.1 Groupware-Systeme

Laut Abb. 8.6 fasst man unter dem Begriff „Groupware“ verschiedene Systeme zusammen, die im Workgroup-Computing eingesetzt werden können. Aus übergreifender Sicht lässt sich der Begriff der Groupware etwa wie folgt umreißen:

- Als **Groupware** bezeichnet man Programmsysteme, die der Unterstützung von nicht repetitiver Gruppenarbeit durch Nutzung synchroner oder asynchroner Kommunikationsdienste sowie der gemeinsamen Generierung, Sammlung, Strukturierung, Kommentierung und Verteilung von Informationen dienen.

Bei dem Einsatz von Groupware geht es allgemein um die gemeinsame Analyse von Problemen, die gemeinsame Entwicklung von Lösungsansätzen, die gemeinsame Vorberitung von Entscheidungen, die gemeinsame Beurteilung von Sachverhalten und die gemeinsame Bearbeitung von Projekten oder Aufgaben. Als konkrete Beispiele für den Einsatz von Groupware seien genannt:

- Die gemeinsame Bewertung alternativer Softwareprodukte anhand eines abgestimmten Punkte-Bewertungsverfahrens zum Zweck der Softwareauswahl.
- Die Abstimmung von Besprechungsterminen innerhalb und zwischen Projektgruppen mittels eines gemeinsam geführten Terminkalenders.

Im einfachsten Fall wird lediglich die Kommunikation zwischen kooperierenden Personen unterstützt. Zu unterscheiden ist hierbei zwischen synchroner und asynchroner Kommunikation. Darüber hinaus existieren spezielle Plattformen, deren Funktionalität weitergehende Dienste umfasst.

Gruppenarbeit mit synchroner Kommunikation

Eine synchrone Kommunikation liegt vor, wenn die Kooperationspartner gleichzeitig kommunizieren. Mit Hilfe von **Konferenzsystemen** können kooperierende Personen, die sich an unterschiedlichen Orten befinden, gleichzeitig miteinander in Kontakt treten und so aufwendige Reisen sparen. Aufgrund der Raumüberbrückung spricht man auch von Telekonferenzen. In Abhängigkeit von den eingesetzten Kommunikationsmedien (Sprache bzw. Audio, Bild, Video) unterscheidet man folgende Systemarten:

- **Sprach-/Audiokonferenzen** (Telefonkonferenzen), die mit modernen Telekommunikationsanlagen im In- und Ausland geschaltet werden können.

- **Bildtelefonie**, wobei Telefone mit integriertem Bildschirm und fest installierter Kamera in Verbindung mit leistungsfähigen Übertragungskanälen eingesetzt werden.
- **Chats**, die in Rechnernetzen – meist dem Internet – mittels Textkommunikation, d. h. das Versenden von (kurzen) Texten zwischen den angeschlossenen Computern bzw. PCs der Teilnehmer, durchgeführt werden.
- **Videokonferenzen**, die meist über speziell eingerichtete Konferenzstudios, auch mittels PCs, abgewickelt werden und es den Teilnehmern erlauben, durch Sprechen, Sehen, Hören und das Präsentieren von Bildern, Zeichnungen und Texten zu kommunizieren.

Gruppenarbeit mit asynchroner Kommunikation

Von asynchroner Kommunikation spricht man hier, wenn die Teilnehmer zu unterschiedlichen Zeiten kommunizieren. Von Bedeutung sind vor allem

- **Newsgroups** bzw. **Diskussionsforen**, d. h. Kommunikationsdienste, die es einer Vielzahl von Teilnehmern ermöglichen, eigene Beiträge in unterschiedlichen Rubriken eines „Schwarzen Bretts“, wie in einer Art globaler Zeitung, zu platzieren und so mit anderen Teilnehmern/Lesern indirekt in Kontakt zu treten.

Groupware-Plattformen

Umfassendere **Groupware-Plattformen** beinhalten Funktionalitäten und Dienste, die über die bloße Kommunikation hinausgehen und die gemeinsame Verwaltung und Bereitstellung von Informationen einschließen. Zu den wesentlichen Funktionen gehören:

- E-Mail und Mailing-Listen, d. h. ein elektronischer Verteilerdienst für das Versenden von E-Mails an vorgegebene Adressatenkreise.
- Kalender- und Terminplanungsfunktionen, die eine gemeinsame Festlegung von Besprechungs- und Besuchsterminen gestatten.
- Die Anlage, Pflege, Suche/Retrieval und Bereitstellung von Informationen im Rahmen gemeinschaftlich gehaltener Informationsbestände und Datenbanken.
- Replikationsfunktionen, die der Verteilung und dem Abgleich von Replikationen, d. h. lokal bearbeiteten Kopien von Teilen/Auszügen der gemeinsamen zentralen Datenbank, dienen.
- Datenschutz- und Datensicherungsmechanismen, die z. B. den Zugang zu den Informationsbeständen sowie deren Manipulation gemäß den an die Teilnehmer erteilten Zugangs-, Lese- und Schreibrechten regeln.

Ein Beispiel für eine Groupware-Plattform ist **HCL Notes**, früher bezeichnet als **Lotus Notes**. Produkte dieser Art werden in der Praxis zunehmend zur Dokumentenverwaltung eingesetzt. Insofern verwischen sich die Grenzen zwischen Groupware-Systemen und

DMS. Ursachen sind erhebliche Überlappungen in den Systemfunktionalitäten, beispielsweise im Bereich der Verwaltung und Recherche von Informationen, und die Erweiterung der Systemfunktionalitäten jeweils in Richtung des anderen Systems. Eine große und noch wachsende Bedeutung als Groupware-Plattformen haben Social-Media-Dienste, insbesondere Collaborative Projects. Sie werden eingehend in Kap. 12 behandelt.

8.2.2 Workflow-Management-Systeme

Zwischen dem Geschäftsprozess-Management und dem Workflow-Management bestehen enge Verbindungen. Das **Geschäftsprozess-Management** wird in Kap. 14 ausführlich behandelt. Betrachtet wird dort auch der Übergang vom Geschäftsprozess-Management zum **Workflow-Management**, der durch die Automatisierung der Ablaufsteuerung von Arbeitsabläufen mit Hilfe von Workflow-Management-Systemen (WFMS) vollzogen wird. In diesem Zusammenhang werden Workflow, Workflow-Management und WFMS kurz erörtert.

Im vorliegenden Abschnitt stehen WFMS im Vordergrund. Zum Verständnis ihres Aufbaus und ihrer Funktionsweise trägt die Erläuterung der Ziele und Aufgaben bei, die mit dem WFMS-Einsatz verbunden sind. Im Folgenden werden daher zunächst

- Ziele und Aufgaben des Workflow-Managements (vgl. Abschn. 8.2.2.1) und danach
- Aufbau und Funktionsweise von WFMS (vgl. Abschn. 8.2.2.2) behandelt.

8.2.2.1 Ziele und Aufgaben des Workflow-Managements

Grob gesehen sind Geschäftsprozess- und Workflow-Management auf die Rationalisierung und Verbesserung von Arbeitsabläufen ausgerichtet. Insofern ergeben sich Zielüberschneidungen. Andererseits werden mit der Prozessautomatisierung auch spezifische technologieorientierte Ziele verfolgt. Daher lassen sich die Ziele des Workflow-Managements in etwa zwei Gruppen unterteilen:

- gemeinsame Ziele des Geschäftsprozess- und Workflow-Managements und
- eigenständige, technologieorientierte Ziele des Workflow-Managements.

Im Sinne einer Ziel-Mittel-Beziehung kann das Workflow-Management zur Erreichung der Ziele des Geschäftsprozess-Managements beitragen. Insofern werden mit dem Workflow-Management mittelbar auch

- strategische Ziele wie z. B. Verbesserung der Kundenzufriedenheit,
- ökonomische Ziele wie z. B. Verringerung der Prozesskosten und
- organisatorische Ziele wie z. B. Verbesserung der Prozesstransparenz

verfolgt.

Eigenständige Ziele des Workflow-Managements resultieren aus seiner Technologieorientierung. Als technologische Ziele werden z. B. genannt (vgl. z. B. Vogler (1996)):

- die Umsetzung der Rolle des Workflow-Managements als „Enabler“ für das Business-Engineering,
- die Automatisierung der Prozesssteuerung,
- die Integration der involvierten heterogenen Informationstechnologien und
- die Vereinheitlichung der Benutzeroberflächen der einbezogenen Systeme.

Den Aufgabenkomplex des Workflow-Managements kann man nach groben Lebenszyklusphasen etwa wie folgt untergliedern:

- Workflow-Spezifikation,
- Workflow-Ausführung und
- Workflow-Monitoring.

Gegenstand der Workflow-Spezifikation ist die Präzisierung und formale Beschreibung gut strukturierter Arbeitsprozesse derart, dass ihre automatische Ausführung möglich ist. Als Ausgangspunkt der Workflow-Spezifikation dient meist ein Geschäftsprozess-Modell, d. h. das Ergebnis der Modellierung des fraglichen Arbeitsablaufs mittels einer der verfügbaren Modellierungssprachen (zu den Sprachen der Geschäftsprozess-Modellierung vgl. Kap. 14). Ergebnis der Spezifikation wiederum ist ein so genanntes Workflow-Schema:

► Ein **Workflow-Schema** ist eine formale Beschreibung eines Arbeitsablaufs, das sämtliche zeitlichen, fachlichen und ressourcenbezogenen Spezifikationen enthält, die für die automatische Ausführung des Arbeitsablaufs erforderlich sind.

Die Workflow-Ausführung umfasst die automatisierte Bearbeitung von Geschäftsvorfällen oder Bearbeitungsobjekten gemäß dem mit dem Workflow-Schema spezifizierten Arbeitsablauf. Der Durchlauf eines Objekts durch die vorgegebene Folge von Bearbeitungsstationen entspricht einer Workflow-Instanz. Für ein Workflow-Schema existieren somit in der Regel viele Workflow-Instanzen, die sich im Falle verzweigter Workflows strukturell unterscheiden. Einige der beschriebenen Zusammenhänge veranschaulicht Abb. 8.7.

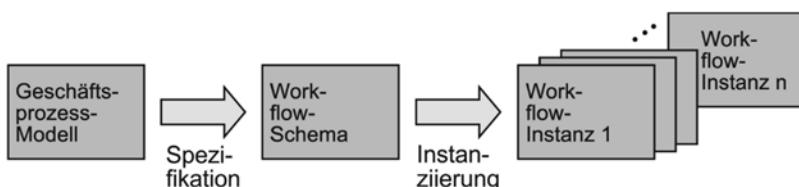


Abb. 8.7 Workflow-Schema und Workflow-Instanzen

Das Workflow-Monitoring betrifft die Überwachung von Workflows. Sie richtet sich einerseits auf die laufende Überwachung von in der Ausführung befindlichen Workflows. Andererseits erstreckt sich das Monitoring auch auf die Evaluierung erhobener oder gemessener Betriebszustände von Workflows.

Die grob umrissenen Aufgaben des Workflow-Managements können in erheblichem Umfang von WFMS übernommen werden. Welche WFMS-Funktionen hierzu etwa zur Verfügung stehen, wird im folgenden Abschn. 8.2.2.2 aufgezeigt.

8.2.2.2 Aufbau und Funktionsweise von Workflow-Management-Systemen

Die Untergliederung des Workflow-Managements in Workflow-Spezifikation, -Ausführung und -Monitoring spiegelt sich in der folgenden begrifflichen Abgrenzung eines WFMS wider:

► Ein **Workflow-Management-System (WFMS)** ist ein anwendungsunabhängiges, dem Middleware-Bereich zuzuordnendes Softwaresystem, das die Modellierung, die Ausführung und das Monitoring von Workflows unterstützt; insbesondere ist es in der Lage, (semi-)formale Workflow-Spezifikationen zu interpretieren, die Ausführung von Arbeitsschritten durch Aktivitätsträger – Mitarbeiter oder Anwendungsprogramme – zu veranlassen und erforderliche Arbeitsanweisungen, Werkzeuge, Anwendungsprogramme, Informationen und Dokumente bereitzustellen.

Die Architektur eines WFMS ist durch das Client-/Server-Prinzip geprägt. Eine grobe Darstellung der allgemeinen Architektur eines WFMS zeigt Abb. 8.8. Berücksichtigt wird hierbei auch das Zusammenwirken mit einem ebenfalls gemäß dem Client/Server-Prinzip strukturierten Anwendungssystem.

In der Regel enthalten WFMS auch Komponenten zur Workflow-Spezifikation. Auf der Präsentationsebene steht zu diesem Zweck ein Modellierungs-Client zur Verfügung, der die Nutzung verschiedener Modellierungswerkzeuge ermöglicht. So können z. B. mittels eines grafischen Editors Workflow-Schemata entworfen und die Schemaelemente bzw. Modellbausteine sowie ihre Verknüpfungen im Detail beschrieben werden. Workflow-Schemata einschließlich der detaillierten Spezifikationen werden in einer speziellen Datenbank, dem **Repository**, abgelegt.

Im Zusammenspiel zwischen WFMS und Anwendungssystemen dienen die Clients der Präsentationsschicht der Benutzerführung und -interaktion. **Workflow-Clients** stellen hierbei Dialogroutinen zur Verzweigung in die verschiedenen Prozesssteuerungs- und Monitoring-Funktionen zur Verfügung. Beispiele dieser der Applikationsschicht zuzuordnenden Routinen sind

- im Bereich der **Prozesssteuerung** die Instanziierung von Workflows aus Workflow-Schemata, die Rollenauflösung zur Ermittlung von Aktivitätsträgern und die Zuweisung von Arbeitsschritten zu Aktivitätsträgern, und

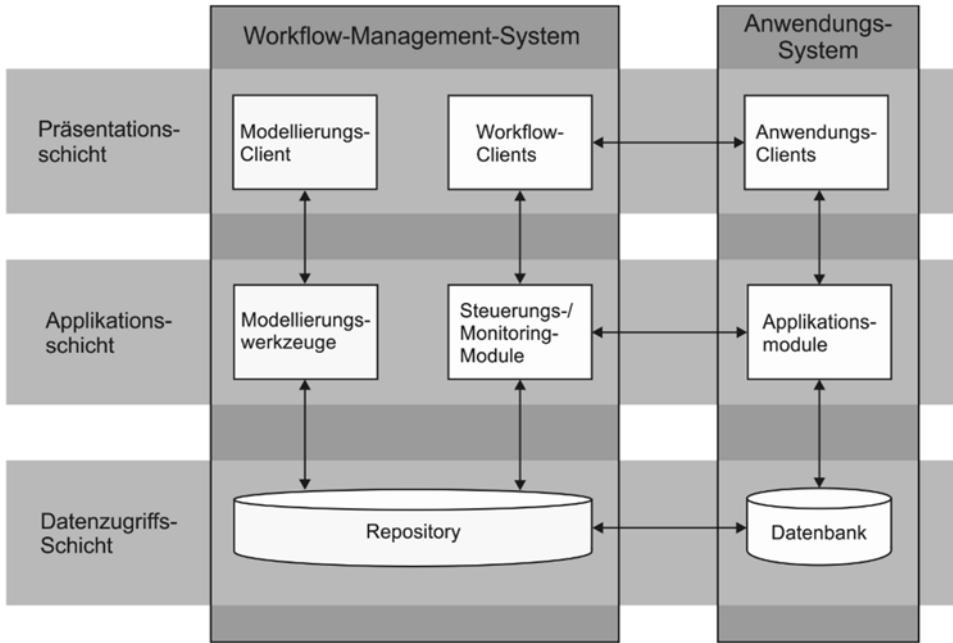


Abb. 8.8 Auf dem Client/Server-Prinzip beruhende, grobe WFMS-Architektur

- im Bereich des **Prozessmonitorings** die Bereitstellung von Statusinformationen bezüglich bearbeiteter Geschäftsvorfälle, die Ermittlung der Auslastung von Aktivitätsträgern und die Ermittlung von Abweichungen von prozessbezogenen Soll- und Ist-Größen.

Dagegen enthalten die **Applikations-Clients** Dialogroutinen zur Verzweigung in die jeweils auszuführenden Anwendungsfunktionen der Applikationsmodule. In der untersten Schicht befinden sich die Routinen zur Verwaltung des Repository und der die Anwendungsdaten enthaltenden Datenbank.

Zur Realisierung der skizzierten Aktivitäten verfügt ein WFMS über eine umfassende Funktionalität. Eine Übersicht wesentlicher Funktionen eines WFMS zeigt Abb. 8.9. Die einzelnen Funktionen werden nachfolgend nicht weiter erläutert. Jedoch wird die Funktionsweise von WFMS, vor allem aus Anwendersicht, in groben Zügen skizziert.

Die Kommunikation eines WFMS mit Anwendern bzw. menschlichen Aktivitätsträgern wird z. B. über elektronische Postkörbe abgewickelt. So enthält die Bedienungsoberfläche eines Workflow-Clients in der Regel einen Eingangskorb (zu bearbeitende Vorfälle), eine Zwischenablage (aktuell bearbeiteter Vorfall) und einen Ausgangskorb (bearbeitete Vorfälle). Zum Zweck der Bearbeitung des in der Zwischenablage befindlichen Vorfalls geht die Kontrolle von dem Workflow-Client an den entsprechenden Anwendungs-Client über, d. h. der Workflow-Client ruft das fragliche Anwendungssystem auf. Nach der Bearbeitung des Vorfalls geht die Kontrolle an den Workflow-Client zurück. Die Steuerung des

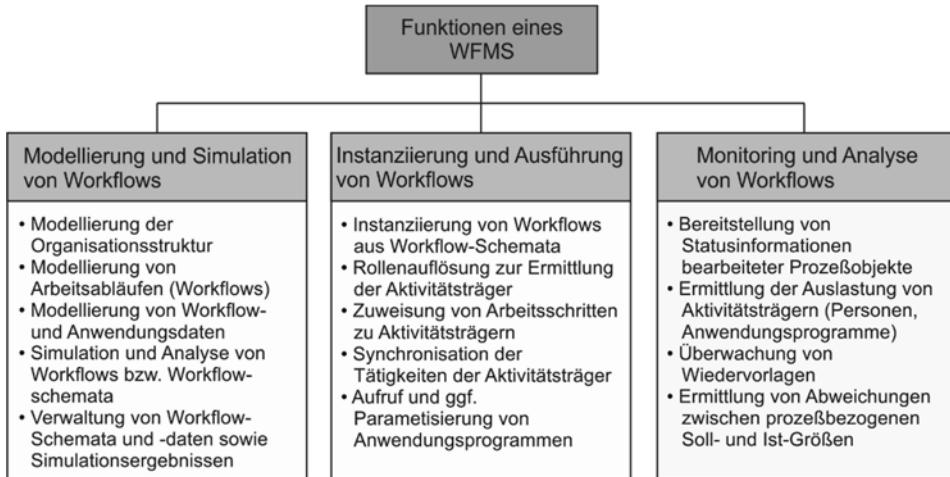


Abb. 8.9 Einige wesentliche Funktionen eines WFMS (vgl. hierzu auch Gadatsch (1998), S. 48)

Arbeitsablaufs übernimmt in diesem Zusammenhang eine Kernkomponente eines WFMS, das zentrale Steuerungsmodul, genannt **Workflow-Engine**. Diese Komponente interpretiert das zugrunde liegende Workflow-Schema, ermittelt die nächsten auszuführenden Arbeitsschritte für die Geschäftsvorfälle und übergibt diese Informationen an das Rollenauflösungsmodul. Dieses ermittelt die menschlichen Aktivitätsträger, die für die Bearbeitung in Frage kommen, und veranlasst die Einstellung der zu bearbeitenden Vorfälle in die entsprechenden Eingangskörbe.

Der Funktionsumfang der ursprünglich nur auf gut strukturierte Prozesse ausgerichteten WFMS wurde mehr und mehr erweitert. Leistungsfähige WFMS unterstützen zwischenzeitlich auch fallbezogene und Ad-hoc-Workflows. Der Geltungsbereich des Workflow-Managements wurde insofern auch auf die für das Workgroup-Computing typischen Arbeitsformen ausgedehnt. Überschneidungen mit der Dokumentenverwaltung sind funktional bedingt. Typische DMS-Funktionen wie Ablage, Suche und Weiterleiten von Dokumenten lassen sich sinnvoll in ein WFMS einbringen. Auf dem Softwaremarkt angebotene Produkte für das Workflow-Management haben ihre Wurzeln daher teils auch im Dokumenten-Management.

8.3 Wissensmanagement-Systeme

Wissen ist Grundlage jeglichen wirtschaftlichen Handels. Angesichts der mit dem Internet und anderen Medien bereitgestellten Informationsflut scheint es auch unbegrenzt verfügbar zu sein. Dem ist jedoch nicht so. Das für den Erfolg von Unternehmen bedeutsame (Spezial-)Wissen ist eher ein knappes Gut. Seine Verfügbarkeit wird z. B. durch Patente beschränkt oder durch fehlende Kenntnisse über das bei den Mitarbeitern eines Unternehmens de facto verfügbare Problemlösungswissen. Anliegen des Wissensmanagements ist

es, diesen Defiziten mit Hilfe von Wissensmanagement-Systemen zu begegnen. Systeme dieser Art werden im vorliegenden Abschnitt behandelt.

Die inhaltliche Gliederung des Abschnitts berücksichtigt einerseits die Notwendigkeit der Abgrenzung von Wissen gegenüber Daten und Informationen sowie die enge Verflechtung von Wissensmanagement und unterstützenden Systemen. Andererseits gestattet es die Vielzahl der im Rahmen des Wissensmanagements einsetzbaren Werkzeuge und Systeme lediglich, auf wenige ausgewählte Systeme näher einzugehen. Im Folgenden werden daher behandelt: Wissen und Wissensmanagement (vgl. Abschn. 8.3.1), Werkzeuge und Systeme im Wissensmanagement (vgl. Abschn. 8.3.2) und Wissensportale (vgl. Abschn. 8.3.3).

8.3.1 Wissen und Wissensmanagement

Abb. 8.10 zeigt eine Begriffshierarchie, in der Zeichen, Daten, Informationen und Wissen zueinander in Beziehung gesetzt werden. Bekanntlich werden Daten aus Zeichen eines Zeichenvorrats (Alphabet) gemäß gegebenen Syntaxregeln zusammengesetzt. Durch die Zuordnung einer Semantik, d. h. eines Kontextes, werden Daten zu Informationen. Wissen schließlich entsteht durch die Verknüpfung und Vernetzung von Informationen. Während es bei Informationen um begriffliche Inhalte und Vorstellungen aus der realen und gedanklichen Welt geht, weist Wissen einen Handlungs- und Problemlösungsbezug auf, der auch aus der Vernetzung von Informationen resultiert. Dies kommt in der begrifflichen Abgrenzung von Wissen zum Ausdruck:

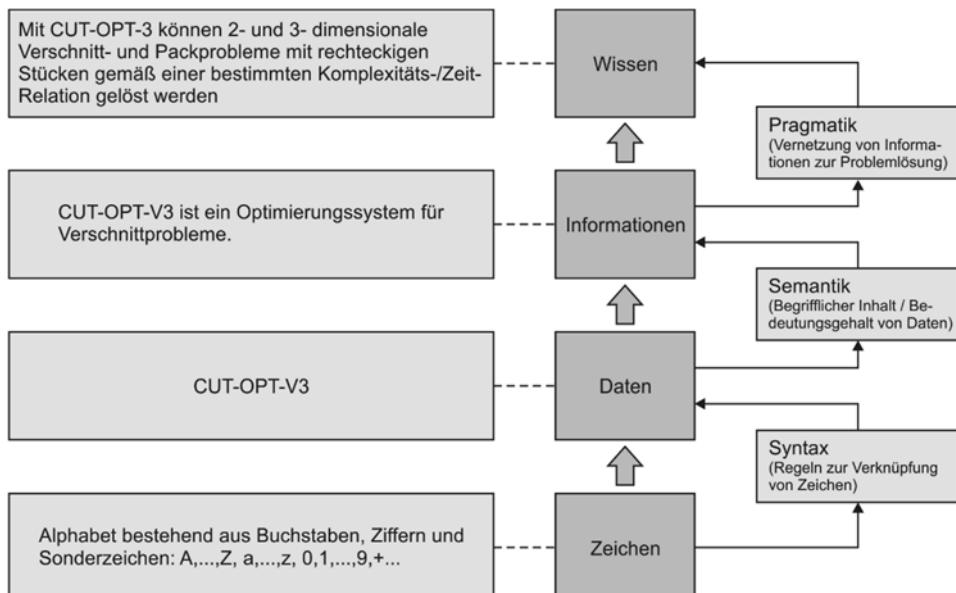


Abb. 8.10 Beziehungen zwischen Zeichen, Daten, Informationen und Wissen

► **Wissen** entsteht in Individuen durch die Verknüpfung vorhandener theoretischer und praktischer Kenntnisse über ein Aufgaben- oder Problemgebiet mit angeeignetem neuem Wissen, das aus verschiedenen Informationsquellen, aus der Kommunikation mit anderen Individuen oder aus Umweltbeobachtungen und gesammelten Erfahrungen gewonnen wird. Es befähigt Individuen zu Handlungen, die zur Lösung von Problemen aus einem Problemgebiet führen.

Im Umgang mit Wissen ist eine Differenzierung nach Wissensarten hilfreich. Man unterscheidet üblicherweise nach:

- implizitem und explizitem Wissen,
- individuellem und kollektivem Wissen,
- organisationalem Wissen und
- Metawissen.

Implizites Wissen ist das schwer formulier-, kommunizier- und teilbare Wissen, das Individuen verinnerlicht haben und eher automatisch und unbewusst bei der Vornahme von Handlungen oder Lösung von Problemen anwenden. **Explizites Wissen** ist dagegen artikulierbar, unabhängig von einzelnen Individuen und damit auch kommunizierbar und der automatisierten Speicherung, Verarbeitung und Übertragung zugänglich.

Individuelles Wissen wurde von Individuen erworben und steht nur ihnen zur Verfügung. Erst wenn es explizit formuliert wird, kann es von anderen Individuen genutzt werden. **Kollektives Wissen** steht dagegen mehreren Individuen zur Verfügung und wird von ihnen geteilt. Es entsteht z. B. durch das Ergreifen von Maßnahmen, die den Zugang zu ursprünglich individuellem Wissen eröffnen.

Organisationales Wissen ist eine besondere Form des kollektiven Wissens. Es steckt in den personenunabhängigen, anonymisierten Regelsystemen, welche die Arbeitsweise eines soziotechnischen Systems, also eines Unternehmens oder einer Verwaltung, vorgeben. Zu diesen Regeln gehören insbesondere Leitlinien, Prozessbeschreibungen, etabliertes Rezeptwissen, Routinen und die Merkmale der spezifischen Kultur einer Organisation (vgl. hierzu Willke (1998), S. 291 ff.).

Metawissen schließlich bezieht sich auf die Organisation und Handhabung von Wissen. Seine Verfügbarkeit ist eine Voraussetzung für den effektiven und effizienten Einsatz der Ressource „Wissen“ in einem Unternehmen. Zum Metawissen gehören z. B. Angaben über die Quellen von Wissen, die Vernetzung von Wissen und die Wissensinhalte.

Als wesentliche Merkmale des Wissensmanagements lassen sich nennen:

- Ganzheitlichkeit,
- Ausrichtung auf organisationales Lernen,
- Prozessorientierung und
- Strategieorientierung.

Mehr oder weniger explizit werden diese Merkmale in folgender Begriffsabgrenzung berücksichtigt:

► Unter **Wissensmanagement** (engl. **knowledge management**) versteht man ein ganzheitliches, prozessorientiertes Führungskonzept, das durch geeignete Gestaltung des Zusammenspiels von Technologie, Organisation und Mensch einen Prozess des organisationalen Lernens initiiert, der zu einer effektiven und effizienten Nutzung der Ressource „Wissen“ in einem Unternehmen führt und damit zum Erreichen strategischer Unternehmensziele beiträgt.

Ganzheitlichkeit bedeutet hier, dass neben technologischen auch organisatorische und personelle Elemente berücksichtigt werden. Insbesondere ist eine Unternehmenskultur anzustreben, die das organisationale Lernen fördert und kollektives sowie organisationales Wissen mehrt.

Generierung von neuem Wissen und Weitergabe von Wissen vollziehen sich nach Auffassung von Nonaka und Takeuchi (1997) als spiralartig verlaufende Wechselwirkung zwischen implizitem und explizitem Wissen. Dabei lassen sich vier Phasen eines Lernprozesses unterscheiden (vgl. Abb. 8.11):

- Sozialisation, d. h. Übertragung von implizitem Wissen von Mensch zu Mensch durch Mechanismen wie Zusammenarbeit, Beobachtung, Imitation und Übung.
- Externalisierung, d. h. Umformung von implizitem Wissen in explizites Wissen durch Artikulation oder Bilden von Metaphern, Analogien, Konzepten, Hypothesen und Modellen.
- Kombination, d. h. Verbinden von Wissen durch Hinzufügen von Wissen zu vorhandenem Wissen unter Einbeziehung der Sortierung und Kategorisierung von Wissen.
- Internalisierung, d. h. Übernahme von explizitem Wissen und Umwandlung in implizites Wissen durch Verinnerlichung bzw. „Learning by Doing“.

Was dagegen den Prozessaspekt anbelangt, unterscheiden z. B. Probst et al. (1997) acht Bausteine des Wissensmanagements (vgl. Abb. 8.12). Die einen inneren Kreis bildenden Bausteine Wissensidentifikation, Wissenserwerb, Wissensentwicklung, Wissens(ver)teilung, Wissensnutzung und Wissensbewahrung stellen quasi den Kernprozess der Wissensverarbeitung dar. Die strategische Ausrichtung des Wissensmanagements kommt in den beiden Bausteinen Wissensziele und Wissensbewertung zum Ausdruck. Sie ergänzen den inneren Bereich zu einem vollständigen Managementregelkreis. Innerer und äußerer Bereich werden nachfolgend kurz erläutert.

Mit der **Wissensidentifikation**, dem Startpunkt des inneren Kreises, soll durch die Analyse und Beschreibung des Wissensumfeldes eines Unternehmens Transparenz über das intern und extern vorhandene Wissen geschaffen werden. Die beiden folgenden Bausteine ergänzen sich: Während es bei dem **Wissenserwerb** um die Beschaffung von externem Wissen zur Schließung von Wissenslücken geht, zielt die **Wissensentwicklung** auf

Abb. 8.11 Grundmuster der Wissensumwandlung
(Modifikation einer Darstellung von Nonaka und Takeuchi (1997))

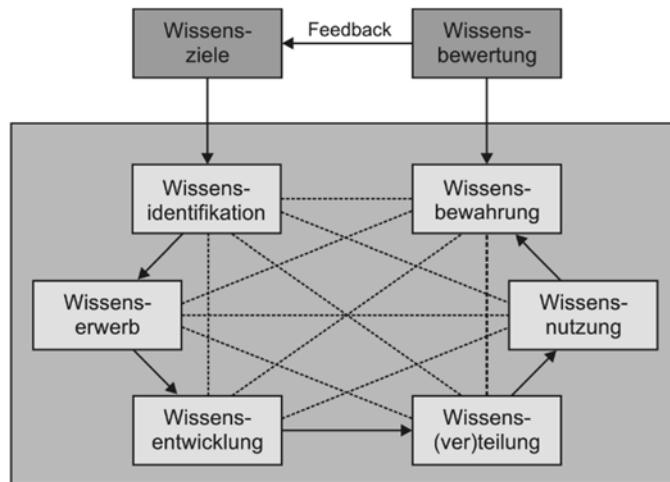
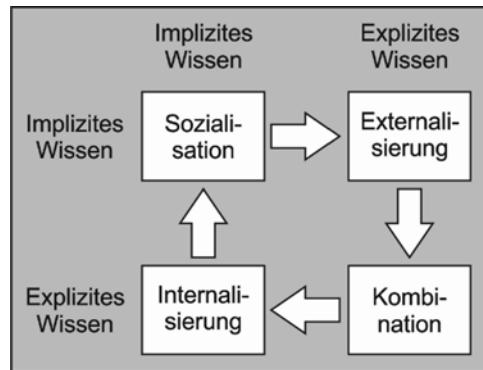


Abb. 8.12 Bausteine des Wissensmanagements (vgl. Probst et al. (1997), S. 56)

die interne Behebung von Wissensdefiziten durch z. B. Brainstorming und Ideenmanagement ab. Die **Wissens(ver)teilung** strebt eine angemessene Versorgung mit Wissen an und zwar auch mit Hilfe von Mechanismen, die den Zugang zu Wissen eröffnen. Die **Wissensnutzung** als eigentlicher Zweck des Wissensmanagements hat die produktive Verwertung von Wissen zum Nutzen des Unternehmens zum Ziel. Anliegen der **Wissensbewahrung** ist es schließlich, die Verfügbarkeit benötigten Wissens auch in der Zukunft durch die laufende Aktualisierung und Speicherung vorhandenen Wissens zu gewährleisten.

Mit der **Wissensbewertung** als einem der zwei zusätzlichen Bausteine des äußeren Kreises soll die Grundlage für eine Art „Wissens-Controlling“ geschaffen werden. Hierzu ist die Relevanz vorhandenen Wissens etwa mittelbar mit Hilfe von Indikatoren zu

„messen“, d. h. zu bewerten. Als Bezugspunkte der Wissensbewertung dienen die strategischen und operativen Wissensziele, die mit der Unternehmensstrategie abzustimmen und für das Wissensmanagement vorzugeben sind.

8.3.2 Werkzeuge und Systeme im Wissensmanagement

Zur Unterstützung des Wissensmanagements wird in der Literatur eine wahre Flut von Konzepten, Instrumenten, Werkzeugen und Systemen vorgeschlagen. Bei ihrer Auswahl und Nutzung im Unternehmen sind neben der Unternehmensstrategie und abgeleiteten Wissenszielen insbesondere auch

- die Unternehmenskultur und die Gepflogenheiten im Umgang mit Wissen,
- die Rolle von Menschen als Wissensverarbeiter einschließlich der aufgezeigten Grundmuster der Wissensumwandlung und
- Akzeptanzprobleme bei der Einführung neuer Konzepte und Systeme

zu berücksichtigen.

Aus der Sicht der Wirtschaftsinformatik stehen nun weniger rein organisatorische Konzepte und rein papiergebundene Instrumente im Vordergrund. Den Fokus bilden vielmehr unterstützende JuK-Technologien. Sie sind Enabler und zugleich Triebkraft des Wissensmanagements. Was ihre Kategorisierung anbelangt, ist allerdings eine ausschließliche Zuordnung der Werkzeuge/Systeme zu je einem der vorgestellten Bausteine des Wissensmanagements nicht möglich. Gewählt wird daher eine Unterteilung nach fünf funktional geprägten Bereichen des **Knowledge Management** (vgl. hierzu auch Heilmann (1999), S. 18, die allerdings nur vier Bereiche unterscheidet):

- Werkzeuge/Systeme zur Generierung neuen expliziten Wissens,
- Werkzeuge/Systeme zur Erstellung und Pflege der Wissensbasis,
- Werkzeuge/Systeme zur Klassifizierung und Vernetzung von Wissen,
- Werkzeuge/Systeme zur Suche nach Wissen und
- Werkzeuge/Systeme zur Wissens(ver)teilung.

Eine Übersicht ausgewählter Werkzeuge/Systeme dieser Bereiche zeigt Abb. 8.13. Aufgrund ihrer Vielzahl können sie hier allerdings nur kurz charakterisiert werden.

8.3.3 Wissensportale

► Als **Portal** bezeichnet man allgemein ein netzbasiertes Anwendungssystem, das den Zugang zu einem integrierten Komplex von heterogenen Informationsquellen, Diensten und (Anwendungs-)Funktionen gestattet. Je nach technologischer Basis oder Anwendungsbezug unterscheidet man verschiedene Arten von Portalen.

Bereiche der Wissensverarbeitung	Werkzeuge/ Systeme der Wissensverarbeitung	Erläuterung
Wissensgenerierung	Data Mining	Entdeckung von Zusammenhängen in Datenbeständen, die für Menschen ohne Technologieeinsatz schwer erschließbar sind.
	Text Mining	Entdeckung von Zusammenhängen zwischen Texten bzw. zwischen Ausdrücken in Texten und Visualisierung inhaltlicher Beziehungen in z. B. Netzform.
	Group-Decision-Support-Systeme	Spezielle Form von Systemen zur Unterstützung von Gruppensitzungen, die auf das Treffen von Gruppenentscheidungen abzielt.
	Expertensysteme	Generierung von neuem Wissen zu einem Problembereich aus vorhandenem Wissen durch Schlussfolgerungsprozesse.
Erstellung/ Pflege der Wissensbasis	Data Warehouse/Data Mart	Speicherung von nicht-volatilen Informationen zu einem Themengebiet für (mehrdimensionale) flexible Auswertungen.
	Dokumenten-Management-Systeme	Speicherung von kaufmännischen/technischen Informationen in Form elektronischer Dokumente zum Zweck des Wiederauffindens, Übermittlens usw.
	Content-Management-Systeme	Speicherung „beliebiger“ Inhalte in einem Rechnernetz sowie Wiederauffinden und Aufbereiten der Inhalte in unterschiedlicher Art und Weise (Trennung von Inhalt und Präsentation/Layout).
	Workflow-Management-Systeme	Speicherung von Informationen über Arbeitsabläufe sowie die Art und Weise der Durchführung von Arbeiten bzw. der Leistungserstellung.
	Expertensysteme	Speicherung von Wissen zu einem Problemgebiet in einer Form, die Schlussfolgerungen zulässt.
Wissensklassifizierung und Wissensvernetzung	Expertenverzeichnisse (Yellow Pages)	Darstellung spezieller fachlicher Kenntnisse und Kompetenzen von Mitarbeitern (Experten) in Verzeichnisform, ggf. unter Einbeziehung von Metainformationen wie berufliche Schwerpunkte, Werdegang usw.
	Wissenslandkarten (Knowledge Maps)	Grafische Darstellung der Beziehungen zwischen Wissenbeständen und Wissensträgern in Landkartenform zum Zweck der Orientierung und Suche nach Wissen/Wissensträgern.
	Katalogisierungs-Systeme	Anlage systematischer Verzeichnisse (z. B. Dezimal-Klassifikation) zu Informationsbeständen (z. B. Forschungsberichte, Patente, usw.) zum Zweck der Orientierung und Suche.
Wissenssuche	Information Retrieval	Gezielte Suche nach Büchern, Berichten, Aufsätzen usw. in großen Beständen, die hinsichtlich vorgegebener Suchmerkmale hinreichend relevant sind.
	Suchmaschinen	Gezielte Suche nach in Rechnernetzen verteilt gehaltenen (multimedialen) Informationen mit speziellen Suchdiensten oder Suchmaschinen.
	Wissensportale	Nutzung der in Wissensportalen verfügbaren Suchmechanismen zur gezielten Suche nach (multimedialen) Informationen in Rechnernetzen.
Wissens-(ver-)teilung	Groupware-Systeme	Nutzung eines im Rahmen einer Groupware-Anwendung gemeinsam erstellten und gepflegten Informationsbestandes durch alle Gruppenmitglieder.
	Messaging-Systeme	Übermittlung von Informationen an bestimmte Adressaten(kreise) mittels elektronischer Kommunikationsdienste wie z. B. E-Mail.
	Konferenzsysteme	Gleichzeitiger Austausch von Informationen zwischen räumlich verteilten Teilnehmern einer Sitzung im Rahmen von Videokonferenzen usw.
	(spezielle) Diskussionsforen	Nichtgleichzeitiger Austausch von Informationen zwischen Personen zu einem gegebenen Themengebiet unter Nutzung von elektronischen Kommunikationsdiensten.

Abb. 8.13 Ausgewählte Werkzeuge und Systeme der Wissensverarbeitung

Beispiele für Portale sind:

- **Internet-Portale**, auch bezeichnet als Web-Portale, die auf der Internet- bzw. Web-Technologie basieren und Portal-Realisierungen im Internet darstellen.
- **Unternehmens-Portale**, die unternehmensinterne und -externe Informationen sowie Dienste und Anwendungssysteme für geschäftliche Zwecke bereitstellen.
- **Informations-Portale**, die den Zugang zu spezifischen Informationen hoher Qualität für bestimmte Zielgruppen, wie z. B. Forschungs- und Entwicklungsgruppen, eröffnen.

Auf die Unterstützung des Wissensmanagements über den gesamten Lebenszyklus von Wissen, vor allem aber die gemeinsame Nutzung und Weiterentwicklung von Wissen, zielen **Wissensportale** (engl. knowledge portals) ab. Liegen ihnen formalisierte konzeptionelle Modelle für die Strukturierung und Präsentation von Wissen, z. B. in Form von Wissensnetzen, sowie die Navigation in „Wissensräumen“ zugrunde, so spricht man auch von semantischen Portalen (engl. semantic portals). Als Merkmale von Wissensportalen können gelten (vgl. Sandkuhl (2005), S. 195 ff.):

- Die Verwendung eines gemeinsamen Begriffsraums des dem Portal zugrunde liegenden Anwendungsgebiets, vorzugsweise in Form eines konzeptionellen Modells der Begriffe und der zwischen ihnen bestehenden Beziehungen (Begriffsnetz).
- Die Strukturierung der Inhalte des Portals gemäß dem gemeinsamen Begriffsraum und unter Berücksichtigung des Anwendungsgebietes. Geschaffen wird so eine Basis für die Navigation in Wissensnetzen und für die Bereitstellung von Wissen.
- Die Unterstützung des Lebenszyklus der Inhalte, von Wissenserwerb und -generierung bis hin zur Wissensbewahrung.
- Die Individualisierung, d. h. die Anpassung der bereitgestellten Portalinhalte und -funktionen an den durch (längerfristige) Aufgaben und Interessen festgelegten Anwendungskontext des jeweiligen Benutzers.
- Die Unterstützung kooperativen Arbeitens, da Wissens(ver)teilung und Austausch von Wissen auch auf der gemeinsamen Weiterentwicklung von Wissen beruhen.
- Die Spezialisierung auf ein Anwendungsgebiet, das auf die Aufgaben und Interessen bestimmter Benutzergruppen zugeschnitten ist und sich auch in den angebotenen Inhalten, Diensten und Funktionen widerspiegelt.

Sieht man von nicht wissensspezifischen Komponenten wie Systemadministration, Benutzeroberfläche und Sicherheitsmechanismen ab, so lässt sich die Architektur eines Wissensportals wie etwa in Abb. 8.14 veranschaulichen. Die Darstellung zeigt eine grob gehaltene 3-Schichten-Architektur mit der üblichen Untergliederung in Präsentations-, Applikations- und Datenhaltungsschicht. Eine detailliertere 3-Schichten-Architektur wird z. B. von Gottschalk et al. (2005) vorgestellt.

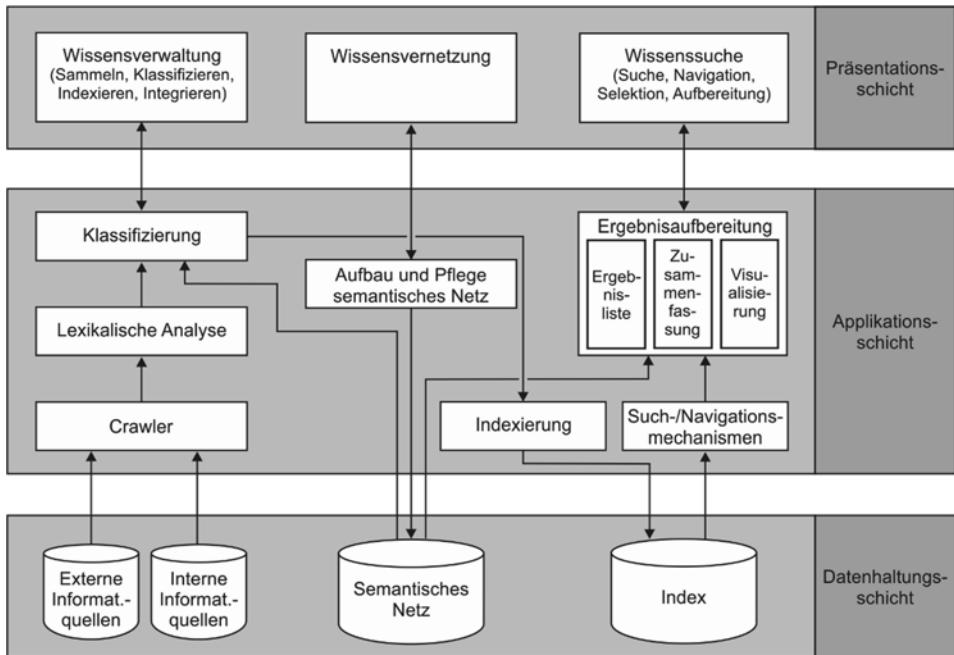


Abb. 8.14 Architektur eines Wissensportals

Die Funktionalität des Portals ist in drei Bereiche untergliedert: Wissensverwaltung, Wissensvernetzung und Wissenssuche. Diese Funktionsbereiche einschließlich ihrer Realisierung in der Applikations- und Datenhaltungsschicht werden nachfolgend erläutert.

Gegenstand der **Wissensverwaltung** ist das Sammeln, Klassifizieren, Indexieren und Integrieren von Wissen aus unterschiedlichen externen und internen Informationsquellen. Mittels spezieller, in Rechnernetzen operierender Programme, genannt **Crawler**, werden Informationsquellen wie Datenbanken, Server, Dokumenten-Managementsysteme und Content-Management-Systeme durchsucht und relevante Informationen/Dokumente gesammelt. Bei der Suche werden insbesondere auch in den Dokumenten enthaltene Referenzen/Verweise ausgewertet. Zum Zweck der inhaltlichen bzw. lexikalischen Analyse werden die Dokumente in ein einheitliches Format konvertiert. Analyseergebnis pro Dokument ist jeweils ein Begriffsvektor, der aus inhaltscharakteristischen (Fach-)Begriffen und den Häufigkeiten ihres Auftretens im Text besteht. In der anschließenden Klassifizierung werden nun eine oder mehrere Kategorien des **semantischen Netzes** oder gar Teilbereiche des Netzes jedem der Dokumente zugewiesen. Im Falle der automatischen Klassifizierung geschieht dies mit Verfahren wie „Learning Classifier“ auf der Grundlage von Vergleichen der Begriffsvektoren der Dokumente und der begrifflichen Kategorien des semantischen Netzes. Auch unter Verwendung der Ergebnisse der vorangegangenen Schritte wird schließlich im letzten Schritt, der **Indexierung**, für jedes Dokument ein

Index angelegt und abgespeichert. Den Kern eines Indexeintrags bilden Dokumentnummer und Begriffsvektor; hinzukommen Metainformationen wie Angaben zum Autor, zur Dokumentengröße, zum Erstellungsdatum und zu Kategorien des semantischen Netzes.

Bei dem Funktionsbereich der **Wissensvernetzung** geht es um den Aufbau und die Pflege eines semantischen Netzes für ein Anwendungsgebiet. Für die Bildung und Vernetzung begrifflicher Kategorien sind menschliche Experten unverzichtbar. Zur Unterstützung können allerdings Klassifizierungsverfahren eingesetzt und z. B. Vorschläge für begriffliche Kategorien aus einer gegebenen Menge von Begriffsvektoren generiert werden.

Der Funktionsbereich der **Wissenssuche** umfasst neben der eigentlichen indexbasierten Suche mit Retrieval-Mechanismen auch das **Navigieren** in Dokumentenbeständen sowie die Selektion und Aufbereitung von Suchergebnissen. Die Ergebnisaufbereitung kann sich z. B. auf die Erstellung einer Liste relevanter Dokumente mit Angaben wie Titel, Autor(en) und Größe, die Erstellung von Zusammenfassungen für Dokumente aus relevanten Sätzen und die Darstellung der den Dokumenten zugeordneten Kategorien einschließlich ihrer Vernetzung erstrecken.

Auf dem Softwaremarkt wird eine breite Palette von Produkten für Wissensportale angeboten. Sie weisen meist erheblich ausdifferenzierte Funktionalitäten auf, die verschiedene Varianten der oben nur grob umrissenen Funktionen einschließen. So können bei der Suche z. B. „benachbarte“ Wörter in einem Kontext („Proximity“-Operator), verschiedene Schreibweisen von Wörtern („Phonetik-Index“-Techniken), natürlich-sprachliche Suchfragen und Meta-Informationen berücksichtigt werden. Die Klassifikation kann auf unterschiedliche Classifier zurückgreifen, und die Sammlung von Daten kann sich Crawlern für unterschiedliche Quellen bedienen (z. B. Dateisystem-, HTTP-, FTP-, DMS-, Datenbank-Crawler) sowie auf verschiedene Dokument-Formate erstrecken (z. B. ASCII-Text-, HTML-, XML-, PDF-Format).

Literatur

- Berndt, O., Leger, L.: Dokumenten-Management-Systeme. Luchterhand, Neuwied (1994)
- Fähnrich, K.-P., Altenhofen, C., Groh, G.: Dokumenten-Technologien gehen dem Papier an den Kragen – Papier ist (un-)geduldig. *IT Manag.* **8**, 52–57 (1998)
- Gadatsch, A.: Entwicklung eines Konzepts zur Modellierung und Evaluation von Workflows, Dissertation. FernUniversität in Hagen, Hagen (1998)
- Gottschalk, J., Friedrich, H., Billig, A.: Marktübersicht Wissensportale. *Informatik-Spektrum*. **28**(3), 202–209 (2005)
- Heilmann, H.: Wissensmanagement – ein neues Paradigma? *Praxis der Wirtschaftsinformatik (HMD)*. **36**(208), 7–23 (1999)
- Kampfmeyer, U., Merkel, B.: Grundlagen des Dokumentenmanagements – Einsatzgebiete, Technologien, Trends. Gabler, Wiesbaden (1997)
- Nonaka, I., Takeuchi, H.: Die Organisation des Wissens, Wie japanische Unternehmen eine brachliegende Ressource nutzbar machen. Campus, Frankfurt/New York (1997)
- Probst, G., Raub, S., Romhardt, K.: Wissen managen – Wie Unternehmen ihre wertvollste Ressource optimal nutzen. Gabler, Wiesbaden (1997)

- Sandkuhl, K.: Wissensportale – Merkmale, Architekturen und Perspektiven. Informatik-Spektrum. **28**(3), 193–201 (2005)
- Sutton, M.: Document Management for the Enterprise – Principles, Techniques and Applications. Wiley, New York (1996)
- Vogler, P.: Chancen und Risiken des Workflow Managements. In: Österle, H., Vogler, P. (Hrsg.) Praxis des Workflow Managements, S. 343–362. Vieweg, Wiesbaden (1996)
- Wasem-Gutensohn, J.: Information durch Dokumentenmanagementsysteme bestens im Griff. IT Manag. **12**, 34–38 (1998)
- Wenzel, I.: Elektronische Archivierung: Das Archiv als Goldgrube. Office Manag. **4**, 26–29 (1996)
- Willke, H.: Systemisches Wissensmanagement. Lucius & Lucius, Stuttgart (1998)

Teil C

Interorganisatorische Anwendungssysteme

Nach den innerorganisatorischen Anwendungssystemen in Teil B werden im vorliegenden Teil C die interorganisatorischen Systeme behandelt. Sie stützen sich auf netzbasierte Computersysteme, die eine organisationsübergreifende Informationsverarbeitung zwischen Unternehmen sowie ihren Lieferanten, (Privat-)Kunden und auch außerbetrieblichen Organisationseinheiten wie öffentlichen Einrichtungen und Institutionen auf Bundes-, Landes- und Kommunalebene gestatten. Das weltweite Internet bildet hierbei die wichtigste Kommunikationsplattform.

Der vorliegende Teil C des Buches beantwortet die Frage: „Welche interorganisatorischen Anwendungssysteme werden in Wirtschaft, Verwaltung und im privaten Bereich für Zwecke der Informationsverarbeitung und der Kommunikation heute und zukünftig eingesetzt?“. Die Einordnung des Teils C in die Gesamtstruktur des Buches veranschaulicht Abb. 1.

Die Bedeutung der interorganisatorischen Anwendungssysteme nimmt beständig zu, wobei hier mobile Systeme und Social-Media-Anwendungen eine zentrale Rolle spielen. Regelmäßig sind diese Systeme mit den innerorganisatorischen Anwendungssystemen eines Unternehmens (vgl. Teil B) verbunden. Die Unterteilung von Teil C in die Kap. 9, 10, 11 und 12 veranschaulicht Abb. 2.

Nach der Darstellung wesentlicher Grundlagen der netzbasierten Informationsverarbeitung in Kap. 9 wird das umfangreiche Anwendungsgebiet des Electronic Business (E-Business) in Kap. 10 behandelt. In Kap. 11 werden Technologien und Einsatzmöglichkeiten des Mobile Business (M-Business) als einem bedeutenden Teil des E-Business vorgestellt. Neue und innovative Nutzungsmöglichkeiten bietet das Social Media Business, das mit seinen auf sozialen Netzwerken und Communities beruhenden Anwendungen in Kap. 12 betrachtet wird.

Abb. 1 Einordnung des Teils C in die Gesamtstruktur des Buches

A	Instrumente der Informationsverarbeitung
B	Innerorganisatorische Anwendungssysteme
C	Interorganisatorische Anwendungssysteme
D	Gestaltung von Anwendungssystemen
E	Management der Informationsverarbeitung

C Interorganisatorische Anwendungssysteme

- 9 Grundlagen der netzbasierten Informationsverarbeitung
- 10 Electronic Business
- 11 Mobile Business
- 12 Social Media Business

Abb. 2 Unterteilung des Teils C in Kapitel



Grundlagen der netzbasierten Informationsverarbeitung

9

Kap. 9 ist das erste Kapitel des Teils C. In Abb. 9.1 ist die Einordnung des Kap. 9 in den Teil C dargestellt.

Rechnernetze bilden für viele Bereiche der Geschäftstätigkeit von Unternehmen eine unverzichtbare Basis. Eine besondere Rolle spielt dabei das Internet als standardisierter, weltweit verfügbarer Rechner- und Netzwerkverbund. Zu den wesentlichen Entwicklungen in der betrieblichen Informationsverarbeitung, die durch die Verfügbarkeit von Rechnernetzen und speziell des Internets erst ermöglicht oder zumindest gefördert wurden, zählen die weitgehende Dezentralisierung der betrieblichen Informationsverarbeitung, die unmittelbare Einbindung von Lieferanten und (End-)Kunden in die Wertschöpfungskette, die Erschließung neuer unternehmerischer Geschäftsfelder sowie zahlreiche neue Formen der zwischen- und außerbetrieblichen Zusammenarbeit. Diese Entwicklungen erfordern den Einsatz fortgeschrittener Technologien und Konzepte, welche die Integration von Anwendungssystemen und Prozessen in heterogenen inner- und überbetrieblichen Applikationslandschaften erlauben. Systeme und Dienste in Rechnernetzen, die diesem Zweck dienen, sollen im Folgenden unter dem Begriff „netzbasierte Informationsverarbeitung“ zusammengefasst werden.

Im vorliegenden Kapitel werden grundlegende Aspekte der **netzbasierten Informationsverarbeitung** betrachtet. Abschn. 9.1 vermittelt in einem kurzen Überblick zunächst ein grobes Bild von der Landschaft der netzbasierten Informationsverarbeitung innerhalb von Unternehmen sowie über Unternehmensgrenzen hinweg. Anschließend behandelt Abschn. 9.2 einige ökonomisch relevante Treiber und Effekte der Vernetzung. Schließlich erläutert Abschn. 9.3 verschiedene Formen der unternehmensübergreifenden Integration der Informationsverarbeitung: die netzbasierte Daten-, Anwendungssystem- und Prozessintegration.

- C Interorganisatorische Anwendungssysteme
- 9 Grundlagen der netzbasierten Informationsverarbeitung**
- 10 Electronic Business
- 11 Mobile Business
- 12 Social Media Business

Abb. 9.1 Einordnung von Kap. 9 in den Teil C

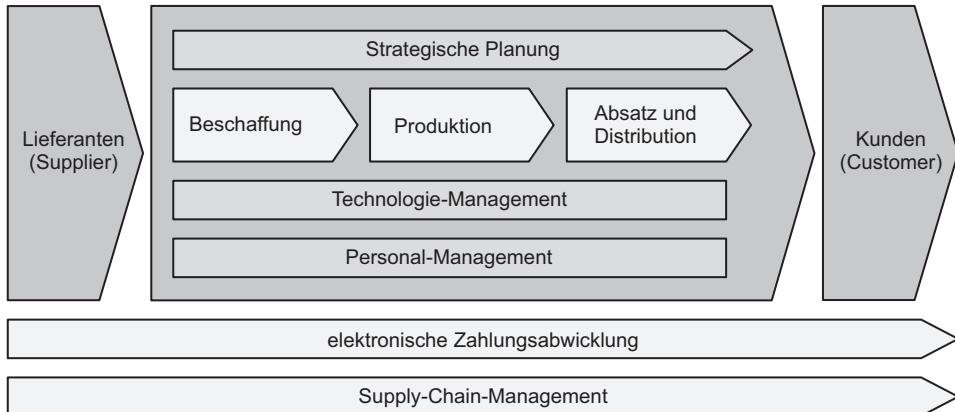


Abb. 9.2 Landschaft der netzbasierten Informationsverarbeitung

9.1 Landschaft der netzbasierten Informationsverarbeitung

Die Berücksichtigung von Aspekten der Vernetzung innerhalb und zwischen Unternehmen erfordert eine gegenüber der rein innerbetrieblichen Informationsverarbeitung erweiterte Sicht auf die Landschaft der betrieblichen Informationsverarbeitung. Während die Differenzierung nach Funktionen und Management-Ebenen bei dieser Perspektive tendenziell in den Hintergrund tritt, gewinnen Akteure in der Unternehmensumwelt und die korrespondierenden Schnittstellen an Bedeutung. Zur Veranschaulichung eignet sich daher eine an der unternehmensübergreifenden **Wertschöpfungskette** orientierte Darstellung, wie sie z. B. in Abb. 9.2 zu sehen ist.

Abb. 9.2 legt eine vereinfachte Betrachtungsweise zu Grunde, die bezüglich der innerbetrieblichen Wertschöpfung lediglich die drei Stufen Beschaffung, Produktion sowie Absatz und Distribution als Haupteinsatzbereiche netzbasierter Informationssysteme unterscheidet. Bezuglich der Unternehmensumwelt sind beispielhaft eine vorgelagerte (Lieferanten) sowie eine nachgelagerte (Kunden) Wertschöpfungsstufe wiedergegeben. Supply-Chain-Management (SCM) und elektronische Zahlungssysteme als typische Einsatzgebiete unternehmensübergreifender netzbasierter Informationssysteme beziehen diese vor- und nachgelagerten Akteure mit ein, verdeutlicht durch jeweils einen von den

Lieferanten bis zu den Kunden reichenden Balken. Ergänzt wird die Darstellung durch die Berücksichtigung der Führungs- und Querschnittsbereiche strategische Planung, Technologie-Management und Personal-Management.

Die in Abb. 9.2 hell unterlegten Einsatzbereiche **netzbasierter Informationssysteme** sollen im Folgenden jeweils kurz erläutert werden:

- Im Bereich der Beschaffung können netzbasierte Systeme sowohl strategische Aufgaben der Beschaffung als auch operative Aktivitäten des Einkaufs unterstützen. Beispiele sind die Suche nach geeigneten Lieferanten in Internet-Branchenverzeichnissen, der Erwerb von Investitionsgütern auf einer elektronischen Auktion, die Ausschreibung von Material- und Dienstleistungsbedarf auf einer Internet-Einkaufsplattform oder der Abruf von Bestellteilen über ein netzbasiertes Bestellsystem.
- In der Produktion leisten netzbasierte Systeme Unterstützung bei der Durchführung betriebswirtschaftlicher und technischer Aufgaben der Fertigung. Im technischen Bereich lässt sich beispielsweise die Nutzung einer netzgestützten Entwicklungsplattform für die gemeinsame Produktentwicklung mit Lieferanten oder die netzbasierte Bereitstellung von Echtzeitdaten zur Kapazitätsauslastung anführen. Im betriebswirtschaftlichen Aufgabenspektrum lassen sich differenzierte Zugriffe von Mitarbeitern, Kunden und Lieferanten auf PPS-Daten nennen, z. B. im Rahmen der Auftragsverfolgung.
- Netzbasierte Systeme in Absatz und Distribution eröffnen neue Vertriebskanäle und -formen, ermöglichen fortgeschrittene Konzepte des Marketing und des Kundenbeziehungsmanagements und stellen zahlreiche Dienste rund um Versand und Auslieferung bereit. Bekannte Beispiele sind der Verkauf über Online-Shops, Marketing- und Kundenbindungsinstrumente wie z. B. Customer Opinion Portale sowie die netzbasierte Sendungsverfolgung (Logistiktracking).
- Im Supply-Chain-Management (SCM) spielen netzbasierte Systeme eine zentrale Rolle bei der Koordination der logistischen Aktivitäten der involvierten Unternehmen über mehrere Stufen der Logistikkette hinweg. Als Beispiele lassen sich die unternehmensübergreifende Logistik- und Produktionssteuerung durch Advanced-Planning-Systeme (APS) oder Systeme zur Unterstützung von Ansätzen des Efficient Consumer Response (ECR) im Handel nennen.
- Parallel zu den netzbasierten Systemen zur Steuerung des Material- und Warenflusses entlang der Supply Chain werden auch zur Abwicklung der korrespondierenden inner- und überbetrieblichen Finanzströme netzbasierte Systeme eingesetzt, die so genannten elektronischen Zahlungssysteme. Charakteristisch für diese Systeme ist die Beteiligung externer Finanzdienstleister, welche für die Vertrauenswürdigkeit und Sicherheit der über diese Systeme abgewickelten Transaktionen sorgen.

Als ein sinnvolles Abgrenzungskriterium für die in Abb. 9.2 implizit nahe gelegte Unterscheidung unternehmensinterner und unternehmensübergreifender netzbasierter Informationssysteme kann z. B. die logische und informationstechnische Autonomie der jeweils installierten Anwendungssysteme dienen. So ist z. B. ein auf Verkäuferseite betriebener Online-Shop eine autonome Anwendung, die lediglich mit Hilfe einer Standard-Schnittstelle

(z. B. HTTP) über das Internet mit den Systemen der Unternehmensumwelt (z. B. dem Browser auf Kundenseite) in Kontakt tritt. Man kann hier von einer „losen Kopplung“ der Systeme auf beiden Seiten sprechen. Allerdings sind in bestimmten Fällen auch in diesen, in Abb. 9.2 als unternehmensintern ausgewiesenen Bereichen, engere Formen der Kopplung und damit ein geringerer Autonomiegrad denkbar. So kann z. B. bei einer langfristigen Lieferbeziehung dem Hersteller im Rahmen der Beschaffung ein (begrenzter) Direktzugriff auf die operativen Systeme des Lieferanten gewährt werden, wozu die Integration einer speziellen Client-Software in die Beschaffungssysteme des Herstellers erforderlich sein kann. In der Praxis lassen sich daher die Einsatzbereiche unternehmensinterner und unternehmensübergreifender netzbasierter Systeme (in Abb. 9.2 nicht explizit dargestellt) nicht immer scharf voneinander abgrenzen.

9.2 Treiber und Effekte der netzbasierten Informationsverarbeitung

Der vorliegende Abschnitt widmet sich den verschiedenen ökonomischen Effekten, welche einerseits die Vernetzung begünstigen und beschleunigen, andererseits von dieser ausgehend verändernd auf die Formen der wirtschaftlichen Betätigung einwirken. Entsprechend werden in Abschn. 9.2.1 zunächst die wesentlichen wirtschaftlichen und technologischen Treiber sowie in Abschn. 9.2.2 grundlegende ökonomische Phänomene der Vernetzung vorgestellt. Anschließend werden die Auswirkungen dieser Phänomene auf Märkte und Produkte in Abschn. 9.2.3 sowie auf Unternehmen und Wertschöpfungsketten in Abschn. 9.2.4 erläutert (vgl. Klein 1996; Gabriel und Hoppe 2002; Wirtz 2016, 2021).

9.2.1 Treiber der Vernetzung

Zwischen neuen Entwicklungen in der Informationstechnologie auf der einen und wirtschaftlichen Veränderungen auf der anderen Seite bestehen ausgeprägte Wechselwirkungen: einerseits ist es der technologische Fortschritt, der bestimmte neue Formen der Geschäftstätigkeit erst ermöglicht („Enabler“), andererseits bilden Umbrüche und geänderte Anforderungen der Geschäftswelt das Motiv für die Entwicklung neuer informations- und kommunikationstechnologischer Konzepte und Systeme. So ist auch die Vernetzung nicht nur Auslöser, sondern selbst unternehmerische Reaktion auf wirtschaftliche bzw. technologische Veränderungen in der Unternehmensumwelt. Letztere werden als „Treiber“ der Vernetzung bezeichnet.

Als **wirtschaftliche Treiber** der Vernetzung nennt Fleisch (2001, S. 17 ff.) drei Faktoren:

- die Wandlung der Märkte von Verkäufer- zu Käufermärkten,
- die Globalisierung sowie
- der schnelle Wandel auf den Märkten.

Im Gegensatz zu Verkäufermärkten, die sich durch Knappheit der angebotsseitigen Ressourcen wie Produktionsfaktoren und Produkte auszeichnen, sind in vielen Märkten die nachfrageseitigen Ressourcen knapp. Man spricht in diesem Fall von Käufermärkten. Anbieter reagieren darauf, indem sie ihre Produkte mit ergänzenden Leistungen zu Leistungsbündeln kombinieren, die den Bedürfnissen der Nachfrager möglichst genau angepasst sind (Service-Orientierung). Dazu bedarf es vielfach der Zusammenarbeit mit anderen Anbietern. Diese Form der kooperativen Leistungserstellung wiederum erfordert eine Vernetzung der beteiligten Unternehmen und ihrer Geschäftsprozesse.

Darüber hinaus sind diese Märkte häufig durch einen hohen Preiswettbewerb unter den Anbietern gekennzeichnet. Entsprechend hoch ist der Kostendruck, der die Unternehmen zur Konzentration auf ihre Kernkompetenzen und zur Vernetzung mit anderen Unternehmen im Rahmen einer zunehmend zwischenbetrieblich-arbeitsteiligen Leistungserstellung zwingt. Zunehmender Kosten- und Qualitätswettbewerb führt jedoch auch zu einer Zunahme der internationalen Arbeitsteilung und somit zu einer globalen Ausdehnung unternehmerischer Organisations- und Koordinationsformen. Dieses Phänomen wird als Globalisierung bezeichnet. Aus der Globalisierung ergibt sich wiederum die Notwendigkeit zur Vernetzung zum Zweck der Koordination der weltweit dezentralisierten Wertschöpfungsketten.

Schließlich erfordert der schnelle Wandel auf den Märkten die Schaffung flexibler, d. h. wandlungsfähiger Organisations- und Koordinationsformen. Diese bestehen häufig aus lose gekoppelten, dezentralen Einheiten, die über Netze flexibel integriert (und bei Bedarf wieder desintegriert) werden können.

Neben den genannten wirtschaftlichen Einflussfaktoren haben technologische Entwicklungstendenzen entscheidenden Anteil an der Vernetzung. Zu den wichtigsten **technologischen Treibern** können gezählt werden (vgl. Fleisch 2001, S. 25 ff.):

- die kontinuierliche Verbesserung des Preis-/Leistungsverhältnisses der Informations-technologie,
- die fortschreitende Durchdringung der Geschäfts- und Alltagswelt mit Informations-technologie sowie
- die weltweite Ausbreitung von informationstechnologischen Standards.

Die Verbesserung des Preis-/Leistungsverhältnisses der Informations- und Kommunikationstechnologie resultiert aus der kontinuierlichen Leistungssteigerung bei Prozessoren sowie der Steigerung der Bandbreiten bei der Informationsübertragung in Netzwerken. Im Ergebnis bewirkt dies eine drastische Reduktion der Kosten aller durch Informations- und Kommunikationstechnologie unterstützten Transaktionen (vgl. Abschn. 9.2.2.1) und steigert somit die wirtschaftliche Attraktivität der Vernetzung.

Eng mit der Leistungssteigerung ist die Miniaturisierung der Informationstechnologie verknüpft. Eine Folge ist die Durchdringung der Geschäfts- und Alltagswelt mit Informationstechnologie (Digitalisierung). Informationstechnologie ist heute nahezu unsichtbar in vielen alltäglichen Produkten enthalten und leistet Unterstützung bei der Bewältigung alltäglicher Aufgaben. Man spricht hier von ubiquitärer, d. h. allgegenwärtiger Informationsverarbeitung („**ubiquitous computing**“). Beispiele sind neben „intelligenten“ Haushaltsgeräten auch persönliche, am Körper getragene Geräte wie multifunktionale Armbanduhren. Hinzu tritt die Fähigkeit eingebetteter Technologien zur Kommunikation untereinander. So z. B. bei der Steuerung des Betriebs von Heizungssystemen in Gebäuden per Mobiltelefon oder die Kopplung der Mobiltelefone von Hausbesitzern mit elektronischen Überwachungssystemen von Grundstücken/Gebäuden (vgl. hierzu auch Abschn. 6.2.1.4).

Schließlich ist die weltweite Ausbreitung von informationstechnologischen Standards eine Grundvoraussetzung für die wirtschaftliche Nutzung von Netzwerktechnologien. Größenvorteile (Economies of Scale) wie die weiter unten beschriebenen Netzeffekte (vgl. Abschn. 9.2.2.2) sind ohne die weltweite Akzeptanz des Internet-Kommunikationsstandards TCP/IP und darauf aufbauender Standards wie SMTP für den E-Mail-Verkehr sowie HTML und HTTP für die Erstellung und den Austausch von Web-Seiten nicht denkbar. Gleichermaßen gilt für Standards im Bereich des zwischenbetrieblichen Datenaustauschs wie EDIFACT oder XML-basierte Austauschformate (vgl. Abschn. 9.3.1).

9.2.2 Ökonomische Basisphänomene der Vernetzung

Die zunehmende Vernetzung verändert die Rahmenbedingungen des wirtschaftlichen Handelns. Als in diesem Sinne grundlegende ökonomische Phänomene der Vernetzung sind insbesondere sinkende Transaktionskosten (vgl. Abschn. 9.2.2.1) sowie positive Netzwerkexternalitäten (vgl. Abschn. 9.2.2.2) zu nennen.

9.2.2.1 Sinkende Transaktionskosten

Wertschöpfung in modernen Ökonomien basiert auf der Koordination arbeitsteilig erbrachter Leistungen. Zur Koordination der Leistungserbringung finden Interaktionen zwischen den beteiligten Akteuren statt, bei denen Leistungen ausgetauscht werden. Als Bezeichnung für koordinationsbedingte Interaktionen hat sich in der Organisationstheorie der Transaktionsbegriff herausgebildet (vgl. Coase 1991; Williamson 1975; Picot et al. 2003):

- Unter einer **Transaktion** im ökonomischen Sinne versteht man den Austausch von Verfügungsrechten an Gütern oder Dienstleistungen.

Dabei ist es sinnvoll, den ökonomischen Transaktionsbegriff so abstrakt zu interpretieren, dass er alle Arten von wirtschaftlichen Koordinationsaktivitäten umfasst. Eingeschlossen sind also z. B. sowohl Interaktionen zur Abstimmung der spezialisierten

Aktivitäten abhängig Beschäftigter innerhalb eines Unternehmens als auch der Austausch von Gütern und Dienstleistungen zwischen autonomen Wirtschaftssubjekten auf Märkten.

Unabhängig von den Erstellungskosten und dem Preis der einer Transaktion zu Grunde liegenden Leistung verursacht auch die Transaktion selbst Kosten, nämlich für die Informations- und Kommunikationsvorgänge im Rahmen der Transaktionsvorbereitung und -durchführung: z. B. für die Informationsgewinnung im Vorfeld der Transaktion, für das Führen von Verhandlungen bis zur endgültigen Vereinbarung und für die Überwachung der Abwicklung. Die Höhe dieser so genannten Transaktionskosten (auch als Koordinationskosten bezeichnet) ist abhängig von den Eigenschaften einer Transaktion und der für ihre Durchführung gewählten Organisations- und Koordinationsform. Für eine weiterführende Behandlung des Transaktionsbegriffs sei auf Abschn. 10.1 verwiesen. Der Zusammenhang zwischen Transaktionskosten und Koordinationsformen ist darüber hinaus Gegenstand von Abschn. 10.2.

Jegliche Koordinationsleistung beruht auf Information und Kommunikation. Verbesserungen bezüglich der Informations- und Kommunikationssituation durch technologische und konzeptionelle Neuerungen bei den eingesetzten Informations- und Kommunikationssystemen sind somit geeignet, den Koordinationsaufwand, mithin die **Transaktionskosten**, zu reduzieren. Nicht nur die anhaltende Leistungssteigerung der Hard- und Software bei kontinuierlich verbessertem Preis-/Leistungsverhältnis, sondern auch der Einsatz von Rechnernetzen, insbesondere des Internets als weltweit verfügbarem, standardisiertem Kommunikationsnetz, besitzen das Potenzial zur nachhaltigen Transaktionskostensenkung. Als Beispiele für den Beitrag der Vernetzung zur Senkung von Transaktionskosten lassen sich folgende Sachverhalte anführen:

- Die Vernetzung beschleunigt die Kommunikation zwischen den an der Wertschöpfung beteiligten Organisations- oder Wirtschaftseinheiten. Informationen erreichen ihr Ziel theoretisch bereits im Zeitpunkt ihrer Entstehung. Entscheidungen können daher auf der Grundlage jederzeit aktueller und konsistenter Informationen getroffen werden. Transaktionskosten, die aufgrund von Unsicherheit oder Zeitverlusten bei der Informationsübermittlung entstehen, werden so vermieden.
- Die Vernetzung marginalisiert die Kostenunterschiede zwischen regionaler und globaler Kommunikation. Dadurch sinken die Transaktionskosten einer weltweiten Marktpräsenz.
- Die Vernetzung senkt Transaktionskosten durch die Möglichkeit, Teile der Transaktionsabwicklung zu automatisieren. So wird es z. B. möglich, Angebotsinformationen automatisiert zu erheben und zu vergleichen.
- Die Vernetzung in Verbindung mit Kommunikationsstandards erlaubt die direkte Kommunikation zwischen Anwendungssystemen, trägt somit zur Vermeidung von Medienbrüchen und den damit verbundenen Fehlerkosten bei und fördert allgemein die Automatisierung der Informationsverarbeitung.
- Die Vernetzung ermöglicht es Marktteilnehmern, vor einer Transaktion untereinander Informationen auszutauschen, z. B. über individuelle Erfahrungen bezüglich bestimmter

Leistungen und Anbieter. Durch die Vermeidung einer ungünstigen Transaktionsgestaltung werden Transaktionskosten gesenkt.

- Die Vernetzung fördert die Entstehung und Anwendung besserer Formen der Marktforschung. Die Beschaffung von Informationen über Kundenbedürfnisse ist in Netzwerken leichter durchführbar und verursacht geringere Kosten. Die gewonnenen Erkenntnisse wiederum können ebenfalls zur Transaktionskostensenkung beitragen, z. B. indem sie dazu genutzt werden, das Leistungsangebot enger an den Kundenbedürfnissen auszurichten.

Besonders offensichtlich wird der transaktionskostensenkende Effekt der Vernetzung im Fall digitaler Güter wie z. B. digitale Musik und digitale Bücher: Da hier alle Phasen einer Transaktion bis hin zum Versand vollständig elektronisch unterstützt werden können, sind die Transaktionskosten für derartige Produkte nahezu vernachlässigbar gering.

9.2.2.2 Positive Netzwerkexternalitäten

► Als **Externalitäten** (oder **externe Effekte**) bezeichnet man von den Handlungen eines Akteurs ausgehende Wirkungen, die nicht diesen selbst, sondern andere Akteure betreffen, ohne dass dafür kompensatorische Zahlungen geleistet werden. Von positiven Externalitäten spricht man, wenn diese Drittewirkungen für die Betroffenen nutzensteigernd sind.

In Kommunikationsnetzen wie dem Internet (ebenso im Fall des herkömmlichen Telefonnetzes) sind **positive Externalitäten** häufig zu beobachten, da die Teilnehmer des Netzwerkes in der Regel einen Nutzenzuwachs erfahren, sobald ein weiterer Teilnehmer dem Netzwerk beitritt. Die Ursachen für diesen Nutzenzuwachs liegen im Wesentlichen darin begründet, dass sich bei n Teilnehmern durch den Beitritt nur eines weiteren Teilnehmers die Gesamtzahl aller möglichen Kommunikations- und Transaktionsbeziehungen innerhalb des Netzwerks um n erhöht. Ähnliche Beobachtungen lassen sich bei der Durchsetzung von Technologien oder technologischen Standards machen, da auch hier für den einzelnen Anwender der Nutzen des Standards von seiner Verbreitung, d. h. von der Anzahl der übrigen Nutzer des Standards bzw. der Technologie, abhängt.

Gelingt es dem Anbieter eines Netzwerk-Dienstes, eines Standards oder einer sonstigen Technologie, im Wettbewerb mit konkurrierenden Angeboten frühzeitig eine kritische Teilnehmerzahl zu erreichen, kann der Beitritt zu seinem Angebot auch für solche Interessenten attraktiv werden, die eigentlich ein alternatives Angebot präferieren, sofern der erwartete Nutzen des Beitritts aufgrund der höheren Teilnehmerzahl die Präferenz für das alternative Angebot kompensiert. Da sich dieser Nutzenvorsprung durch jeden weiteren Beitritt verstärkt, leiten die Nachfrager aus dem gegenwärtigen Wachstum wiederum steigende Erwartungen an die zukünftige Verbreitung ab, was das Wachstum weiter beschleunigt. Gleichzeitig wird der Wechsel zu einem anderen Anbieter zunehmend erschwert, da die Kosten für die (Wieder-)Herstellung der Attraktivität des Alternativangebots beständig steigen. Die Nachfrager sind somit aufgrund des Verbreitungsgrades faktisch an ein bestimmtes Angebot gebunden, selbst wenn es sich um eine insgesamt weniger effiziente

Lösung handelt. Eine solche Situation mündet nicht selten in eine Monopolstellung eines Anbieters. Dieser Effekt wird als „lock-in“ (von engl. lock in, d. h. einschließen, einsperren) bezeichnet.

In Bezug auf das Internet ist ein Lock-in-Effekt ebenfalls zu beobachten: Die weltweite Verbreitung der TCP/IP-Protokollfamilie als zentraler Bestandteil des Internet-Standards schließt die Verwendung alternativer WAN-Technologien praktisch aus. So gelten Lock-in-Effekte als wichtige Ursache für die mehrjährigen Verzögerungen bei der Ablösung des Transportprotokolls IPv4 durch die verbesserte Version IPv6.

Positive Externalitäten und Lock-in-Effekt betreffen jedoch nicht nur die technologische Ebene der Vernetzung. Auch auf der Ebene der Netz-Dienste und -Anwendungen treten diese Effekte auf. Sie erklären z. B. auch die unterschiedliche Verbreitung und Akzeptanz bei konkurrierenden elektronischen Marktplätzen (vgl. Abschn. 10.2.2) und elektronischen Zahlungssystemen.

9.2.3 Auswirkungen auf Märkte und Produkte

Durch die Möglichkeiten der Vernetzung haben sich auf breiter Front **elektronische Märkte** etabliert, auf denen die Transaktionen in der Regel vollständig durch Informati-onstechnologie unterstützt abgewickelt werden (vgl. Abschn. 10.2.2). Mit Blick auf wichtige Merkmale weisen elektronische Märkte im Vergleich zu herkömmlichen Märkten die in Abb. 9.3 genannten und jeweils kurz erläuterten Tendenzen auf (vgl. Fleisch 2001, S. 30 ff.; Picot et al. 2003, S. 70 ff.).

Merkmal	Tendenz	Erläuterung
Marktreichweite	nimmt zu	Aufgrund der drastisch reduzierten Transaktionskosten einer weltweiten Marktpräsenz sind elektronische Märkte weitgehend frei von räumlichen und zeitlichen Beschränkungen („überall und rund um die Uhr“).
Markttransparenz	nimmt zu	Sinkende Transaktionskosten erlauben den weltweiten und gleichzeitigen Zugang zu Angebotsinformationen; zudem wird deren Auswertung und Vergleich durch IuK-Technologien erleichtert.
Markteintritts-barrieren	sinken	Globale Marktreichweiten und der direkte Zugang zum Kunden erlauben auch Nischenanbietern geringer Betriebsgrößen das Agieren auf den Märkten; wegen der geringen Transaktionskosten sind zudem oft bereits kleine Transaktionsvolumina wirtschaftlich.
Wettbewerb	nimmt zu	Die zunehmende Marktreichweite und Markttransparenz lassen Standortvorteile obsolet werden; sinkende Marktzutrittsbarrieren führen zu einer Zunahme der Anbieterzahl. Zusammen wirken diese Effekte wettbewerbssteigernd und tendenziell preissenkend.

Abb. 9.3 Auswirkungen der Vernetzung auf Märkte

Wirkung	Erläuterung
Digitalisierung	Güter und Dienstleistungen, die im Wesentlichen aus Informationen bestehen, z. B. Bücher, Software, Musik, Nachrichten, Schulungs- oder Beratungsdienstleistungen, werden zunehmend digitalisiert. Gleichzeitig nimmt auch bei physischen Gütern der Informationsanteil zu.
Individualisierung	Aufgrund der zunehmenden Markttransparenz und des verschärften Wettbewerbs bemühen sich Unternehmen verstärkt um eine kundenspezifische Produkt- und Preisgestaltung.
Kürzere Produktlebenszyklen	Insbesondere bei Produkten mit hohem Informationsgehalt verkürzen sich die Produktlebenszyklen aufgrund der erhöhten Innovationsgeschwindigkeit und der engen Kopplung der Produktgestaltung an schnelllebige technologische Entwicklungen.

Abb. 9.4 Auswirkungen der Vernetzung auf Produkte

Weitere Charakteristika elektronischer Märkte, wie die gleichzeitige Förderung von Intermediation und Disintermediation, sowie unterschiedliche Erscheinungsformen, Preisbildungsmechanismen und Unterstützungsansätze werden ausführlich in Abschn. 10.2.2 behandelt.

In Bezug auf die Eigenschaften der gehandelten Produkte sind als Reaktion auf die Möglichkeiten der Vernetzung ebenfalls Veränderungen festzustellen. In diesem Zusammenhang sind die in Abb. 9.4 genannten Wirkungstendenzen zu beobachten.

Durch **Digitalisierung** werden aus Informationsgütern und Informationsdienstleistungen digitale Produkte. Diese können vollständig, d. h. einschließlich ihrer Auslieferung, über elektronische Netze vertrieben werden und profitieren dadurch in besonderer Weise von den Transaktionskostensenkungspotenzialen der Vernetzung. In Bezug auf physische Güter ergibt sich die zunehmende Digitalisierung z. B. durch die fortschreitende Ausstattung von Automobilen, Haushaltsgeräten und sonstigen Alltagsgegenständen mit (miniatürisierter) Informationstechnik einschließlich zugehöriger Software.

Im Fall digitaler Produkte sowie bei Produkten mit hohem Informationsanteil ist eine **Individualisierung** auch bei Massenproduktion (**Mass Customization**) besonders leicht möglich, z. B. durch Abstufungen zwischen Echtzeit- und verzögter Informationsbereitstellung, unterschiedliche Intervalle der Software-Aktualisierung, Kombination von Leistungen mit komplementären und kundenspezifischen Zusatzleistungen. Moderne Informationstechnologie und Vernetzung unterstützen die Individualisierung durch verbesserte Möglichkeiten der Erhebung und Analyse von Kundenanforderungen. Gleichzeitig ist die Individualisierung durch Produktdifferenzierung geeignet, die Produktvergleichbarkeit zu erschweren und somit einer hohen Markttransparenz entgegenzuwirken.

Wirkung	Kurzerläuterung
Modularisierung	Bildung überschaubarer, autonomer Wertschöpfungseinheiten und Reduktion der kritischen Unternehmensgröße.
Dezentralisierung	Räumliche Verteilung der Wertschöpfungseinheiten.
Internationalisierung	Globale Ausdehnung von Leistungserstellungsstrukturen.
Vermarktlichung vs. Hierarchisierung	Begünstigung sowohl marktlicher als auch hierarchischer Koordinationsformen im inner- und zwischenbetrieblichen Bereich.
Virtualisierung	Auflösung der Unternehmensgrenzen und Bildung von Netzwerken aus dezentralen Wertschöpfungseinheiten unterschiedlicher organisatorischer Zugehörigkeit, die nach außen als Einheit auftreten.

Abb. 9.5 Wirkungen der Vernetzung auf Unternehmen und Wertschöpfungsketten

9.2.4 Auswirkungen auf Unternehmen und Wertschöpfungsketten

Neben den genannten markt- und produktbezogenen Veränderungen übt die Vernetzung mit ihren grundlegenden ökonomischen Effekten auch Einfluss auf die Gestaltung der inner- und zwischenbetrieblichen Strukturen der Leistungserstellung aus. Abb. 9.5 nennt einige der wichtigsten Wirkungen der Vernetzung auf Unternehmen und **Wertschöpfungsketten**; diese werden im Folgenden näher erläutert.

Sinkende Transaktionskosten begünstigen die Arbeitsteilung, da mit Hilfe der Vernetzung die Produktivitätsvorteile einer höheren Spezialisierung genutzt werden können, ohne dass die Kosten für den gestiegenen Koordinationsaufwand zwangsläufig anwachsen. Andererseits erhöhen der Einsatz von Informations- und Kommunikationstechnologien sowie die Vernetzung die menschlichen Fähigkeiten zur Informationssammlung und -verarbeitung und führen somit zu einer Erweiterung der Grenzen menschlicher Arbeitsleistung. Dies wiederum begünstigt die (Re-)Integration logisch verbundener, vormals arbeitsteilig bearbeiteter Aufgaben von der Arbeitsebene (z. B. integrierte Einzelarbeitsplätze, teilautonome Gruppen) über die Prozessebene (z. B. Fertigungsinselfen) bis hin zur Unternehmensebene (z. B. in Form der Profit-Center-Organisation). Im Ergebnis führen beide Tendenzen zu einer Reorganisation der inner- und überbetrieblichen Leistungserstellung in überschaubare, weitgehend selbstständige Einheiten, welche nach innen eine hohe aufgabenbezogene Kohärenz, nach außen jedoch schlanke, definierte Schnittstellen aufweisen. Diese Art der Dekonstruktion der Wertschöpfungsketten wird auch als Modularisierung bezeichnet (vgl. Hofmann 2001, S. 89 ff.; Picot et al. 2003, S. 228 ff.). Sie korrespondiert unmittelbar mit der im vorangehenden Abschnitt erwähnten Senkung der kritischen Unternehmensgröße aufgrund sinkender Transaktionskosten.

Die vernetzungsbedingt niedrigen Transaktionskosten legen eine Koordination der so entstandenen autonomen Module untereinander über marktähnliche Mechanismen nahe, z. B. über marktorientierte Verrechnungspreise. Bei ausreichender Standardisierbarkeit und Automatisierbarkeit einzelner Prozessteile wird darüber hinaus der verstärkte Fremdbezug von Leistungen über (ggf. neu entstehende) Märkte attraktiv (**Outsourcing**).

Außerdem nimmt dadurch die internationale Dezentralisierung der Leistungserstellung insgesamt zu. Diese empirisch bestätigte Tendenz zur Vermarktlichung wird als „Move-to-the-Market“-Effekt“ bezeichnet (Malone et al. 1987).

Gleichzeitig ist jedoch auch die gegenläufige Tendenz zu beobachten, nämlich weltweite Unternehmenszusammenschlüsse, somit wachsende Unternehmensgrößen und Zunahme der zentralen, hierarchischen Koordination unternehmensübergreifender Wertschöpfungsketten. Dies kann damit begründet werden, dass erst der Einsatz moderner Informations- und Kommunikationssysteme und ihrer Vernetzung die Transaktionskosten einer weltweit verteilten Organisation soweit senkt, dass eine hierarchische Steuerung sehr großer, weltweit dezentralisierter Wertschöpfungsketten möglich wird, z. B. im Rahmen des Supply-Chain-Managements. Dadurch lassen sich Größenvorteile (**Economies of Scale**) und Verbundvorteile (**Economies of Scope**) erschließen, die bei der ursprünglichen, marktlichen Koordination der betroffenen Unternehmen nicht realisierbar waren.

Wie die ambivalenten Wirkungen in Bezug auf die Wahl der Koordinationsform zeigen, erweitert die Vernetzung das Spektrum der in Frage kommenden Varianten bei der Organisation inner- und überbetrieblicher Wertschöpfungsketten. Hybride Organisations- und Koordinationsformen zwischen Markt und Hierarchie bilden sich heraus. Insgesamt ist eine allgemeine Tendenz zur Auflösung der Unternehmensgrenzen festzustellen hin zu Netzwerken aus dezentralen Wertschöpfungseinheiten unterschiedlicher organisatorischer Zugehörigkeit, die nach außen als Einheit auftreten. Man spricht in diesem Zusammenhang von einer „Virtualisierung“ der Leistungserstellungsstrukturen (Picot et al. 2003, S. 164). Abb. 9.6 veranschaulicht den Prozess der Virtualisierung in drei Schritten. Eine vertiefte Behandlung der Virtualisierung erfolgt im Zusammenhang mit **virtuellen Unternehmen** in Abschn. 10.2.4.

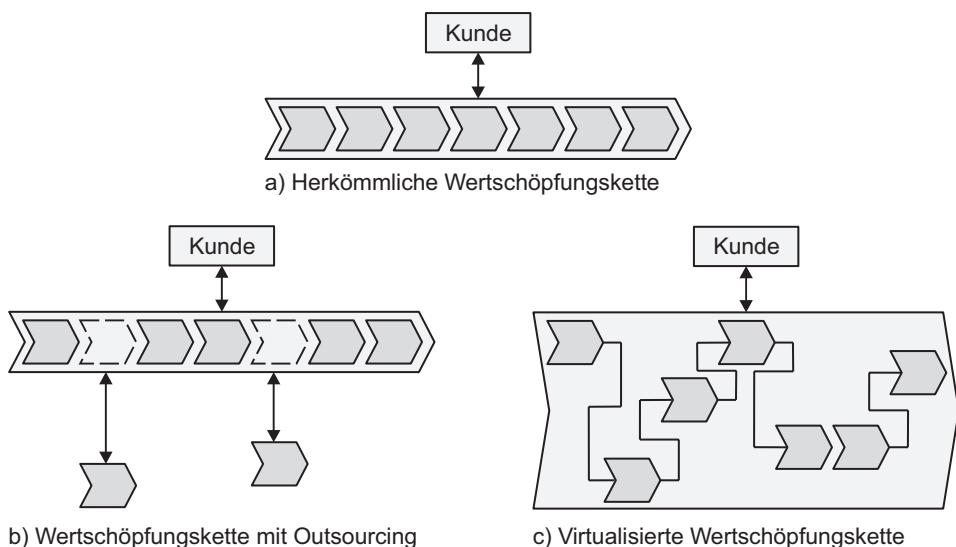


Abb. 9.6 Virtualisierung von Wertschöpfungsketten

9.3 Integrationsformen der netzbasierten Informationsverarbeitung

Die Modularisierung und Virtualisierung der inner- und überbetrieblichen Leistungserstellung erhöhen die Komplexität der Kommunikations- und Transaktionsbeziehungen zwischen den beteiligten Wertschöpfungseinheiten. Der erhöhte Koordinationsaufwand kann wirtschaftlich nur durch den zwischenbetrieblichen Einsatz von Informations- und Kommunikationstechnik bewältigt werden. Große räumliche Distanzen, unterschiedliche Zeitzonen sowie die Heterogenität der vorhandenen Strukturen und Prozesse einschließlich der zu ihrer Unterstützung eingesetzten Informations- und Kommunikationssysteme stellen dabei hohe Anforderungen an die Integrationsleistung der netzbasierten Informationsverarbeitung. In diesem Zusammenhang lassen sich folgende **Integrationsformen** der netzbasierten Informationsverarbeitung unterscheiden, die im Weiteren näher behandelt werden:

- der interorganisatorische Austausch von Geschäftsinformationen (vgl. Abschn. 9.3.1),
- die interorganisatorische Integration von Anwendungssystemen (vgl. Abschn. 9.3.2) sowie
- die interorganisatorische Geschäftsprozessintegration (vgl. Abschn. 9.3.3).

9.3.1 Interorganisatorischer Austausch von Geschäftsinformationen

Der elektronische Austausch von Geschäftsinformationen, in seiner ursprünglichen Form auch als elektronischer Datenaustausch (**Electronic Data Interchange, EDI**) bezeichnet, unterstützt die interorganisatorische Integration durch die Möglichkeit der standardisierten Abwicklung repetitiver Informations- und Kommunikationsvorgänge zwischen Anwendungssystemen interagierender Wertschöpfungseinheiten. Zu den übertragenen Informationen gehören alle strukturierten und strukturierbaren **Geschäftsdocumente** wie z. B. Angebote, Bestellungen, Aufträge und Rechnungen, außerdem technische Daten und Grafiken (vgl. hierzu z. B. Weid 1995; Sedran 1991; Gallasch 1993; Georg und Gruber 1995; Segev et al. 1997; Klagge et al. 1998; Weitzel et al. 2001).

Grundsätzlich wird ein Großteil der Daten, die mit den Informationssystemen eines Unternehmens verarbeitet werden, auch von den Geschäftspartnern für Verarbeitungszwecke benötigt. Die Doppelerfassung solcher Daten kann durch den elektronischen Datenaustausch vermieden werden. Schon allein die Einsparungen, die sich durch den Wegfall von Doppelerfassungen realisieren lassen, machen EDI für ein Unternehmen interessant (vgl. Ehli 2000, S. 1061). Dies gilt umso mehr, je stärker ein Unternehmen – wie im Bereich von Handel und Dienstleistungen – mit seinen Geschäftspartnern verflochten ist. Keinesfalls erschöpft sich jedoch die Bedeutung von EDI in Kosteneinsparungen. Die elektronische Geschäftskommunikation besitzt vielmehr ein ausgeprägt strategisches Po-

tenzial. Seine Nutzung vermag nachhaltig zur Stärkung der Wettbewerbsposition eines Unternehmens und zum Unternehmenserfolg beizutragen.

Begrifflich lässt sich EDI etwa wie folgt umschreiben (vgl. auch Peikert 1996, S. 339; Ehli 2000, S. 1064):

► Als **elektronischen Datenaustausch** bzw. **EDI** bezeichnet man

- den unternehmensübergreifenden Austausch
- strukturierter kaufmännischer Geschäftsdaten
- unter Verwendung eines standardisierten Datenformates
- mit Hilfe offener Kommunikationsverfahren
- zwischen zwei Computersystemen.

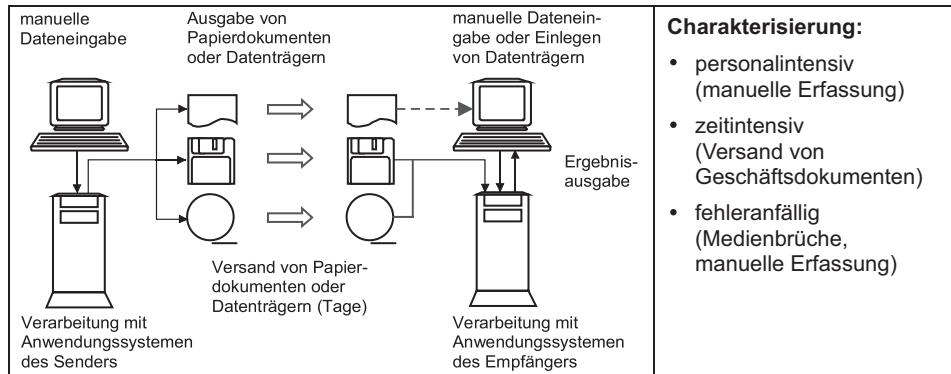
In der Definition ist zwar von unternehmensübergreifendem Austausch die Rede, d. h. dem Austausch von Geschäftsdaten zwischen Unternehmen. Grundsätzlich eignet sich EDI jedoch auch für den Datenaustausch innerhalb von Unternehmen mit stark dezentraler Organisationsstruktur (z. B. bei Handelsunternehmen mit einem stark verzweigten Netz von Filialen).

Gegenstand des Austausches sind strukturierte kaufmännische Geschäftsdaten. Die Eigenschaft der Strukturiertheit weist auf eine fachlich begründete Aufgliederung der Daten hin. So lassen sich z. B. Rechnungsdaten grob aufgliedern in Rechnungskopf, Rechnungszeilen und Rechnungsschluss oder -summe. Eine derartige Strukturierung von Daten in Verbindung mit der Spezifikation der einzelnen Datenelemente bezeichnet man als Datenformat. Datenformate beschreiben somit den Aufbau der auszutauschenden Geschäftsdaten.

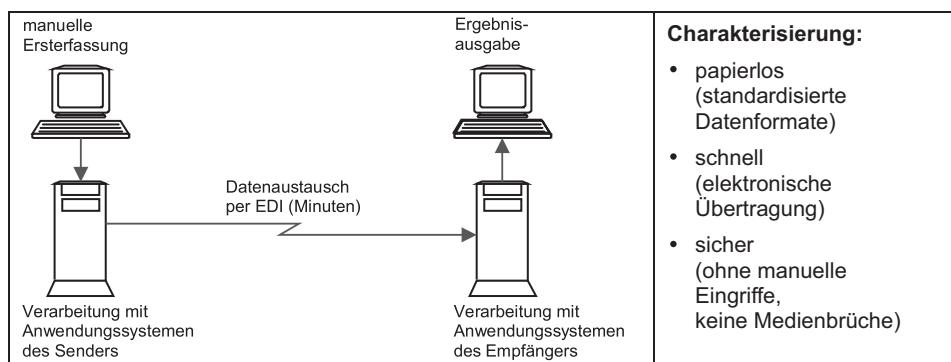
Voraussetzung für einen Austausch von Geschäftsdokumenten auf elektronischem Wege ist eine Standardisierung der auf Sender- und Empfängerseite verwendeten Datenformate. In der Regel weist EDI branchenspezifische Eigenheiten auf und besitzt zudem häufig auch grenzüberschreitenden Charakter. Aus diesem Grunde haben sich verschiedene branchenspezifische und -übergreifende sowie nationale und internationale **EDI-Standards** herausgebildet.

Offene Kommunikationsverfahren basieren auf frei zugänglichen und standardisierten Kommunikationstechnologien. Für die technologische EDI-Abwicklung können daher unterschiedliche Übertragungswege und entsprechende Übertragungsprotokolle eingesetzt werden. Zum Einsatz kamen für EDI-Zwecke in der Vergangenheit z. B. das Datex-Netz sowie das ISDN-Netz, später das Internet und verschiedene Formen von Intra- und Extranets, die auf der Internet-Technologie basieren.

Per EDI übertragene Geschäftsdokumente sind generell zur unmittelbaren (Weiter-)Verarbeitung bei dem Partnerunternehmen bestimmt. Ausgeschlossen sind daher auf Empfängerseite nennenswerte manuelle Eingriffe. EDI findet zwischen Computersystemen statt; Sender und Empfänger sind also Computersysteme bzw. auf Computersystemen ausgeführte Anwendungssysteme.



a) Konventioneller Austausch von Geschäftsdokumenten



b) Elektronischer Austausch von Geschäftsdokumenten per EDI

Abb. 9.7 Schematische Gegenüberstellung von EDI und konventionellem Austausch von Geschäftsdokumenten

Abb. 9.7 stellt EDI dem konventionellen Austausch von Geschäftsdokumenten gegenüber. Die jeweils angegebene Charakterisierung deutet auf einige EDI-Nutzenpotenziale im Vergleich zum konventionellen papiergebundenen Datenaustausch hin. Auf EDI-Nutzenpotenziale wird bei der Behandlung von Kommunikationssystemen im E-Business, insbesondere der EDI-Systeme, näher eingegangen (vgl. Abschn. 10.3.2.3).

Auf unterschiedliche technologische Realisierungsformen des elektronischen Datenaustauschs einschließlich zugehöriger Standard-Datenformate wird ebenfalls bei der Behandlung von Kommunikationssystemen im E-Business eingegangen. Unterschieden wird dort zwischen (klassischen) EDI-Systemen (vgl. Abschn. 10.3.2) und der später aufgekommenen XML-basierten Geschäftskommunikation (vgl. Abschn. 10.3.3).

9.3.2 Interorganisatorische Anwendungssystem-Integration

► Als **interorganisatorische Anwendungssystem-Integration** bezeichnet man die Verbindung zweier oder mehrerer Anwendungssysteme unterschiedlicher Unternehmen oder Wertschöpfungseinheiten durch die Gewährung des direkten oder indirekten Zugriffs eines Anwendungssystems auf Funktionen des jeweils anderen Anwendungssystems.

Im Vergleich zur Integration mittels elektronischem Datenaustausch stellt die interorganisatorische Anwendungssystem-Integration grundsätzlich eine engere Kopplung zwischen den beteiligten Wertschöpfungspartnern her. Der konkrete Grad der Kopplung zwischen den zu integrierenden Anwendungssystemen hängt jedoch von der gewählten Integrationsarchitektur ab.

Im Folgenden werden drei solcher Integrationsarchitekturen für die interorganisatorische Anwendungssystem-Integration näher betrachtet:

- die interorganisatorische Anwendungssystem-Integration über bilaterale Schnittstellen,
- die interorganisatorische Anwendungssystem-Integration über Middleware sowie
- die interorganisatorische Anwendungssystem-Integration über Services.

Bei der interorganisatorischen Anwendungssystem-Integration über bilaterale Schnittstellen handelt es sich um eine besonders enge Form der Kopplung zwischen Anwendungssystemen. Einzelne Anwendungssysteme stellen Teile ihrer Funktionalität, also bestimmte Funktionen, über fest programmierte Schnittstellen anderen Anwendungssystemen zur Verfügung. Anwendungssysteme, die eine solche Funktion nutzen, greifen durch einen im eigenen Programmcode implementierten Aufruf über eine Punkt-zu-Punkt-Verbindung auf die entsprechende Funktionsschnittstelle eines anderen Anwendungssystems zu.

Da jeder Aufruf speziell auf eine bestimmte Funktionsschnittstelle eines anderen Anwendungssystems hin programmiert werden muss, entsteht eine hohe Abhängigkeit zwischen den verbundenen Programmen. Je mehr Anwendungssysteme auf diese Weise verbunden werden und je größer die Anzahl der einbezogenen Funktionen ist, desto komplexer wird das Geflecht wechselseitiger Abhängigkeiten zwischen den Anwendungssystemen. Dadurch werden die Wartbarkeit und die Sicherstellung der Konsistenz der Verarbeitung innerhalb des Gesamtsystems erschwert. Ändert ein Anwendungssystem seine Schnittstellen oder soll ein weiteres Anwendungssystem in das Gesamtsystem integriert werden, bedarf es bei allen übrigen Anwendungssystemen einer entsprechenden Anpassung der Funktionsaufrufe bzw. der Implementierung zusätzlicher Schnittstellen. Abb. 9.8 veranschaulicht die Integration über bilaterale Schnittstellen anhand einer schematischen Skizze.

► Unter **Middleware** versteht man eine Software, die eine logische Zwischenschicht zur Vermittlung zwischen unterschiedlichen Softwaresystemen herstellt. Ziel des Einsatzes von Middleware ist immer die Herstellung von **Transparenz**, d. h. das Verbergen der Heterogenität und der Komplexität des Gesamtsystems vor den Einzelsystemen (vgl. hierzu auch Abschn. 3.4.3).

Im Kontext der interorganisatorischen Anwendungssystem-Integration ist Middleware eine Software zur Vereinheitlichung des wechselseitigen Zugriffs zwischen den unternehmensübergreifend zu integrierenden Anwendungssystemen mit dem Ziel, die Heterogenität der verbundenen Anwendungssysteme bezüglich ihrer jeweiligen Implementierung und der jeweils bereitgestellten Schnittstellen zu verbergen.

An Stelle einer Schnittstelle für jeden einzelnen Funktionsaufruf durch ein anderes Programm müssen die verbundenen Anwendungssysteme lediglich jeweils einen **Adapter** zum Anschluss an die Middleware implementieren. Auf diese Weise werden die Abhängigkeiten zwischen den verbundenen Anwendungssystemen erheblich reduziert; der Kopplungsgrad ist wesentlich niedriger als im Falle bilateraler Schnittstellen. Hinzukommende Anwendungssysteme können ohne Auswirkungen auf die Implementierung der anderen Anwendungssysteme hinzugefügt werden. Abb. 9.9 veranschaulicht das Prinzip der interorganisatorischen Anwendungssystem-Integration über Middleware.

Im Fall der interorganisatorischen Anwendungssystem-Integration über **Services** wird Anwendungssystem-Funktionalität, die häufig von anderen Anwendungssystemen benötigt wird, in autonome Services (Dienste) mit jeweils wohldefinierter Schnittstelle gekap-

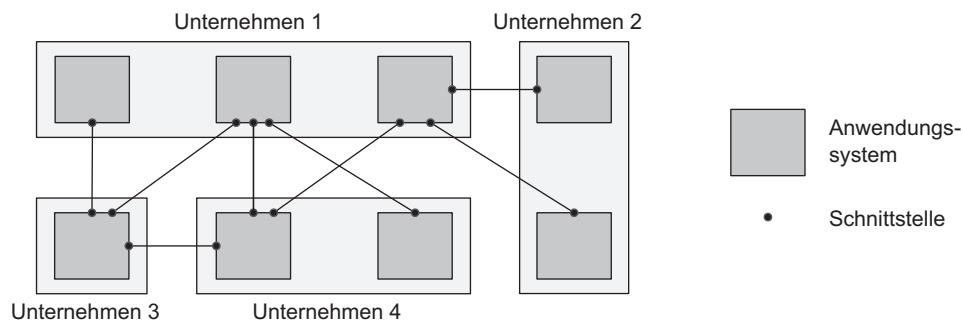


Abb. 9.8 Integration über bilaterale Schnittstellen

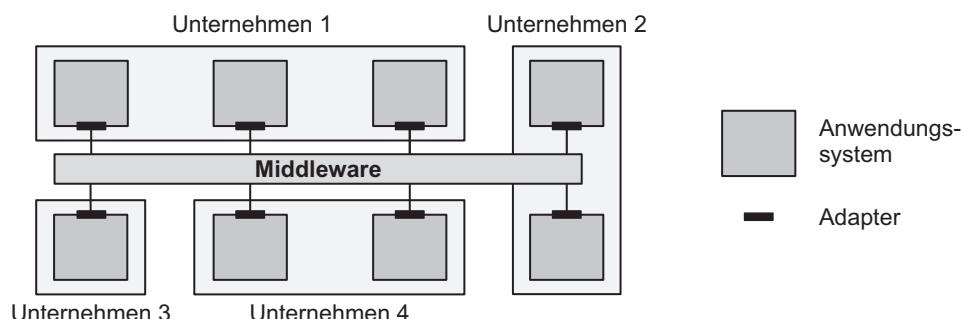


Abb. 9.9 Integration über Middleware

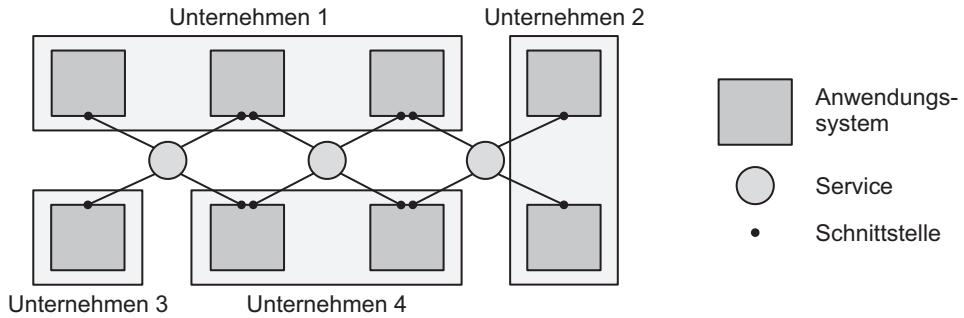


Abb. 9.10 Integration über Services.

selt. Häufig werden dabei logisch zusammengehörige Funktionen in einem Service zusammengefasst. Abhängig vom Grad der funktionalen Differenzierung der angebotenen Services spricht man von fein- oder grobgranularen Services.

Eine Beschreibung der durch einen Service erbrachten Leistungen sowie seiner Schnittstelle wird im Internet veröffentlicht. Andere Anwendungssysteme nutzen diese Funktionalität, indem sie auf den entsprechenden Service über seine veröffentlichte Schnittstelle zugreifen. Wie die in der Service-Beschreibung zugesicherte Funktionalität des Service realisiert wird, bleibt nach außen verborgen und muss auch nicht z. B. gegenüber einer zentralen Middleware offen gelegt werden. Änderungen der internen Realisierung einer Funktion können vorgenommen werden, ohne dass sich dies auf die Nutzung des Service durch andere Anwendungssysteme auswirkt. Durch die strikte Trennung zwischen der Nutzung von Funktionalität und ihrer anwendungssysteminternen Realisierung erreicht man mit Services eine im Vergleich zu den zuvor genannten Integrationsarchitekturen besonders lose Form der Kopplung. Eine grafische Veranschaulichung der Integration über Services ist in Abb. 9.10 wiedergegeben.

9.3.3 Interorganisatorische Geschäftsprozessintegration

Der Begriff der **Prozessintegration** wurde bereits in Kapitel 5 eingeführt und in knapper Form erläutert. Die folgenden Erläuterungen knüpfen daran unmittelbar an und vertiefen den Gegenstand weiter unter dem Blickwinkel der interorganisatorischen Integration. Zur Veranschaulichung wird dabei auch das Beispiel der Prozessintegration zwischen Industrie- und Handelsbetrieben erneut aufgegriffen (vgl. Becker et al. 1996, S. 311 ff.).

Wie bereits erläutert, nehmen Becker et al. (1996) eine Differenzierung der Prozessintegration nach der Integrationsrat und nach dem Integrationsziel vor:

- Die Integrationsrat kann in dem Verbinden oder in dem Vereinigen von Systemkomponenten bestehen.

- Als Integrationsziele kommen die Elimination von Funktionen und die Realisierung von Degressionseffekten (**Economies of Scale**) in Frage.

Die Unternehmen sind dabei als Systeme aufzufassen, deren Komponenten je nach betrachteter Detaillierungsstufe zusammengesetzten (Einzel-)Aktivitäten oder Vorgängen entsprechen. Zwischen diesen Systemkomponenten bestehen Beziehungen, die jeweils zwei Vorgänge miteinander verknüpfen. Reichen solche Beziehungen über die Unternehmensgrenzen hinaus, bieten sie Möglichkeiten zur interorganisatorischen Prozessintegration. Die technische Integration der Prozesse kann dabei durch elektronischen Datenaustausch (vgl. Abschn. 9.3.1) oder durch Anwendungssystemintegration (vgl. Abschn. 9.3.2) erfolgen.

Durch die Kombination von Integrationsarten und -zielen ergeben sich vier Formen der Prozessintegration, die in Abschn. 5.3.4 veranschaulicht und kurz charakterisiert werden (vgl. Abb. 5.5). Sie werden im Folgenden näher erläutert, wobei sich die Ausführungen eng an die Beispiele von Becker et al. (1996) anlehnen.

- Eine interorganisatorische Prozessintegration zum Zweck der Elimination von Funktionen durch Verbinden ist z. B. gegeben, wenn ein als Lieferant auftretender Industriebetrieb die Fakturierung von Lieferungen an Handelsbetriebe vornimmt und die Handelsbetriebe auf eine Bewertung des Wareneingangs verzichten. Ermöglicht wird dieser Verzicht durch die Übermittlung der Lieferdaten, die in die Fakturierung eingegangen sind, an die Handelsbetriebe. Neben der Lieferscheinbewertung kann in den Handelsbetrieben auch die Rechnungsprüfung entfallen.
- Eine interorganisatorische Prozessintegration zum Zweck der Elimination von Funktionen durch Vereinigen lässt sich z. B. erreichen, wenn ein Hersteller seine Waren strikt gemäß den Abverkaufsdaten des Handelsunternehmens und bereits in transport-, lager- und verkaufsgerecht sortimentierter Zusammenstellung und Verpackung anliefert. In diesem Fall können händlerseitig aufwendige Umpack- und Sortimentierungsvorgänge entfallen.
- Eine interorganisatorische Prozessintegration zum Zweck der Nutzung von Degressionseffekten durch Verbinden liegt z. B. vor, wenn ein als Lieferant auftretender Industriebetrieb die Artikelstammdaten den belieferten Handelsbetrieben zur Verfügung stellt. Bei den Handelsbetrieben reduziert sich die Verwaltung der Artikelstammdaten dann auf die Pflege der betriebsindividuellen Artikelattribute.
- Eine interorganisatorische Prozessintegration zum Zweck der Nutzung von Degressionseffekten durch Vereinigen wird z. B. erreicht, wenn mehrere Handelsunternehmen ihre Aktivitäten zur logistik- und verkaufsgerechten Zusammenstellung und Aufbereitung von Artikeln an ein und dasselbe Handelsunternehmen auslagern, das diese Arbeiten zentral durchführt.

Literatur

- Becker, J., Rosemann, M., Schütte, R.: Prozessintegration zwischen Industrie- und Handelsunternehmen – eine inhaltlich-funktionale und methodische Analyse. *Wirtschaftsinformatik*. **38**(3), 309–316 (1996)
- Coase, R.H.: The nature of the firm. *Economica*. **4**, 386–405 (1937). Als Nachdruck in: Williamsson, O.E.; Winter, S.G. (Hrsg.) *The Nature of the Firm: Origins, Evolution, and Development*, S. 18–33. Oxford University Press, Oxford (1991)
- Ehli, A.: Electronic Data Interchange (EDI). In: Bullinger, H.-J., Berres, A. (Hrsg.) *E-Business – Handbuch für den Mittelstand – Grundlagen, Rezepte, Praxisberichte*, S. 1001–1081. Springer, Berlin (2000)
- Fleisch, E.: Das Netzwerkunternehmen – Strategien und Prozesse zur Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit in der „Networked Economy“. Springer, Berlin (2001)
- Gabriel, R., Hoppe, U. (Hrsg.): *Electronic Business*. Physica, Heidelberg (2002)
- Gallasch, W.: Wirtschaftliche Bedeutung und betriebliche Auswirkungen des elektronischen Datenaustausches. In: Scheer, A.-W. (Hrsg.) *Handbuch Informations-Management – Aufgaben, Konzepte, Praxislösungen*, S. 567–587. Gabler, Wiesbaden (1993)
- Georg, T., Gruber, P.: *Elektronischer Geschäftsverkehr – EDI in deutschen Unternehmen, Technologie, Effekte, Praxisbeispiele*. Computerwoche-Verlag, München (1995)
- Hofmann, U.: *Netzwerk-Ökonomie*. Physica, Heidelberg (2001)
- Klagge, D., Nett, W., Windler, A.: Leitfaden Electronic Data Interchange (EDI) im mittelständischen Betrieb – Organisation und Technik, Chancen und Risiken. Josef Eul, Köln (1998)
- Klein, S.: *Interorganisationssysteme und Unternehmensnetzwerke*. Deutscher Universitätsverlag, Wiesbaden (1996)
- Malone, T.W., Yates, J., Benjamin, R.I.: Electronic markets and electronic hierarchies. *Commun. ACM*. **30**(6), 484–497 (1987)
- Peikert, T.: Der Einsatz von Informations- und Kommunikationstechnik in Unternehmen – Empirische Untersuchung unter besonderer Berücksichtigung von EDI. *Nachr. Dok.* **47**, 339–350 (1996)
- Picot, A., Reichwald, R., Wigand, R.T.: *Die grenzenlose Unternehmung: Information, Organisation, Management*, 5. Aufl. Gabler, Wiesbaden (2003)
- Sedran, T.: Wettbewerbsvorteile durch EDI. *Inf. Manag.* **2**, 16–21 (1991)
- Segev, A., Porral, J., Roldan, M.: Internet-Based EDI Strategy, Working Paper 97-WP-1021, The Fisher Center for Information Technology and Management, Walter A. Haas School of Business, University of California, Berkeley (1997)
- Weid, H.: Wettbewerbsvorteile durch Electronic Data Interchange (EDI) – Analyse betrieblicher Effekte des Einsatzes zur zwischenbetrieblichen Kommunikation zwischen Lieferant und Abnehmer. Huss, München (1995)
- Weitzel, T., Harder, T., Buxmann, P.: *Electronic Business und EDI mit XML*. dpunkt, Heidelberg (2001)
- Williamson, O.E.: *Markets and Hierarchies – Analysis and Antitrust Implications*. The Free Press, New York (1975)
- Wirtz, B.W.: *Medien- und Internetmanagement*, 9. Aufl. Springer, Wiesbaden (2016)
- Wirtz, B.W.: *Digital Business and Electronic Commerce, Strategy, Business Models and Technology*. Springer, Berlin (2021)



Kap. 10 ist das zweite Kapitel des Teils C. In Abb. 10.1 ist die Einordnung des Kap. 10 in den Teil C dargestellt.

Aufgrund des technischen Fortschritts unterliegen die Austauschbeziehungen zwischen Wirtschaftssubjekten auf nationaler und internationaler Ebene einem beständigen Wandel. So haben insbesondere die Rechnervernetzung und darauf aufsetzende Technologien neue Möglichkeiten für die Gestaltung von geschäftlichen Transaktionen zwischen unterschiedlichen Akteuren, aber auch für die Gestaltung von Geschäftsprozessen in Unternehmen eröffnet. Entsprechende neue Formen der geschäftlichen Betätigung werden mit Begriffen wie Electronic Business, Electronic Commerce, Electronic Procurement, Electronic Sales und Electronic Banking belegt. Diese Begriffswelt deckt wirtschaftlich relevante Phänomene inner- und außerhalb von Unternehmen ab und erfasst zudem neben Unternehmen noch weitere Akteure. Als Dachbegriff für alle angedeuteten Phänomene hat sich der Begriff „Electronic Business“, kurz E-Business, eingebürgert (vgl. hierzu die Beiträge in Gabriel und Hoppe 2002; Wirtz 2016, 2021).

Im vorliegenden Kapitel stehen Begriff, Wesen und Erscheinungsformen des E-Business im Vordergrund. Neben einer begrifflichen Abgrenzung des E-Business beinhaltet Abschn. 10.1 eine Betrachtung der Akteure, Aktivitätsbereiche und Geschäftsmodelle des E-Business. Abschn. 10.2 rückt organisatorische Aspekte in den Vordergrund und behandelt die unterschiedlichen Organisations- und Koordinationsformen des E-Business. Abschn. 10.3 befasst sich mit einigen wesentlichen Kommunikationssystemen und Abschn. 10.4 mit ausgewählten Informationssystemen im E-Business.

- C Interorganisatorische Anwendungssysteme
- 9 Grundlagen der netzbasierten Informationsverarbeitung
 - 10 Electronic Business**
 - 11 Mobile Business
 - 12 Social Media Business

Abb. 10.1 Einordnung von Kap. 10 in den Teil C

10.1 Begriff und Wesen des Electronic Business

Zunächst werden in Abschn. 10.1.1 Begriff und Wesen des E-Business anhand eines Strukturschemas erläutert, wobei einige grundlegende begrifflich-konzeptionelle Abgrenzungen von Wirtz (2013) besondere Beachtung finden. Davon ausgehend werden im Abschn. 10.1.2 Akteure und Austauschbeziehungen im E-Business abgegrenzt. Es folgt in Abschn. 10.1.3 die Vorstellung der Aktivitätsbereiche des E-Business, vom E-Commerce bis hin zu E-Communication. Abschließend werden in Abschn. 10.1.4 Geschäftsmodelle des E-Business betrachtet, die z. B. auch der Bewertung Internet-basierter geschäftlicher Konzepte dienen (vgl. Kollmann 2013).

10.1.1 Begriffliche und strukturelle Abgrenzung des Electronic Business

In der Literatur wird der Begriff des E-Business unterschiedlich ausgelegt und teils mit dem Begriff des Electronic Commerce (E-Commerce) gleichgesetzt. Mehr und mehr kristallisiert sich jedoch allgemein ein weit gefasstes Verständnis des E-Business-Bereichs heraus, in den der enger gefasste elektronische Handel (E-Commerce) als Teilbereich eingeordnet wird. Bei weiter Begriffsauslegung gilt etwa (vgl. Wirtz 2013, S. 29 ff.):

- Unter dem Oberbegriff **E-Business** werden alle elektronisch abgewickelten Geschäftsbeziehungen zwischen Unternehmen, Konsumenten und öffentlichen Verwaltungen subsumiert. Neben dem elektronischen Handel, dem **E-Commerce**, sind damit ausdrücklich auch Kundeninformation/-unterhaltung (**E-Information/E-Entertainment**), Aus- und Weiterbildung (**E-Education**), geschäftliche Beziehungen in den Aktivitätsbereichen intra-/interorganisationale Zusammenarbeit (**E-Collaboration**) und Informationsaustausch (**E-Communication**) eingeschlossen.

Mit dieser Abgrenzung liegt ein begrifflicher Rahmen vor, der noch weiter zu strukturieren und zu präzisieren ist. Bei der Strukturierung der Landschaft des E-Business sind folgende Aspekte zu berücksichtigen:

- Die auftretenden Akteure, nämlich als Konsumenten auftretende natürliche Personen sowie Unternehmen und öffentliche Verwaltungen.
- Die Menge der Austauschbeziehungen zwischen je zwei Akteuren, die von (Konsument, Konsument), (Konsument, Unternehmen) usw. bis hin zu (Verwaltung, Verwaltung) reicht.
- Die bereits genannten Aktivitätsbereiche E-Commerce, E-Collaboration, E-Education, E-Communication und E-Information/E-Entertainment.

Unter Berücksichtigung dieser Aspekte bietet sich z. B. die in Abb. 10.2 gezeigte Strukturierung des E-Business an.

Auf die einzelnen Aspekte des E-Business wird nun in den Abschn. 10.1.2 und 10.1.3 näher eingegangen (vgl. auch Quantz und Wichmann 2003).

10.1.2 Akteure und Austauschbeziehungen im Electronic Business

Verdeutlicht wird die Reichweite des E-Business, wenn man die verschiedenen Wirtschaftssubjekte betrachtet, die als Akteure in elektronische Geschäftsbeziehungen involviert sind. Üblich ist eine grobe Einteilung der **Akteure** in folgende Kategorien (vgl. auch Abb. 10.2):

- Business (B); darunter fallen Unternehmen der verschiedenen Branchen, also etwa Produktionsunternehmen, Transportunternehmen, Banken, Versicherungen und Handwerksbetriebe.
- Consumer (C); gemeint sind Konsumenten bzw. private Endverbraucher.
- Administration (A); hierzu gehören öffentliche Verwaltungen, also z. B. Behörden, Ämter, Ministerien und Kommunalverwaltungen.

Electronic Business		
Akteure	Austausch-beziehungen	Aktivitätsbereiche
<ul style="list-style-type: none"> • Unternehmen (Business, B) • Konsumenten (Consumer, C) • Öffentliche Verwaltungen (Administration, A) 	<ul style="list-style-type: none"> • Business-to-Business (BtB) • Business-to-Consumer (BtC) • Business-to-Administration (BtA) ⋮ • Administration-to-Administration (AtA) 	<ul style="list-style-type: none"> • E-Commerce • E-Information/E-Entertainment • E-Education • E-Collaboration • E-Communication

Abb. 10.2 Strukturschema E-Business

In geschäftlichen Beziehungen können Vertreter dieser drei Kategorien sowohl als Anbieter wie auch als Empfänger von Leistungen oder Diensten auftreten. Aufgrund dieser Doppelrolle im Leistungsaustausch lassen sich die in Abb. 10.3 dargestellten neun **Austauschbeziehungen** unterscheiden. Hierbei wird der Leistungsanbieter jeweils zuerst und der Leistungsempfänger an zweiter Stelle genannt. Für jede Beziehungsart wird in Abb. 10.3 ein Beispiel angegeben.

Käufe und Verkäufe von Produkten/Dienstleistungen wie sie für den elektronischen Handel typisch sind, treten vor allem im BtC- und BtB-Bereich auf. Austauschbeziehungen, die Akteure des Typs Administration einschließen, liegen – wie die Beispiele in Abb. 10.3 zeigen – teils außerhalb des elektronischen Handels. Insofern ist es sinnvoll, den elektronischen Handel als Teilbereich des E-Business auszuweisen.

Häufig werden die Austauschbeziehungen bei ihren Abkürzungen mit der Ziffer 2 (engl. two) gekennzeichnet. So steht z. B. für BtB die Abkürzung B2B oder für BtC die Abkürzung B2C.

Leistungsanbieter Leistungs-empfänger	Business	Consumer	Administration
Business	Business-to-Business (BtB) z. B. Bestellungen bei Lieferanten per EDI	Business-to-Consumer (BtC) z. B. Verkäufe an Konsumenten per Online-Shop	Business-to-Administration (BtA) z. B. Erbringung von Steuerleistungen (z. B. Gewerbesteuererklär.)
Consumer	Consumer-to-Business (CtB) z. B. Angebote an Unternehmen wie z.B. Anzeigen in Jobbörsen	Consumer-to-Consumer (CtC) z. B. Verkäufe an Konsumenten per Internet-Auktion	Consumer-to-Administration (CtA) z. B. Erbringung von Steuerleistungen. (z. B. Einkommenssteuererklär.)
Administration	Administration-to-Business (AtB) z. B. Angebote für Bauprojekte an Unternehmen per öffentlicher Ausschreibung	Administration-to-Consumer (AtC) z. B. Bereitstellung von Informationen über kommunale Serviceangebote im Internet	Administration-to-Administration (AtA) z. B. Finanztransaktionen zwischen öffentlichen Institutionen per elektronischem Zahlungsverfahren

Abb. 10.3 Austauschbeziehungen zwischen E-Business-Akteuren

10.1.3 Aktivitätsbereiche des Electronic Business

In Abschn. 10.1.2 wurden fünf Aktivitätsbereiche des E-Business vorgestellt, die nach Handels-, Informations-, Ausbildungs-, Kooperations- und Kommunikationsaktivitäten unterscheiden. Mit diesen Aktivitäten verbinden sich im E-Business abgrenzbare Geschäftsfelder, die teils einen „Branchencharakter“ aufweisen. Letzterer ergibt sich auch aus der Art der in den Leistungsaustausch einbezogenen Produkte/Leistungen. So insbesondere bei Informations- und Ausbildungsaktivitäten. Einen übergreifenden Charakter haben dagegen Handels- und Kommunikationsaktivitäten. Die für den Handel typischen Käufe/Verkäufe von Produkten/Leistungen treten auch bei Informations- und Ausbildungsaktivitäten auf und überlagern diese gewissermaßen. Ähnlich ist die Situation bei den Kommunikationsaktivitäten: Sämtliche der übrigen Aktivitäten setzen auf der Kommunikation auf, da sie ohne Kommunikation durchweg nicht ausführbar sind. Hinzuweisen ist noch darauf, dass das erwerbswirtschaftliche Prinzip in den Aktivitätsbereichen teils unterschiedlich stark ausgeprägt ist. So werden im Bereich E-Information auch unentgeltliche Informationen angeboten und im Bereich E-Collaboration finden z. B. im Rahmen des Crowdsourcing (vgl. Abschn. 12.4.3) unentgeltliche Leistungstransfers statt.

In den folgenden Abschnitten werden die fünf Aktivitätsbereiche des E-Business näher betrachtet und zwar:

- E-Commerce in Abschn. 10.1.3.1,
- E-Information/Entertainment in Abschn. 10.1.3.2,
- E-Education in Abschn. 10.1.3.3,
- E-Collaboration in Abschn. 10.1.3.4 und
- E-Communication in Abschn. 10.1.3.5.

10.1.3.1 Electronic Commerce

E-Commerce wird hier als ein Aktivitätsbereich im Rahmen des E-Business verstanden. Es lässt sich etwa wie folgt abgrenzen (vgl. hierzu auch Merz 1999; Wirtz 2013, 2021):

► **E-Commerce** umfasst den Kauf und Verkauf von Produkten und Dienstleistungen über Rechnernetze. Die Unterstützung mit IuK-Technologien kann sich hierbei auf alle Transaktionsphasen und -ebenen (Leistungs- und Finanzebene) erstrecken. Zumindest muss jedoch der Kaufabschluss netzbasiert erfolgen.

Käufe und Verkäufe von Produkten/Dienstleistungen stellen geschäftliche Transaktionen dar, die sich in Phasen vollziehen. Zur Beschreibung des Ablaufs von Geschäftstransaktionen wird häufig ein 3-Phasen-Schema verwendet (vgl. Abb. 10.4a), gelegentlich auch ein 5-Phasen-Schema (vgl. Abb. 10.4b).

Im Fall des **3-Phasen-Schemas** werden sukzessive etwa folgende Aktivitäten durchgeführt:

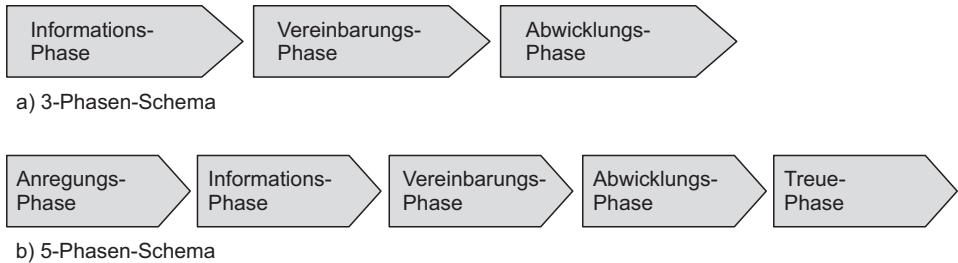


Abb. 10.4 Phasen-Schemata zur Beschreibung von Geschäftstransaktionen

- In der Informationsphase stellen die Leistungsanbieter Informationen über ihre Produkte oder Dienstleistungen bereit, aber auch über ihre eigene Institution, die Geschäftsbedingungen, die Geschäftsabwicklung, die Zahlungsformen sowie die bei der Abwicklung eingesetzten Technologien und Schutzmaßnahmen. Die Leistungsnachfrager als Adressaten können sich so zunächst ein Bild über Leistungsangebot, Leistungserbringer und Leistungsform machen und dann, im Falle einer (reifenden) Kaufabsicht, produktbezogene Detailinformationen (Hersteller, Artikelbezeichnung und -nummer, Maße, Gewicht und technische Daten) zusammertragen, wie sie für die Überprüfung der Erfüllung der Produkt- oder Leistungsanforderungen und einen gegebenenfalls angestrebten Geschäftsabschluss erforderlich sind.
- Anbieter und Nachfrager führen in der Vereinbarungsphase Verhandlungen über Leistungsbedingungen (Mengen, Preise, Rabatte/Nachlässe), Lieferbedingungen (Anlieferung oder Abholung, Verpackung), Zahlungskonditionen, Gewährleistungen und schließen im Falle der Einigung einen Kaufvertrag ab. Je nach Leistungsart kann es sich hierbei um ein umfassendes Dokument oder aber, im anderen Extremfall, um ein einfaches im Internet angebotenes Bestellformular handeln, das ein Nachfrager ausfüllt und als Auftrag an den Anbieter sendet.
- Gegenstand der Abwicklungsphase ist das Erfüllen der von den Geschäftspartnern abgeschlossenen Verträge. Angesprochen sind damit zwei vertragliche Ebenen, die Leistungsebene und die Finanzebene. Auf der Leistungsebene geht es um das (vollständige) Erbringen einer Dienstleistung oder die (vollständige) Lieferung einer Sachleistung, während die Finanzebene die Bezahlung des Kaufpreises für die empfangene Leistung betrifft. Die Abwicklungsphase endet, wenn die vertraglichen Vereinbarungen auf der Leistungs- und auf der Finanzebene erfüllt sind.

Bei dem **5-Phasen-Schema** wird einerseits eine eigenständige Anregungsphase ausgewiesen. Sie zielt auf die Kundengewinnung ab und umfasst somit Aktivitäten, die im 3-Phasen-Schema Bestandteil der Informationsphase sind. Die Treuephase, andererseits, entsteht nicht durch Ausgliederung eines Teils der Abwicklungsphase. Sie startet mit dem ersten Kauf eines Kunden und beinhaltet Maßnahmen, die auf die Kundenbindung, also wiederholte Käufe, ausgerichtet sind.

Gemäß obiger Definition fallen somit auch Handelsprozesse unter den Begriff des E-Commerce, bei denen lediglich die Vereinbarungsphase, nicht aber die Aktivitäten der Informations- und der Abwicklungsphase netzbasiert durchgeführt werden. Insbesondere können z. B. die Präsentation des Angebots, die Auslieferung und die Bezahlung außerhalb des Netzes erfolgen. Im Falle physischer bzw. nicht digitaler Produkte kann die Auslieferung nur durch physischen Transport erfolgen.

Im Vergleich zu traditionellen Formen geschäftlicher Transaktionen eröffnet der netzbasierte Handel weitergehende Gestaltungsmöglichkeiten:

- Zwar präsentiert sich der elektronische Handel aus Kundensicht ähnlich wie die Kataログbestellung im Versandhandel, jedoch können Angebot und Preise wesentlich leichter angepasst und aktualisiert werden.
- Die elektronische Erfassung und Verarbeitung von Aufträgen vereinfacht die Einführung verkaufsfördernder Maßnahmen wie z.B. Preisnachlässe, Mengenrabatte, kundenindividuelle Sonderkonditionen, Sonderangebote und Gutscheine.
- Aus der netzbasierten Interaktion mit Kunden lassen sich Informationen gewinnen, die das automatische Anlegen und Auswerten von Kundenprofilen für Zwecke wie Personalisierung der Kundenkontakte und der Generierung von Kaufvorschlägen ermöglichen.
- Ermöglicht werden auch effiziente, direkte Preisverhandlungen zwischen Anbietern und Nachfragern auf elektronischen Marktplätzen und dynamische Formen der Preisgestaltung im Rahmen netzbasierter Auktionen.

Einen speziellen Bereich des E-Commerce bilden die elektronischen Finanzdienstleistungen, auch bezeichnet als **Electronic Finance** (E-Finance). Hierzu gehören vor allem:

- Elektronische Zahlungsverfahren (**Electronic Payment**), die von speziellen Finanzdienstleistern in Kooperation mit Banken und Handelsunternehmen durchgeführt werden.
- Die von Kreditinstituten/Banken angebotenen Online-Dienste zur netzbasierten Kontoführung (**Electronic Banking**).
- Der von speziellen Finanzdienstleistern betriebene elektronische Wertpapierhandel (**Electronic Brokerage**).

Den Schwerpunkt der E-Commerce-Aktivitäten bilden die Interaktionsbereiche BtC und BtB, betroffen sind jedoch auch die Bereiche BtA und CtC.

10.1.3.2 Electronic Information/Entertainment

Bei dem Aktivitätsbereich E-Information/Entertainment geht es um den Kauf/Verkauf, seltener auch das unentgeltliche Angebot von Informationsinhalten (engl. content). Im Fall des Kaufs/Verkaufs vollzieht sich die Abwicklung gemäß den Transaktionsphasen des E-Commerce. Insofern kann man den Aktivitätsbereich E-Information/Entertainment

auch als einen speziellen Teilbereich des E-Commerce mit „Branchencharakter“ betrachten. Die Art der gehandelten/angebotenen Inhalte ist vielfältig, und die Interessen der Adressaten sind unterschiedlich, wie die folgende begriffliche Abgrenzung andeutet:

► **E-Information/Entertainment** als Aktivitätsbereich des E-Business bezeichnet die Bereitstellung von textuell, tabellarisch, (audio-)visuell, szenarisch und/oder interaktiv präsentierten Inhalten zum Zweck der Information oder Unterhaltung der Adressaten mittels netzbasierter Dienste.

Im Vergleich zu anderen, insbesondere physischen Gütern ist das Gut „Inhalt“ durch Besonderheiten gekennzeichnet. Als immaterielles Gut unterliegt es keiner Abnutzung durch Gebrauch. Es kann jedoch, aus Nutzersicht, im Zeitablauf an Aktualität einbüßen. Reproduktion und Distribution des Gutes verursachen relativ geringe Kosten.

Hinsichtlich der Nutzung des Gutes ist laut obiger Abgrenzung zwischen Information und Unterhaltung zu unterscheiden. Beide Zwecke können aber auch zusammenfallen. Der gesamte Aktivitätsbereich lässt sich daher in drei Teile unterteilen:

- E-Information,
- E-Entertainment,
- E-Infotainment.

E-Information zielt auf die Bereitstellung informierender Inhalte ab. Dazu zählen meist textuell und/oder tabellarisch präsentierte Nachrichten und Fakten aus Bereichen wie Politik, Sport, Kultur und Wirtschaft. In Bezug auf die Verfügbarkeit der Inhalte ist zu differenzieren nach

- allgemein verfügbaren Inhalten (Free Content) und
- speziellen Inhalten.

Allgemein verfügbare Inhalte werden in der Regel kostenlos angeboten. Dies ist möglich, weil ihre Bereitstellung einerseits geringe Kosten verursacht und andererseits mit erlösträchtiger Werbung kombiniert wird. Für spezielle Inhalte, deren Erzeugung, Beschaffung, Zusammenstellung und Klassifizierung mehr Aufwand verursacht, fallen dagegen meist Bezugskosten an. Ein Beispiel sind Online-Datenbanken, die Branchen-, Produkt- und Marktforschungsdaten zur Verfügung stellen.

E-Entertainment umfasst die Bereitstellung unterhaltender Inhalte. Hierzu gehören vor allem (audio-)visuell, szenarisch und/oder interaktiv gestaltete Angebote in Form von Filmen, Spielen und Musik. Auch hier gibt es kostenlose Angebote (Free Content) in Verbindung mit Werbung und kostenpflichtige Inhalte (z. B. Computerspiele).

Manche Adressaten sind eher bereit Inhalte anzunehmen, wenn sie nicht nur in ansprechender, sondern darüber hinaus in unterhaltender Form dargeboten werden. Aus diesem Grund haben sich Hybridformen von Angeboten herausgebildet, die informierende und

unterhaltende Inhalte in vielfältiger Weise kombinieren. Derartige hybride Angebote werden unter dem Begriff **E-Infotainment** subsumiert. Ein Beispiel sind Realityshows.

Umfassend ist die Reichweite des E-Information/Entertainment. Als Anbieter und Nachfrager von Inhalten treten demnach gleichermaßen Business, Consumer und Administration auf. Schwerpunkte dürften im BtB-, BtC- und CtC-Bereich liegen. In der Tat offerieren z. B. Unternehmen eine Fülle von Informationsangeboten, die für andere Unternehmen aber auch Privatpersonen von Interesse sind.

10.1.3.3 Electronic Education

E-Education, also die „elektronische Ausbildung und Weiterbildung“, ist ein Aktivitätsbereich, dessen bildungspolitische und kommerzielle Bedeutung beständig steigt. Die Europäische Kommission hat E-Education zu einem Leitthema erkoren. Und der Markt für elektronische Ausbildung ist durch eine wachsende Anzahl von Produkten, Dienstleistungen und Anbietern gekennzeichnet. Angesichts der Dynamik und der Differenziertheit dieses Bereichs empfiehlt sich eine weite begriffliche Auslegung. Eine ganz kurze Definition könnte etwa lauten:

Als E-Education bezeichnet man alle Formen der computergestützten Bildung.

Die verschiedenen begrifflichen Facetten bleiben so allerdings verborgen. Aufschlussreicher ist folgende, mehr ins Detail gehende Abgrenzung.

► Der Begriff „**E-Education**“ umschließt einerseits die beiden komplementären Bereiche des Lernens (**E-Learning**) und Lehrens (**E-Teaching**) und andererseits die technologiegestützte Aus-, Fort- und Weiterbildung wie auch die nicht zweckorientierte (Allgemein-)Bildung. Die Unterstützung mit IuK-Technologien, die von lokal installierten bis hin zu netzbasierten Systemen reicht und in unterschiedliche Lernformen und -szenarien eingebettet sein kann, zielt auf die Realisierung flexibler, interaktiver Lernprozesse und damit letztlich auf die Erleichterung und die Verbesserung der Effizienz des Lehrens/Lernens ab.

In der Abgrenzung werden unterschiedliche Aspekte des E-Education angesprochen, die einer Erläuterung bedürfen:

- Zweckorientierung der Bildung,
- Formen und Szenarien des E-Education,
- Flexibilität und Interaktivität von Lernprozessen sowie
- unterstützende IuK-Technologien.

Hinsichtlich der Zweckorientierung ist zwischen der auf bestimmte Bildungsziele ausgerichteten Aus-, Fort- und Weiterbildung sowie anderen Bildungsaktivitäten zu unterscheiden. Charakteristische Merkmale sind im ersten Fall das systematische, an Lernzielen orientierte Vorgehen auf der Basis eines (kodifizierten) Curriculums und, in der Regel, ein förmlicher Abschluss (Zeugnis, Zertifikat). Im zweiten Fall fehlen diese Merkmale.

Vielfältig sind die Formen des E-Education: Neben Distance-, Just-in-Time- und M-Education (Mobile Education) unterscheidet man noch zwischen synchronen, asynchronen und hybriden Formen. Von Distance-Education spricht man, wenn sich Lehrende/Lehrsysteme und Lernende nicht am gleichen Ort befinden, von Just-in-Time-Education, wenn der Lernprozess unmittelbar nach Auftreten eines Bedarfes gestartet werden kann, und von M-Education, wenn das Lernen über mobile Endgeräte stattfindet. Erfolgt das Lernen nebenläufig, wie z. B. in einem virtuellen Klassenzimmer, so liegt eine synchrone Form vor. Bei asynchroner Kommunikation im Lernprozess, wie z. B. bei der Verwendung von Diskussionsforen, eine asynchrone Form. Hybride Formen des E-Education, auch bezeichnet als „**Blended-Education**“, kombinieren verschiedene Ansätze. Ein Beispiel ist die Kombination mediengestützter Fernlehre mit begleitenden Präsenzveranstaltungen. Neben der Begleitung durch einen lokalen Tutor gibt es verschiedene Varianten des netzbasierten Tutoring, die auch mit Begriffen wie Tele-Tutoring, Online-Tutoring, E-Trainer, E-Coaching und E-Moderation belegt werden.

Unter einem Szenarium des E-Education wird hier das Zusammenspiel von Lehre und Lernen unter Einbeziehung von unterstützenden Technologien, eingesetzten Medien und organisatorischen Regelungen verstanden. Ein Szenarium kann mehrere Lehrformen, insbesondere auch hybride Formen einschließen. Als Beispiele für Szenarien des E-Education seien genannt: Computer-Based-Training (CBT), Web-Based-Training (WBT), Virtuelle Klassenzimmer, E-Tutoring, E-Mentoring und Business-TV.

Als wesentlicher Vorteil des **Technologieeinsatzes** im Bildungsbereich gilt die Flexibilität. Sie konkretisiert sich z. B. in der Vorstellung des Just-in-Time-Learning am Arbeitsplatz unabhängig von Zeit, Ort und Person. Die dreidimensionale Flexibilität des E-Education, auch ausgedrückt mit der Kurzform A3 (für „anytime, anywhere, anybody“), erfährt in der Praxis gewisse Einschränkungen. Während synchrone Bildungsformen ohnehin ein gemeinsames Zeitfenster von Lernenden und Lehrenden/Lehrsystemen (z. B. Systembenutzungszeiten) voraussetzen, können im asynchronen Fall, z. B. aus Gründen der Harmonisierung des inhaltlichen Vorgehens in einer Lerngruppe, gemeinsame Zeitfenster auch von Bedeutung sein. Örtliche Restriktionen können aus dem Auseinanderklaffen der benötigten und der de facto verfügbaren technologischen (Grund-)Ausstattung resultieren, und personelle z. B. aus der für ein Bildungsprogramm geforderten Einstiegsqualifikation.

Interaktivität ist ein zentrales konzeptionelles Element des E-Education, während individuelles Lernen ohne Interaktion eher die Ausnahme sein dürfte. Zu unterscheiden ist zwischen

- Mensch-Mensch- und Mensch-Maschine-Interaktion einerseits sowie
- steuernder und didaktischer Interaktion andererseits.

Ein Beispiel für die **Mensch-Mensch-Interaktion** ist das Wechselspiel von Lehrendem und Lernenden in einem „face-to-face“ durchgeführten Tutorium. Tritt an die Stelle eines menschlichen Tutors ein interaktives Lehrprogramm, so ist die Situation der Mensch-

Maschine-Interaktion gegeben. Steuernde Interaktionen betreffen technisch-organisatorische Aspekte im Programmablauf wie z. B. Anmeldung/Registrierung von Lernenden, Blättern im Lehrtext und Seitenaufrufe. Didaktische Interaktionen beziehen sich dagegen auf Lerninhalte und Lernprozesse. Beispiele sind interaktive Simulationen, Interaktionen im Rahmen der Bearbeitung von Übungs- oder Kontrollaufgaben (Lernfortschrittskontrolle), Verzweigen in textliche oder vokale Erläuterungen zu Abbildungen.

Unterstützende IuK-Technologien wurden teils schon genannt. Berücksichtigt man die technologische Entwicklung des E-Education, so lassen sie sich grob in drei Gruppen einteilen:

- konventionelle Vorläufersysteme,
- Systeme des Computer-Based-Training (CBT-Systeme),
- Systeme des Web-Based-Traning (WBT-Systeme).

Konventionelle Vorläufersysteme sind nicht PC-gebunden und basieren entsprechend nicht auf lokal installierter Lehr-/Lern-Software. Beispiele sind interaktives TV und Videobänder.

► **CBT-Systeme** sind lokal auf einem Computer, in der Regel einem PC, zu installierende Lehr-/Lernprogramme, die ein zeitlich und räumlich flexibles Lernen gestatten. Allerdings in nicht-tutorieller Form, d. h. ohne direktem Kontakt mit einem Tutor.

Typischerweise umfassen CBT-Systeme interaktive und multimediale Elemente. Erstere betreffen vor allem den Lernprozess (z. B. Lernfortschrittskontrolle) und letztere die mediale Aufbereitung der Lerninhalte (Text, Bild, Ton, Video und Animation).

► **WBT-Systeme** stellen netzbasierte Lösungen dar, die auch in Lernplattformen, auf virtuelle Lernumgebungen bzw. Virtual-Learning-Environments (VLE) und in Learning-Management-Systeme (LMS) integriert werden können.

WBT-Systeme stellen Weiterentwicklungen von CBT-Systemen dar, wobei vor allem das Ersetzen der Datenhaltung der CBT-Systeme durch einen Web-Server weitreichende Konsequenzen hat. So ermöglicht die Netzeinbindung und Integration fortgeschrittenere Szenarien des E-Education durch

- das Einbeziehen effizienter Kommunikationsverfahren zwischen Lehrenden, Lernenden und beiden Gruppen wie z. B. „Streamen“ von Audio- und Videosignalen,
- das Etablieren von virtuellen Begegnungs- und Interaktionsräumen wie Chats, Diskussionsforen und virtuelle Klassenzimmer.
- die zentrale Bereitstellung von Systemfunktionalitäten, die nicht nur Lernprozesse, sondern auch die Erstellung von Lehrmaterial, die Präsentation von Inhalten und die Verwaltung von Lehrmaterial unterstützen.

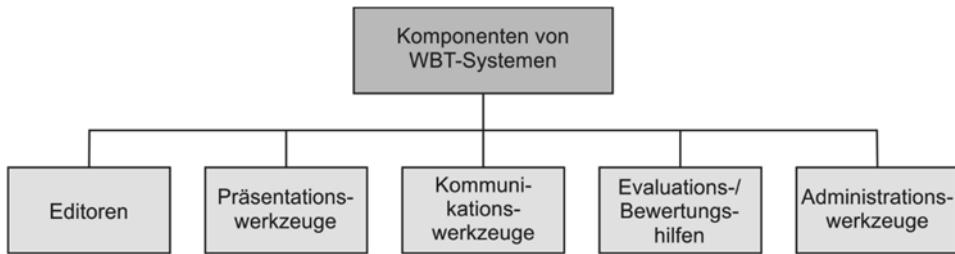


Abb. 10.5 Komponenten von Web-Based-Training-Systemen

Das umfassendere Unterstützungspotenzial schlägt sich in der Funktionalität von WBT-Systemen nieder. Nach Baumgartner et al. (2002, S. 17) verteilt sie sich auf etwa fünf Systemkomponenten (vgl. Abb. 10.5):

- Editoren zur Erstellung digitaler Lernmaterialien, d. h. Lerntexten unter Einbeziehung multimedialer und interaktiver Elemente.
- Präsentationswerkzeuge zur Aufbereitung und Darstellung von digitalen Lernmaterialien.
- Kommunikationswerkzeuge für den synchronen und asynchronen Informationsaustausch in und zwischen den beteiligten Gruppen (Lehrende, Lernende, Administrationspersonal).
- Evaluations-/Bewertungshilfen zur Unterstützung von Lernfortschrittskontrollen, auch in Form der systematischen Verfolgung bzw. des „Tracking“ von Testergebnissen sowie zur Aufbereitung und Darstellung von Bewertungsergebnissen.
- Administrationswerkzeuge zur Verwaltung von Lehrenden, Lernenden, Veranstaltungsorten, -räumen und -terminen, Akquisitionsmaterial, Lernmaterial und Prüfungsergebnissen.

Fortgeschrittenere Technologien und Szenarien des E-Education können zweifellos einen signifikanten Beitrag zur Erleichterung und Steigerung der Effizienz des Lernens beitragen. Andererseits können sie – insbesondere auch bei tiefer gehenden Lernprozessen – das traditionelle Medium „Buch“ bzw. gedrucktes Lernmaterial (noch) nicht (ganz) ersetzen. Dies liegt auch daran, dass die Erstellung von qualitativ hochwertigem, multimedialem, interaktivem Lernmaterial äußerst aufwendig ist. Dennoch weist der Medieneinsatz im Bildungsbereich große Vorteile auf. Einige Vor- und Nachteile sind in Abb. 10.6 zusammengestellt.

Angebote des E-Education unterbreiten private und öffentliche Bildungsinstitutionen, wobei die kommerziellen Interessen mehr oder weniger ausgeprägt sind. Schwerpunkte des E-Education liegen daher im BtC- und AtC-Bereich. Daneben lassen sich E-Education-Angebote zur Mitarbeiter-Schulung dem BtB-Bereich zuzuordnen.

Vor- und Nachteile des E-Education	
Vorteile	Nachteile
<ul style="list-style-type: none"> Multimediales interaktives Lernmaterial fördert Lernprozess. Netzwerkartige Lern-Szenarien können realisiert werden. Lernmaterial lässt sich an individuelle Bedürfnisse anpassen. Lernfortschrittskontrollen lassen sich individualisieren. Orts-, Zeit-, Personen-unabhängiges Lernen ist weitgehend realisierbar. Bildungsadministration wird unterstützt. 	<ul style="list-style-type: none"> Lernende müssen die Nutzung von Lehr-/Lernsystemen erst erlernen. Erstellung qualitativ hochwertiger Lehr-/ Lernsoftware ist sehr aufwendig. Qualitativ hochwertige, breitere Stoffgebiete überdeckende Produkte sind auf dem Markt kaum verfügbar. Im E-Education-Bereich dominieren (noch) Technologie- und nicht Bildungsfachleute. Stark Technologie -zentriertes Lernen fördert nicht die Entwicklung von Sozialkompetenzen.

Abb. 10.6 Zusammenstellung einiger Vor- und Nachteile des E-Education

10.1.3.4 Electronic Collaboration

► Unter **Electronic Collaboration (E-Collaboration)** versteht man allgemein die netz-basierte Zusammenarbeit von Akteuren des E-Business.

Begriffe mit ähnlicher Bedeutung sind **Collaborative Commerce** (C-Commerce), Collaborative Business (C-Business) und Electronic Cooperation (E-Cooperation). Meist werden diese Begriffe synonym verwendet. Sofern die Kooperation von Unternehmen angesprochen ist, wird zwischen den Begriffen „Cooperation“ und „Collaboration“ jedoch auch wie folgt differenziert:

- „Cooperation“ bezeichnet eine Zusammenarbeit von Partnern, die gemeinsame Ziele verfolgen und durch die arbeitsteilige, auf klar definierten Rollen basierende Bearbeitung gemeinsamer Vorhaben beidseitige Vorteile anstreben, die vor allem in der Einsparung von Zeit und Kosten bestehen.
- „Collaboration“ ist weitergehend und auf die Erreichung von gemeinsamen Zielen ausgerichtet, die ein Partner allein nicht erreichen könnte. Angesprochen sind hier insbesondere auch bahnbrechende innovative Ziele, die eine gemeinsame (geschäftliche) Vision der Partner voraussetzen.

Hinsichtlich der Kooperation von Unternehmen bietet sich ein eher weit gefasster Begriff an, der alle Formen der Zusammenarbeit einschließt und berücksichtigt, dass eine netzbasierte Zusammenarbeit eine Abstimmung zwischenbetrieblicher Geschäftsprozesse und etablierte Informationsflüsse voraussetzt.

► **E-Collaboration** bezeichnet die netzbasierte, interorganisationale Zusammenarbeit von eigenständigen Organisationen, die gemeinsame Ziele einer erheblichen Bandbreite – von der Erzielung von Degressionseffekten bis hin zur Realisierung gemeinsamer Visionen – verfolgen, und die auf der zielorientierten Abstimmung der Partnerrollen sowie der zwischenbetrieblichen Geschäftsprozesse und Informationsflüsse beruht.

Überwiegend findet E-Collaboration im BtB-Bereich statt, wobei sich die Zusammenarbeit z. B. auf die Gebiete Warenwirtschaft, Beschaffung, Logistik sowie Forschung und Entwicklung erstrecken kann. Als Organisationsformen der Zusammenarbeit kommen vor allem bilaterale elektronische Geschäftsbeziehungen und elektronische Netzwerke in Frage.

In geringerem Umfang findet E-Collaboration in den Bereichen BtC und BtA statt. Erhebliche Anwendungspotenziale bestehen im BtC-Bereich. Hier haben insbesondere Social-Media-Technologien viele Felder der Zusammenarbeit von Unternehmen und Endkunden eröffnet. Sie reichen von Job-Börsen über Produktbeurteilungen bis hin zum Crowdsourcing.

10.1.3.5 Electronic Communication

Bei dem Aktivitätsbereich des E-Communication ist zu unterscheiden zwischen der Bereitstellung von Kommunikationsnetzen sowie von Kommunikationsdiensten, die über die reine Informationsübertragung hinausgehen. Die von den Netzwerkbetreibern erbrachten Übertragungsleistungen bilden die technische Grundlage für weitergehende Kommunikationsdienste. Die Verbindung von Kommunikations- und Rechnertechnik hat eine Vielzahl und Vielfalt von Kommunikationsdiensten ermöglicht, die in (weltweiten) Rechnernetzen und speziell im Internet zur Verfügung stehen. Fortgeschrittenere Kommunikationsdienste, im Falle der Bündelung von Diensten auch als Kommunikationsplattformen bezeichnet, stehen im Aktivitätsbereich des E-Communication im Vordergrund:

► **E-Communication** als Aktivitätsbereich des E-Business bezeichnet die Bereitstellung von Kommunikationsdiensten und -plattformen zur Durchführung von ein- und wechselseitigen sowie synchronen und asynchronen Prozessen der Individual- und Massenkommunikation zwischen den Akteuren des E-Business (Business, Consumer und Administration).

Für die in dieser Definition vorgenommenen Unterscheidungen gilt:

- Bei einseitiger Kommunikation erfolgt der Informationsfluss zwischen zwei Kommunikationspartnern nur in einer Richtung, bei wechselseitiger Kommunikation dagegen in beiden Richtungen. Auf der technischen Betrachtungsebene spricht man in diesen Fällen von Simplex- und Duplexbetrieb.

- Bei wechselseitiger Kommunikation ist weiter zu differenzieren: Erfolgt der Informationsaustausch zwischen den Partnern gleichzeitig, so liegt synchrone Kommunikation vor, im Falle der zeitlichen Versetzung dagegen asynchrone Kommunikation.
- Als Individualkommunikation bezeichnet man die Übermittlung personalisierter bzw. individuell zugeschnittener Informationen, während sich die Massenkommunikation ohne diese Differenzierung an viele Adressaten richtet. Hinsichtlich der Anzahl der Beteiligten ist auch noch eine etwas feinere Abstufung in die Fälle One-to-one, One-to-few und One-to-many üblich.

Die vorgenommenen Unterscheidungen spiegeln die Anwendungssicht wider. Hierbei können sich Interpretationsspielräume ergeben. So wird z. B. bei synchroner Kommunikation zeitlicher Gleichlauf nur in dem Sinne gefordert, dass ein Partner auf die erhaltene Nachricht zeitlich reagieren kann, wie es beispielsweise bei einer Konferenzschaltung der Fall ist. Die wechselseitige Informationsübermittlung kann dabei zeitlich nacheinander erfolgen – aber während einer Sitzung.

Ein Beispiel für eine einseitige Kommunikation ist das Versenden einer E-Mail. Wechselseitige synchrone Kommunikation liegt z. B. bei Chats und Videokonferenzen vor und wechselseitige asynchrone Kommunikation z. B. bei Newsgroups und Blackboards. Unter Individualkommunikation fällt die Übermittlung einer persönlichen E-Mail und ein Beispiel für die Massenkommunikation ist die Bannerwerbung.

E-Communication bedient sich vieler Werkzeuge und Dienste. Einige Beispiele wurden bereits genannt. Im Unterschied zu traditionellen Kommunikationsmedien wie Printmedien, Plakaten und Radio bieten die E-Communication-Dienste, namentlich die im Internet verfügbaren Dienste, deutlich erweiterte und reichhaltigere Kommunikationsmöglichkeiten:

- Statt der Übermittlung einer sequenziellen Abfolge von Inhalten können per Internet multimediale und mittels Links miteinander vernetzte Inhalte offeriert werden. Zudem kann der Adressat häufig über Zeitpunkt und Umfang der Informationsübernahme frei entscheiden.
- Die zu kommunizierenden Inhalte können multimedial gestaltet, fortlaufend aktualisiert sowie ortsunabhängig und auch über lange Zeit vorgehalten werden.
- In Kommunikationsprozesse können Elemente der (intensiven) Interaktivität einbezogen und z. B. für Zwecke der Rückmeldung (Feedback) oder des Dialogs genutzt werden.

Die vielfältigen Austauschmöglichkeiten des E-Communication sind von großer geschäftlicher Relevanz. Dies zeigt sich z. B. im Absatzbereich, wo verschiedene für Marketingzwecke entwickelte Dienste für viele Unternehmen unverzichtbar sind.

Dienste des E-Communication stellen eine Art „Basis-Aktivität“ dar, die in allen übrigen Aktivitätsbereichen des E-Business benötigt wird. In der Praxis sind daher mehr oder weniger stark ausgeprägte Überlappungen des E-Communication mit E-Commerce, E-Collaboration, E-Education und E-Information/Entertainment gegeben.

Umfassend ist auch die Reichweite aus der Sicht der Austauschbeziehungen. E-Communication erstreckt sich über die Gesamtheit der Austauschbeziehungen der Akteure des E-Business. Schwerpunkte hinsichtlich der Kommunikationsintensität dürften in den Bereichen BtB und BtC liegen.

10.1.4 Geschäftsmodelle des Electronic Business

Geschäftsmodelle des Electronic Business, auch bezeichnet als Online-Geschäftsmodelle, entstanden im Zuge der intensiveren Nutzung des Internets für geschäftliche Zwecke. Von Bedeutung sind sie einerseits für „Internet-Unternehmen“, deren geschäftliche Aktivitäten sich auf die Bereitstellung von Internet-Diensten erstrecken (z. B. Internet-Provider). Andererseits für Unternehmen, die bestimmte geschäftliche Aktivitäten unter Nutzung von Internet-Diensten abwickeln (z. B. netzbasierte Sourcing- oder Sales-Lösungen). Aufgrund der Andersartigkeit der Leistungserstellung, der angebotenen Leistungen sowie der Markt- und Wettbewerbsbedingungen sind traditionelle Geschäftskonzepte etwa im Fall von Internet-Unternehmen nicht unmittelbar anwendbar. Vielmehr müssen innovative, auf der Internet-Nutzung aufsetzende Geschäftsideen sowohl für Investoren als auch für Kunden in überzeugender Weise vermittelt werden. Dies gilt gleichermaßen für neu- und ausgegründete Unternehmen (Start-ups und Spin-offs), wie auch für die Erschließung neuer Geschäftsfelder. Generell dienen Geschäftsmodelle als Grundlage für die Überprüfung innovativer, Internet-basierter Geschäftsideen und für die Abschätzung ihrer langfristigen Erfolgsaussichten. Der durch das „Platzieren der Dotcom-Blase“ im Jahr 2000 ausgelöste Börsencrash, den seinerzeit nur etablierte Unternehmen wie etwa Amazon, eBay und Google überstanden, mag auf die Relevanz von Geschäftsmodellen im E-Business hindeuten.

Der vorliegende Abschnitt befasst sich zunächst mit Begriff und Komponenten von Geschäftsmodellen, wobei der Erlösaspekt besondere Beachtung findet (vgl. Abschn. 10.1.4.1). Danach werden zwei für das E-Business bedeutsame Kategorien von Geschäftsmodellen betrachtet. Einerseits eine Gruppe von Geschäftsmodellen, die nicht nur auf einen Bereich der Austauschbeziehungen zugeschnitten sind, sondern übergreifenden Charakter aufweisen. Sie werden unter der Bezeichnung „Grundtypen von Online-Geschäftsmodellen“ zusammengefasst (vgl. Abschn. 10.1.4.2). Andererseits wird eine Gruppe von Geschäftsmodellen vorgestellt, die speziell im BtB-Bereich Verwendung finden (vgl. Abschn. 10.1.4.3).

10.1.4.1 Begriff und Komponenten von Geschäftsmodellen

In der Literatur werden mit dem Begriff des Geschäftsmodells (engl. business model) etwa Vorstellungen der folgenden Art verbunden (vgl. z. B. Timmers 1999; Wirtz 2013, 2021):

- Organisation/Architektur der Produkt-, Dienstleistungs- und Informationsflüsse sowie der Geldflüsse in und zwischen einem Unternehmen und seiner Umwelt (Lieferanten, Kunden).

- Grobe Abbildung des Produktions- und Leistungssystems eines Unternehmens, die die Transformation von zufließenden Ressourcen in vermarktungsfähige Produkte, Dienstleistungen und Informationen beschreibt.
- Darstellung der Kombination von Produktionsfaktoren, die zur Umsetzung der Geschäftsstrategie eingesetzt werden soll.

Daran anknüpfend wird der Begriff des Geschäftsmodells hier wie folgt abgegrenzt:

- Ein **Geschäftsmodell** (engl. **business model**) ist eine modellhaft-strukturierte Beschreibung eines Geschäftskonzepts, welche die Umsetzung der verfolgten Geschäftsstrategie im Innen- und Außenbereich eines Unternehmens verdeutlicht. In einer nach Teilmodellen gegliederten Form beschreibt es die Art und Weise, in der ein Unternehmen Informationen, Güter und Finanzmittel beschafft, mittels dieser Ressourcen vermarktungsfähige Leistungen (Produkte, Dienstleistungen) erstellt, sich am Markt unter Berücksichtigung der Wettbewerber positioniert und durch Vermarktung der Leistungen die angestrebten Erlöse generiert.

Ein Geschäftsmodell vermittelt demnach einen kompakten Überblick der geschäftlichen Konzeption eines Unternehmens, der neben dem Innenbereich auch die Akteure in der Unternehmensumwelt (Lieferanten, Kunden, Wettbewerber) einschließt. Seine Zerlegung in Teilmodelle veranschaulicht Abb. 10.7. Die Darstellung basiert auf einem Modellansatz von Wirtz (2013).

Nachfolgend werden die Teilmodelle kurz erläutert.

Das Marktmodell beschreibt die Nachfrager- und Wettbewerberstruktur und zerfällt entsprechend in zwei Teilmodelle. Das Nachfragermodell macht Angaben über die Strukturierung der Nachfrageseite bis hinunter zu Marktsegmenten, sowie über die jeweils zu erwartenden Nachfragemengen und realisierbaren Preise. Das Wettbewerbsmodell verdeutlicht die Wettbewerbslage auf relevanten Märkten/Marktsegmenten durch Angaben über Wettbewerber, ihr Verhalten und weitere wettbewerbsrelevanten Faktoren wie z. B. wirtschaftspolitische, konjunkturelle und technologische Entscheidungen.

Ausgehend von der Mengenstruktur der zu erstellenden Leistungen (Produkte, Dienste) spezifiziert das Beschaffungsmodell die Mengenstrukturen der zur Leistungserstellung benötigten Ressourcen (Produkte, Dienste, Informationen, Lizenzen) sowie die jeweiligen Lieferanten, Lizenzgeber und Beschaffungskonditionen.

Geschäftsmodell					
Marktmodell	Beschaffungsmodell	Leistungs-erstellungsmodell	Leistungs-angebotsmodell	Distributionsmodell	Kapitalmodell
<ul style="list-style-type: none"> • Nachfragermodell • Wettbewerbsmodell 					<ul style="list-style-type: none"> • Finanzierungsmodell • Erlösmodell

Abb. 10.7 Komponenten eines Geschäftsmodells (vgl. Wirtz 2013, S. 267 ff.)

Das Leistungserstellungsmodell beschreibt die Transformation der eingesetzten Ressourcen bzw. Produktionsfaktoren in vermarktungsfähige Leistungen. Dabei stehen allerdings weniger technische Aspekte im Vordergrund, sondern der Zusammenhang zwischen eingesetzten Faktor- und erzielbaren Ausbringungsmengen.

Unter Berücksichtigung der Markt- und Wettbewerbsstrukturen sowie der Nachfragerbedürfnisse macht das Leistungsangebotsmodell Angaben über das Spektrum an einzelnen und gegebenenfalls auch gebündelten Leistungen, das den Nachfragern angeboten wird. Differenzierte Angebote können sich entsprechend der Marktsegmentierung an verschiedene Nachfragergruppen richten, aber – aufgrund der per Internet ermöglichten Personalisierung – auch an Einzelnachfrager.

Das Distributionsmodell bildet das System von Transportwegen und den darüber abgewickelten Transportmengen ab, das die termingerechte Übermittlung der nachgefragten Leistungen an die Kunden gewährleistet. Je nach Leistungsart kommen spezifische Distributionswege in Betracht: z. B. traditionelle Zustelldienste für materielle Produkte und elektronische Übertragungswege für immaterielle Produkte wie Software, Text- und Bildinformationen.

Als Abbildung des monetären Geschehens umfasst das Kapitalmodell zwei Teilmodelle. Das Finanzierungsmodell gibt an, aus welchen Quellen und zu welchen Konditionen die zur Durchführung der geschäftlichen Aktivitäten erforderlichen Finanzmittel beschafft werden. Das Erlösmodell zeigt auf, aus welchen Quellen das Unternehmen Erlöse erzielt. Die Vielfalt der verschiedenen Erlösformen im E-Business systematisiert und veranschaulicht die Abb. 10.8. In Anlehnung an Wirtz (2013, S. 271 ff.) wird dabei zwischen transaktionsabhängigen und transaktionsunabhängigen sowie direkten und indirekten Erlösformen unterschieden:

► **Erlöse** heißen transaktionsabhängig, wenn sie auf vermarktungsfähigen Transaktionen oder interaktiver Nutzung von Diensten beruhen, und anderenfalls transaktionsunabhängig. Direkte Erlöse werden unmittelbar vom Abnehmer einer Leistung bezogen, indirekte Erlöse dagegen von einem dritten Akteur/Unternehmen.

Erlösformen	Direkte Erlöse	Indirekte Erlöse
Transaktions-abhängige Erlöse	<ul style="list-style-type: none"> • Transaktionserlöse • Verbindungsgebühren • Nutzungsgebühren 	<ul style="list-style-type: none"> • Provisionen
Transaktions-unabhängige Erlöse	<ul style="list-style-type: none"> • Einrichtungsgebühren • Grundgebühren 	<ul style="list-style-type: none"> • Bannerwerbung • Sponsorship

Abb. 10.8 Erlösformen bei der Vermarktung von E-Business-Diensten (vgl. Wirtz 2013, S. 272)

Im Fall direkter Erlöse ist zu unterscheiden zwischen transaktionsabhängigen und -unabhängigen Erlösen:

- **Transaktionsabhängige direkte Erlöse** sind Transaktionskosten, wie sie etwa für das Herunterladen von Seiten bei einem kostenpflichtigen Informationsdienst je nach Seitenanzahl anfallen, sowie Transaktionskosten in weiterem Sinne wie Verbindungs- und Nutzungsgebühren. Zu den Verbindungsgebühren zählen z. B. die von einem Internet-Provider für Online-Zeiten eines Nutzers berechnete Gebühren, während Nutzungsgebühren sich z. B. bei einem Kommunikationsdienst nach den Übertragungszeiten und zu übertragenden Datenmengen richten können.
- **Transaktionsunabhängige direkte Erlöse** sind einerseits Einrichtungsgebühren, z. B. die von einem Internet-Provider für die Bereitstellung eines Routers berechneten Kosten, und andererseits Grundgebühren, z. B. die von einem Internet-Provider für die Bereitstellung eines Internetzugangs berechnete zeitabhängige Gebühr, die unabhängig von der Nutzung anfallen.

Im Fall indirekter Erlöse ist ebenfalls zwischen transaktionsabhängigen und transaktionsunabhängigen Erlösen zu unterscheiden:

- **Transaktionsabhängige indirekte Erlöse** sind Provisionen, die typischerweise ein Plattform-Betreiber für die Vermittlung von Transaktionen von einer dritten Partei, auch Affiliate genannt, erhält. Bei den Transaktionen handelt es sich z. B. um Klicks auf in der Plattform-Oberfläche gesetzte Links, die zu Affiliate-Angeboten führen. Eine Transaktion kann allerdings auch weiter reichen und erst mit der Angebotsannahme enden. Ein Beispiel für den letztgenannten Fall ist der Betreiber einer Weiterbildungsplattform, der für jeden an einen Weiterbildungsanbieter (Affiliate) vermittelten Kunden einen vereinbarten Betrag (Provision) erhält.
- **Transaktionsunabhängige indirekte Erlöse** werden durch Bannerwerbung oder Sponsorship erzielt. Werbebanner werden von Plattform-Betreibern für Dritte geschaltet, wobei Gebühren z. B. unabhängig davon anfallen, ob Nutzer ein platziertes Banner anklicken oder nicht. Bei Sponsorship werden Erlöse durch die exklusive Vermietung von Werberaum auf Internet-Sites an Dritte generiert.

Den Unterschied zwischen direkten und indirekten Erlösen veranschaulicht das in Abb. 10.9 dargestellte Beispiel. Die für die Nutzung des Suchdienstes anfallenden Gebühren stellen direkte Erlöse dar, da sie von dem Nutzer des Suchdienstes entrichtet werden. Die für die Bannerschaltung anfallenden Gebühren sind indirekte Erlöse, da sie nicht vom Adressaten der Werbung, sondern von einer dritten Partei bezahlt werden.

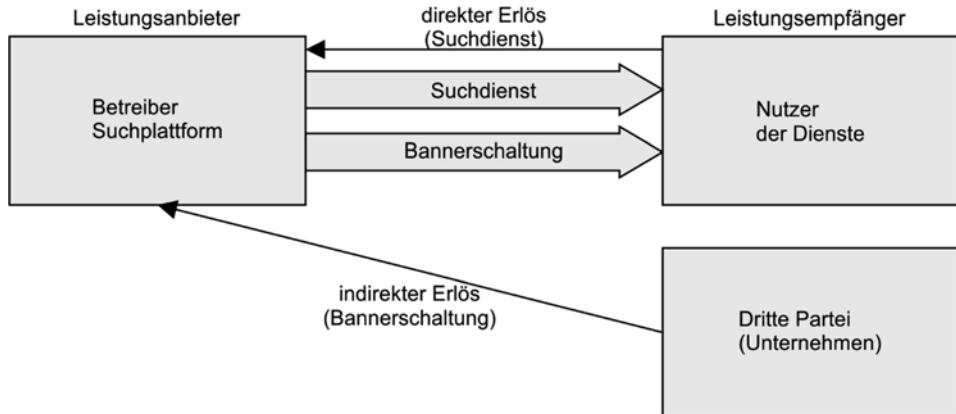


Abb. 10.9 Veranschaulichung von direktem und indirektem Erlös

10.1.4.2 Grundtypen von Online-Geschäftsmodellen

Hinsichtlich der Kategorisierung von **Online-Geschäftsmodellen** wird auf einen Ansatz von Wirtz (2013, S. 276 ff.) zurückgegriffen, der zwischen B2C-Geschäftsmodellen und B2B-Geschäftsmodellen im Electronic Business unterscheidet. Zu den B2C-Geschäftsmodellen gehören nach WIRTZ:

- das Geschäftsmodell Content,
- das Geschäftsmodell Commerce,
- das Geschäftsmodell Context und
- das Geschäftsmodell Connection.

Bei diesen Geschäftsmodellen beschränkt sich der Leistungsaustausch jedoch nicht nur auf den BtC-Bereich. Sie besitzen vielmehr bereichsübergreifenden Charakter und werden hier daher als Grundtypen von Online-Geschäftsmodellen bezeichnet und unter dieser Beziehung im vorliegenden Abschnitt behandelt.

Eine zusammenfassende Darstellung der vier Grundtypen von Online-Geschäftsmodellen zeigt Abb. 10.10. Die Darstellung ist in vier Spalten gegliedert. Die erste Spalte enthält die Bezeichnung der Grundtypen, die zweite und dritte Spalte dienen der Untergliederung des Leistungsangebots, und in der vierten Spalte wird je ein Beispiel für einen Anbieter der offerierten Leistung angegeben.

Die in Abb. 10.10 angegebenen Geschäftsmodelle werden in der Regel von Internet-Unternehmen betrieben. Darunter werden hier bekanntlich Unternehmen verstanden, deren geschäftlicher Hauptzweck in der Erstellung und Vermarktung von digitalen Produkten/Diensten im Internet besteht. Die Refinanzierung der Internet-Unternehmen richtet sich nach der Art der angebotenen Produkte/Dienste.

Grundtyp	Modellvariante	Leistungsstruktur	Anbieter (Beispiel)
Geschäftsmodell Content	E-Information	E-Politics E-Society E-Economics ...	spiegel.de kunst-und-kultur.de wallstreet-online.de
	E-Entertainment	E-Games E-Movies E-Books E-Music ...	gamechannel.de movies.com ebook.de laut.de
	E-Education	General Education Virtual University	theacademy.com open.ac.uk
Geschäftsmodell Commerce	E-Attraction	Banner-Schaltung Mall-Betreiber ...	adclick.de amazon.de
	E-Negotiation	Demand Aggregation Auction Price Seeking ...	letsbuyit.com ebay.com billiger.de
	E-Fulfillment	Payment Delivery ...	paypal.com ups.com
Geschäftsmodell Context	Roboterbasierte Suche	Suchmaschinen Metasuchmaschinen ...	google.com metager.de
	Verzeichnis-basierte Suche	Web-Kataloge ...	dmoz.org
Geschäftsmodell Connection	Intra Connection	Community Customer Opinion Portale Customer Exchanges Social Networks Blogs Content Communities Mailing Services ...	ciao.de monster.com facebook.com twitter.com flickr.com gmx.de
	Inter Connection	Fix Connection M-Connection ...	t-online.de umts.de

Abb. 10.10 Übersicht der Grundtypen von Online-Geschäftsmodellen (vgl. Wirtz 2013, S. 276 ff.)

Das **Geschäftsmodell Content** korrespondiert mit den Aktivitätsbereichen E-Education und E-Information/Entertainment. Ziel dieses Modells ist die Bereitstellung von (gegebenenfalls personalisierten) Inhalten an private Nutzer (BtC-Bereich) und kommerzielle Nutzer (BtB-Bereich). Die Erlöserzielung im BtC-Bereich hängt von der Art des Inhalts ab:

- Bei E-Information-Anbietern, die Public-Interest-Inhalte vermarkten, erfolgt die Refinanzierung primär über indirekte, auf Werbemarkten erzielte Erlöse. Im Falle von Special-Interest-Inhalten ermöglicht die nicht gegebene Ubiquität der Inhalte dagegen die Erzielung direkter Erlöse, z. B. in Form von Gebühren pro Dokument.

- E-Entertainment-Anbieter erzielen meist indirekte Erlöse auf Werbemarkten, vereinzelt aber auch direkte Erlöse, z. B. als Gebühren für die Nutzung von Online-Computerspielen.
- E-Education-Anbieter refinanzieren sich sowohl über indirekte Erlöse, insbesondere Werbeeinnahmen, als auch über direkte Erlöse wie z. B. Einschreibegebühren, Kursgebühren und Prüfungsgebühren bei virtuellen Universitäten und teils auch in der Erwachsenenbildung (Public Education).

Ein Pendant zum Geschäftsmodell Content/Information ist im BtB-Bereich das Geschäftsmodell Service Broker/Informationsdienste, das speziell auf Unternehmen ausgerichtet ist (vgl. Abschn. 10.1.4.3).

Das **Geschäftsmodell Commerce** korrespondiert mit dem gleichnamigen Aktivitätsbereich. Es umfasst die Anbahnung (Attraction), Aushandlung (Negotiation) und Abwicklung (Fulfillment) geschäftlicher Transaktionen und zielt auf die Unterstützung/Abwicklung dieser Transaktionsphasen ab. Im BtC-Bereich stellen sich die geschäftlichen Aktivitäten und die Erlösquellen etwa wie folgt dar:

- Die Modellvariante E-Attraction betrifft einerseits Anbieter, die indirekte Erlöse aus der Schaltung von Bannerwerbung erzielen, und andererseits Betreiber von Shoppingmalls, deren indirekte Erlöse z. B. aus Provisionen der Waren-Anbieter für die über die Malls gehandelten Waren resultieren.
- Bei der Modellvariante E-Negotiation geht es um die Aushandlung von Preisen und Einkaufskonditionen. Das Dienstangebot erstreckt sich hier z. B. auf die Nachfragebündelung, Auktionen und Preisvergleiche. Erlöse werden indirekt über Bannerschaltung und Provisionen erzielt (Demand-Aggregation, Price Seeking, Auktionen), aber auch direkt über (Teilnahme-)Gebühren (Auktionen).
- Die Modellvariante E-Fulfillment umfasst die Zahlungsabwicklung (Payment) und die Auslieferung (Delivery). Erlöse aus der Bereitstellung von Zahlungsdiensten fallen indirekt über die von Verkäufern zu zahlenden Provisionen an, während bei der physischen Zustellung von Waren Liefergebühren pro Sendung an die Logistik-Dienstleister zu entrichten sind (direkte Erlöse).

Ein Pendant zu Shopping Malls stellen im BtB-Bereich die elektronischen Marktplätze (vgl. Abschn. 10.1.4.3) dar, an denen Unternehmen zwecks Senkung der Beschaffungs- und Vertriebskosten sowie aus Marketinggründen teilnehmen.

Das **Geschäftsmodell Context** zielt auf die Aggregation, Klassifizierung, Systematisierung und Suche/Bereitstellung von Informationen anderer Anbieter – und nicht etwa eigener Inhalte – ab. Angeboten werden daher vor allem spezielle Suchdienste, nämlich (Meta-)Suchmaschinen und Katalog-Suchdienste. Die hohen Zugriffsraten zu (Meta-)Suchdiensten und Web-Katalogen begünstigen im BtC-Bereich die Erzielung indirekter Erlöse über Bannerwerbung und Sponsorship. Im BtB-Bereich kommen dagegen wegen der höheren Zahlungsbereitschaft von Unternehmen auch direkte Erlösformen in Frage, wie z. B. Gebühren für Suchanfragen.

Das **Geschäftsmodell Connection** korrespondiert mit dem Aktivitätsbereich Communication. Gegenstand des Geschäftsmodells ist die Bereitstellung von Kommunikationsdiensten auf unterschiedlichen Ebenen.

Die Modellvariante Intra Connection beinhaltet Angebote innerhalb des Internets und umfasst Community- und Mailing-Dienste. Zu den Community-Diensten gehören:

- Customer-Opinion-Portale, die Konsumenten bei Kaufentscheidungen durch die Bereitstellung von Produktbewertungen – erstellt durch Käufer – behilflich sein wollen.
- Customer-Exchanges-Dienste, die virtuelle Räume bereitstellen, in denen sich Nutzer zu bestimmten Themengebieten in Echtzeit austauschen können. Aus betriebswirtschaftlicher Sicht sind Chaträume etwa für die Gewinnung individualisierter Kundenprofile, die Verbesserung des Kundenservice und die Erhöhung der Kundenbindung von Bedeutung.
- Weitere Social-Media-Dienste der Kategorien Social Networks, Blogs und Content Communities, die als Plattformen zum Informationsaustausch eine hohe geschäftliche Bedeutung aufgrund hoher Nutzerzahlen aufweisen. Auf Social Media geht Kap. 12 näher ein.

Mailing-Dienste ermöglichen auch das Versenden von Grußkarten und E-Mails.

Anbieter von Community-Diensten refinanzieren sich primär über indirekte Werbeerlöse und Anbieter von Mailing-Diensten ebenfalls über Werbung (angehängt an E-Mails sowie Bannerwerbung) oder aus dem Verkauf von Adressen.

Die Modellvariante Inter Connection dient der Bereitstellung von physischen Übertragungswegen. Die Anbieter, insbesondere Internet Service Provider und Online Service Provider, rechnen über stationäre Geräte realisierte Übertragungsdienste (Fix Connection) und über mobile Geräte realisierte Übertragungsdienste (M-Connection) primär in direkter Form ab. Die direkten Erlöse fallen als Einrichtungs-/Grundgebühren an sowie als transaktionsabhängige Übertragungsgebühren. Daneben werden auch indirekte Erlöse aus Provisionen und Bannerschaltung erzielt. Unterschiede zwischen dem BtC- und BtB-Bereich bestehen bei dem Geschäftsmodell Connection z. B. hinsichtlich der angebotenen Zusatzleistungen.

Anbieter von E-Business-Diensten beschränken ihre geschäftlichen Aktivitäten in der Regel nicht auf ein Geschäftsmodell. Vielmehr betreiben sie meist eine Kombination von Geschäftsmodellen, wobei die Bedeutung der einzelnen Modelle/Geschäftsfelder recht unterschiedlich ausfallen kann. Für ein eher breit angelegtes geschäftliches Gesamtkonzept sprechen z. B. folgende Vorteile (vgl. auch Wirtz 2013, S. 383):

- Verbundeffekte, d. h. für ein Geschäftsfeld akquirierte Kunden erhalten auch Angebote für andere Geschäftsfelder.
- Multiple Kundenbindung, d. h. Kunden werden über mehrere Geschäftsfelder an ein Unternehmen gebunden.
- Preisbündelung, d. h. es werden Leistungen aus mehreren Geschäftsfeldern zu Leistungsbündeln zusammengefasst und zu einem Bündelpreis vermarktet.

Auf diese Weise gelingt es Anbietern, ihre Umsätze zu steigern, die Wechselbereitschaft der Kunden zu Konkurrenzunternehmen zu senken und die Zahlungsbereitschaft der Kunden besser abzuschöpfen. Viele namhafte Anbieter von E-Business-Diensten kombinieren alle vier behandelten Typen von Geschäftsmodellen.

10.1.4.3 Online-Geschäftsmodelle im BtB-Bereich

Neben den in Abschn. 10.1.4.2 vorgestellten Grundtypen von Online-Geschäftsmodellen stellen die Online-Geschäftsmodelle im BtB-Bereich die zweite Gruppe der von Wirtz (2013) unterschiedenen Kategorien von Geschäftsmodellen im E-Business dar. Hierbei handelt es sich um:

- das Geschäftsmodell Sourcing,
- das Geschäftsmodell Sales,
- das Geschäftsmodell Supportive Collaboration und
- das Geschäftsmodell Service Broker.

Im vorliegenden Abschnitt werden diese vier **BtB-Geschäftsmodelle** betrachtet. Eine Übersicht der Modelle, die auch Modellvarianten sowie kurze Erläuterungen der Varianten einschließt, zeigt Abb. 10.11. Bei sämtlichen Modellen beschränkt sich der Leistungsaustausch auf den BtB-Bereich. Es geht also, allgemein ausgedrückt, um die Unterstützung geschäftlicher Transaktionen zwischen Unternehmen oder um die Unterstützung der Zusammenarbeit von Unternehmen.

Im Hinblick auf die Betreiber der BtB-Online-Geschäftsmodelle ergeben sich teils wesentliche Unterschiede im Vergleich zu den Grundtypen von Online-Geschäftsmodellen. Lediglich im Fall des Geschäftsmodells Service Broker stellen Betreiber auch Internet-Unternehmen dar, die sich primär durch die Vermarktung von digitalen Produkten/Diensten refinanzieren. In den anderen Fällen zielt der Einsatz der Geschäftsmodelle dagegen primär darauf ab, Effektivität und Effizienz der Beschaffung, des Verkaufs und der unternehmensübergreifenden Kooperation von Unternehmen zu steigern, die sich aus der Erstellung und Vermarktung konventioneller Produkte/Leistungen refinanzieren. Angesprochen sind damit verschiedenste Branchen, so etwa Fahrzeug-, Luftfahrt-, Elektronik-, Computer-, Nahrungsmittel- und Textilbranche.

Das BtB-Geschäftsmodell **Sourcing** betrifft die netzbasierte Beschaffung von Produkten/Leistungen, die ein Produzent von seinen Lieferanten bezieht. Bei dieser auch als E-Procurement bezeichneten Beschaffungsform sind zwei Modellvarianten zu unterscheiden (vgl. Wirtz 2013, S. 394):

- 1:1-Beschaffungslösungen (Private B2B-Exchange One to One) und
- 1:n-Beschaffungslösungen (Buy Side B2B-Exchange One to Many).

Eine 1:1-Beschaffungslösung stellt eine exklusive Verbindung zwischen einem beschaffenden Unternehmen und einem Lieferanten her, von der andere Akteure ausgeschlossen

BtB-Geschäftsmodell	Modellvariante	Erläuterung
Sourcing	1:1-Beschaffungslösung	Beschaffung strategisch wichtiger Güter/Leistungen in einer z. B. per EDI oder Extranet bilateral abgewickelten Geschäftsbeziehung.
	1:n-Beschaffungs-Marktplatz	Beschaffung von Gütern/Leistungen mittels z. B. eines Multi-Lieferanten-Katalogs, der die Angebotskataloge mehrerer Lieferanten zusammenfasst.
Sales	1:1-Verkaufslösung	Verkauf von Gütern/Leistungen an strategisch wichtigen Großkunden in einer z. B. mittels individualisiertem Katalog in einem Extranet abgewickelten bilateralen Geschäftsbeziehung.
	1:n-Verkaufsmarktplatz	Verkauf von Gütern/Leistungen mittels z. B. einer verkäuferseitigen Kataloglösung an mehrere in ein Extranet einbezogene Kunden.
Supportive Collaboration	Kollaborative Forschung und Entwicklung	Firmennetzwerk zur gemeinschaftlichen Entwicklung innovativer Produkte/Leistungen.
	Kollaborative Produktion	Firmennetzwerk zur gemeinschaftlichen Herstellung bestimmter Produkte/Leistungen.
	Kollaborativer Verkauf	Verkauf von Produkten/Leistungen mittels einer von mehreren Unternehmen eingerichteten und betriebenen Verkaufsplattform an Firmenkunden.
Service Broker	Informationsdienste	Bereitstellung von unternehmensspezifischen Informationen zu Herstellern, Produkten, Händlern usw. über von Brokern betriebene Business-Information-Portale.
	Business-Marktplätze	Vermittlung von Kauf-/Verkauf-Transaktionen sowie unterstützenden Diensten (z. B. Zahlungsdienste) mittels einer von einem Intermediär betriebenen Marktplatzlösung, die verschiedene Anbieter und potentielle Käufer zusammenführt.

Abb. 10.11 Online-Geschäftsmodelle im BtB-Bereich (in Anlehnung an Wirtz 2013, S. 392 ff.)

sind. Sie eignet sich z. B. zur flexiblen Beschaffung von Gütern mit strategischer Bedeutung. Als Systeme zur technischen Realisierung kommen das bilateral genutzte Extranet sowie EDI-/XML- basierter Geschäftsdatenaustausch in Frage.

Eine 1:n-Beschaffungslösung verbindet ein beschaffendes Unternehmen mit mehreren Lieferanten. Sie besteht in der Regel aus einem käuferseitig betriebenen elektronischen Marktplatzsystem (Buy Side Marketplace), das die Produktkataloge der verschiedenen Lieferanten zu einem Multi-Lieferantenkatalog zusammenfasst. Die Bedarfsträger im beschaffenden Unternehmen sind per Intranet mit dem Katalogsystem vernetzt und können daher unmittelbar Beschaffungsaufträge erteilen.

Das BtB-Geschäftsmodell **Sales** bezieht sich auf den netzbasierten Verkauf von Produkten/Leistungen an andere Unternehmen. Hierbei sind zwei Modellvarianten zu unterscheiden (vgl. Wirtz 2013, S. 399):

- 1:1-Verkaufslösung (Private B2B-Sale One-to-One) und
- 1:n-Verkaufs-Marktplatz (Sell Side B2B-Exchange One-to-Many).

In Analogie zur 1:1-Beschaffungslösung stellt eine 1:1-Verkaufslösung eine exklusive Verbindung zwischen einem verkaufenden Unternehmen und einem wichtigen Kunden her, von der andere Akteure ausgeschlossen sind. Sie eignet sich insbesondere zur Aufrechterhaltung stabiler Geschäftsbeziehungen mit strategisch relevanten (Groß-)Kunden. Als Lösungsansatz bietet sich z. B. ein bilateral betriebenes Extranet, in dem der Verkäufer ein auf den Kunden zugeschnittenes Leistungsangebot per elektronischem Katalog präsentiert.

Eine 1:n-Verkaufslösung verbindet ein verkaufendes Unternehmen mit mehreren Kunden. Häufig besteht sie aus einem verkäuferseitig betriebenen elektronischen Marktplatzsystem (Sell Side Marketplace), das von dem Verkäufer selbst betrieben wird und die offerierten Produkte/Leistungen mittels eines elektronischen Katalogs präsentiert. Der Zugang der Kunden zu dem Katalog erfolgt z. B. über ein Extranet. In einer 1:n-Verkaufslösung können an die Stelle eines elektronischen Katalogs auch elektronische Auktionen treten.

Das BtB-Geschäftsmodell **Supportive Collaboration** steht für die Unterstützung der Zusammenarbeit von Unternehmen im Rahmen eines Unternehmensnetzwerks. Angestrebt wird die Erzielung von Vorteilen für alle Kooperationspartner auf verschiedenen Gebieten (vgl. Wirtz 2013, S. 403):

- Die Modellvariante Kollaborative Forschung und Entwicklung (Collaborative R&D) sieht das gemeinschaftliche Erbringen von Forschungs- und Entwicklungsleistungen unter Nutzung des spezifischen Know-how der Kooperationspartner vor.
- Die Modellvariante Kollaborative Produktion (Collaborative Production) zielt auf die gemeinschaftliche Herstellung von Produkten/Leistungen ab. Dies kann z. B. durch die Kopplung der Produktionsprozesse der Kooperationspartner im Rahmen eines Supply-Chain-Netzwerks geschehen, das die Netzwerke der Partner einbindet.
- Die Modellvariante Kollaborativer Verkauf (Collaborative Sale) bezweckt die durch mehrere kooperierende Unternehmen organisierte gemeinschaftliche Vermarktung von Produkten/Leistungen. Beispielsweise mittels einer von den Partnern gemeinsam eingerichteten und konsortial betriebenen Verkaufsplattform.

Mit elektronischen Unternehmens-Netzwerken und ihrer Positionierung zwischen elektronischen Märkten und Hierarchien befasst sich der Abschn. 10.2.4.

Das BtB-Geschäftsmodell **Service Broker** unterscheidet sich grundsätzlich von den übrigen drei BtB-Geschäftsmodellen hinsichtlich der Organisation des Leistungsaustauschs: Anstelle eines direkten Austauschs netzbasierter Leistungen zwischen Unternehmen findet nun ein indirekter Leistungsaustausch durch Zwischenschaltung eines Vermittlers, auch Intermediär oder Broker genannt, statt. Das Aufbrechen der Leistungsbeziehung veranschaulicht Abb. 10.12.

Bei dem direkten Leistungsaustausch unterbreitet z. B. der Leistungsanbieter per E-Mail dem Leistungsempfänger ein Kaufangebot, das der Leistungsempfänger per

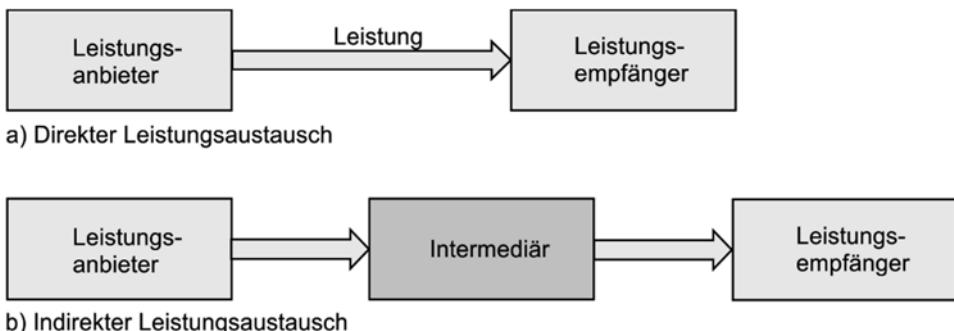


Abb. 10.12 Direkter und indirekter Leistungsaustausch im E-Business

E-Mail an den Anbieter annimmt. Diese zwischen den Akteuren direkt durchgeführte Transaktion (vgl. die schematische Darstellung in Abb. 10.12a) wird im Fall des indirekten Leistungsaustauschs von dem Intermediär vermittelt (vgl. Abb. 10.12b): Der Intermediär nimmt das Angebot vom Anbieter an, unterbreitet es dem Empfänger, nimmt die Kaufbestätigung vom Empfänger entgegen und übermittelt sie an den Anbieter.

Eben diese vermittelnde Rolle übernimmt ein Intermediär bei dem BtB-Geschäftsmodell Service Broker. Zu unterscheiden sind hierbei zwei Modellvarianten (vgl. Wirtz 2013, S. 407):

- Informationsdienste (E-Informations) und
- Business-Marktplätze (E-Marketplaces).

Von Brokern betriebene Informationsdienste richten sich an Unternehmen, die unternehmensspezifische Informationen über (potenzielle) Kunden, Lieferanten, Kooperationspartner, Produktangebote und Serviceangebote einholen wollen. Angeboten werden derartige Informationen z. B. in Form von Online-Verzeichnissen, die über Business-Information-Portale zugänglich sind. Hinsichtlich der Refinanzierung kommen die gleichen Erlösformen in Frage wie bei dem Geschäftsmodell Content (vgl. Abschn. 10.1.4.2). Allerdings werden hier deutlich höhere Erlöse erzielt als im BtC-Bereich.

Business-Marktplätze stellen das Pendant zu den im BtC-Bereich angebotenen Shoppingmalls dar. Sie dienen der Vermittlung von Kauf-/Verkauf-Transaktionen zwischen Unternehmen sowie von unterstützenden Diensten wie z. B. Zahlungsdiensten. Zu diesem Zweck sammelt ein Intermediär Produkt-/Service-Informationen verschiedener Anbieter, bereitet sie auf und stellt sie in eine von ihm betriebene Plattform bzw. elektronische Marktplatzlösung ein, die nachfragenden Unternehmen online zugänglich ist. Erlöse werden in analoger Weise wie bei dem Geschäftsmodell Commerce (vgl. Abschn. 10.1.4.2) erzielt, also in Form von direkten Erlösen (z. B. Teilnahmegebühren) und indirekten Erlösen (z. B. Bannerwerbung, Provisionen).

10.2 Organisations- und Koordinationsformen im Electronic Business

Die in Abschn. 10.1 vorgenommene begriffliche und strukturelle Abgrenzung erstreckt sich nicht auf sämtliche relevanten Aspekte des E-Business. Von Interesse ist auch die Art und Weise, in der die Interaktion zwischen Wirtschaftssubjekten im E-Business organisiert und koordiniert wird. Allgemein lassen sich drei grundlegende Mechanismen der Koordination der Geschäftsaktivitäten von Wirtschaftssubjekten unterscheiden: Markt, Hierarchie und Netzwerk. Überlagert man diese Koordinationsmechanismen mit unterstützenden IuK-Technologien, so ergeben sich drei Grundformen der Organisation und Koordination des E-Business:

- elektronische Märkte,
- elektronische Hierarchien und
- elektronische Netzwerke.

Sie werden in den folgenden Abschn. 10.2.2, 10.2.3 und 10.2.4 behandelt. Zuvor wird jedoch in Abschn. 10.2.1 auf einige Aspekte der Kooperation von Unternehmen eingegangen, die zum Verständnis der Organisations- und Koordinationsformen des E-Business beitragen.

10.2.1 Unternehmenskooperationen

In der Praxis hat sich eine große Bandbreite von Formen der Kooperation von Unternehmen herausgebildet. Sie erstreckt sich von marktlichen über netzwerkartige bis hin zu hierarchischen Organisationsvarianten. Im konkreten Fall hängt die Wahl der geeignetsten Kooperationsform von verschiedenen Einflussfaktoren ab. Einige wesentliche Faktoren sind:

- die Höhe der Transaktionskosten,
- der Grad der Funktionsinternalisierung oder -externalisierung und
- die Richtung der Kooperation.

Nachfolgend werden zunächst diese kooperationsbezogenen Einflussfaktoren in Abschn. 10.2.1.1 und danach die Bandbreite der Kooperationsformen in Abschn. 10.2.1.2 behandelt.

10.2.1.1 Kooperationsbezogene Einflussfaktoren

Transaktionen zwischen Wirtschaftssubjekten sind stets mit Kosten für die Informationsbeschaffung und Kommunikation in allen Transaktionsphasen (Information, Vereinbarung, Abwicklung) verbunden. Wirtschaftssubjekte werden eine Minimierung der Transaktionskosten anstreben und dazu die geeignete Kooperationsform zwischen den Polen

Markt und Hierarchie wählen. Für die Wahl der Kooperationsform sind demnach die Transaktionskosten maßgebend und nicht etwa Produktions- und Technologiekosten.

Was die Höhe der **Transaktionskosten** anbelangt, wird vor allem eine Abhängigkeit von den Eigenschaften der jeweiligen Transaktion und von dem Verhalten der Beteiligten unterstellt. Demnach ist die Höhe der Transaktionskosten abhängig von der jeweiligen Ausprägung etwa folgender Einflussgrößen (vgl. z. B. Williamson 1991, S. 126; Sydow 1992, S. 130 f.):

- Beschränkte Rationalität, d. h. Menschen verfügen nur über begrenzte Fähigkeiten der Aufnahme, Verarbeitung und Weitergabe von Informationen und sind damit auch nicht in der Lage, als Vertragspartner fehlerfreie Kontrakte abzuschließen.
- Opportunismus, d. h. Vertragspartner können zu egoistischem Handeln neigen, das den Interessen der Kooperation entgegenstehen kann.
- Unsicherheit, d. h. es können unvorhersehbare Änderungen von z. B. Terminen, Preisen, Konditionen und Mengen im Rahmen einer Transaktion auftreten.
- Spezifitätsgrad einer Transaktion, als Maß für die Höhe der transaktionsspezifischen Investitionen, die mangels gleichwertiger alternativer Verwendungsmöglichkeiten der damit erworbenen Ressourcen bei Wegfall der Geschäftsbeziehung als verloren anzusehen sind.
- Transaktionsatmosphäre, d. h. das zwischen den Vertragspartnern bestehende Vertrauensklima.
- Transaktionshäufigkeit als Maß für die Möglichkeit, Lern-, Erfahrungs- sowie (Fix-)Kostendegressionseffekte auszunutzen.

Tendenziell führen stärkere Beschränktheit der Rationalität, starker ausgeprägter Opportunismus, höhere Unsicherheit, höherer Spezifitätsgrad, schlechtere Transaktionsatmosphäre und geringere Transaktionshäufigkeit zu höheren Transaktionskosten. Die negativen Folgen der Einflussgrößen kommen bei den verschiedenen Kooperationsformen in unterschiedlicher Weise zum Tragen. So ist z. B. eine hierarchische Struktur besser geeignet, opportunistisches Verhalten (mittels Anreiz-, Kontroll- und Sanktionsmechanismen) und Unsicherheit (mittels Planung) zu reduzieren. Weiter sprechen hochspezifische Leistungen und hohe Transaktionshäufigkeit eher für hierarchische Strukturen, während sich bei geringem Spezifitätsgrad und geringer Transaktionshäufigkeit eher eine marktliche Kooperationsform anbietet.

Was die Funktionsinternalisierung/-externalisierung anbelangt, ist hier die Frage nach den Kernkompetenzen eines Unternehmens und nach der Eingliederung oder Auslagerung von Ressourcen und Prozessen angesprochen. Überlegungen zur Ein-/Ausgliederung betreffen unmittelbar die Austauschbeziehungen mit anderen Unternehmen und ziehen die Frage der Gestaltung der Kooperationsform nach sich.

Funktionsinternalisierung, auch **Insourcing** genannt, liegt vor, wenn ein Unternehmen bislang von anderen Unternehmen durchgeführte Prozesse in die eigene Prozesskette eingliedert. Häufig zielt das Insourcing auf die Sicherung oder Ausweitung von Marktanteilen ab.

Die Funktionsexternalisierung, auch **Outsourcing** genannt, ist die gegensätzliche Vorgehensweise. Überlegungen zum Outsourcing werden meist im Zusammenhang mit der Strategie der Konzentration auf die Kernkompetenzen angestellt. Die Betonung der Kernkompetenzen findet ihre konsequente Fortsetzung in der Auslagerung der in einem Unternehmen nicht mehr durchzuführenden Prozesse. Insgesamt wird damit die Wertschöpfungskette verkürzt und zur besseren Nutzung der Stärken eines Unternehmens beigetragen.

Funktionsinternalisierung/-externalisierung spielen sich in der Regel in einem übergreifenden Zusammenhang ab. Um auf dem Markt nachgefragte (Gesamt-)Produkte bzw. (Gesamt-)Lösungen zu erstellen, sind sich ergänzende Wertschöpfungsketten mehrerer Unternehmen miteinander zu verbinden. Dies geschieht durch Kooperation von Unternehmen verschiedener, jedoch bezüglich der Gesamtleistung vor- oder nachgelagerter Produktionsstufen.

Die Kooperationsrichtung orientiert sich an der Stellung der Kooperationspartner in der gesamten Wertschöpfungskette. Abhängig davon unterscheidet man zwischen drei Kooperationsrichtungen (vgl. z. B. Hungenberg 1999, S. 6):

- vertikale Kooperation,
- horizontale Kooperation und
- konglomerate Kooperation.

Als **vertikale Kooperation** bezeichnet man die Zusammenarbeit eines Unternehmens mit Unternehmen vor- oder nachgelagerten Wertschöpfungsstufen in Bezug auf eine übergreifende (Gesamt-)Wertschöpfungskette. Die Etablierung vertikaler Kooperationen kann durch das In-/Outsourcing von Funktionen/Prozessen zwischen den Kooperationspartnern begleitet sein. Zwischen vertikaler Kooperation und In-/Outsourcing besteht insofern eine konzeptionelle Nähe. Die Partner in vertikalen Kooperationen befinden sich nicht in einer Wettbewerbssituation. Sie versuchen vielmehr, gemeinsam von der Verbindung sich ergänzender Ressourcen, Potenziale und Kompetenzen zu profitieren. Vertikale Kooperationen werden z. B. mittels Franchise- oder Lieferverträgen vereinbart.

Bei einer **horizontalen Kooperation** arbeiten Unternehmen der gleichen Wertschöpfungsstufe zusammen. Die Kooperationspartner sind demnach zwar Wettbewerber, streben aber durch die Bündelung ihrer Kräfte z. B. Wettbewerbsvorteile gegenüber anderen Anbietern derselben Branche an. Horizontale Kooperationen werden auch als strategische Allianzen oder strategische Netzwerke bezeichnet. Beispiele für diese Kooperationsform sind Produktionsabkommen (Co-Production) und Joint-Ventures.

Die **konglomerate Kooperation** zielt auf die Vermarktung komplementärer Produkte ab. Die Kooperationspartner sind nicht konkurrierende Unternehmen, die zwar verschiedene, sich jedoch ergänzende Produkte herstellen und diese gemeinsam vermarkten. Ziel der Kooperation ist es, aus der Existenz komplementärer Bedürfnisse gemeinsamen Nutzen zu ziehen.

Zur weiteren Verdeutlichung werden die vertikale, die horizontale und die konglomerate Kooperation in Abb. 10.13 einander gegenübergestellt.

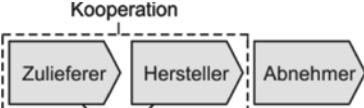
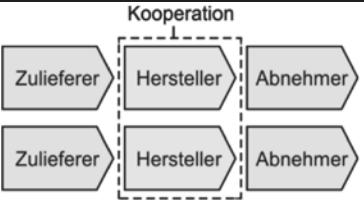
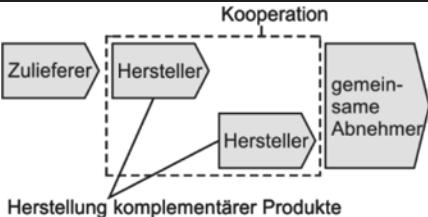
Kooperationsrichtung	Prozessorientierte Darstellung	Erläuterung und Beispiel
Vertikale Kooperation	 <p>Vor-/nachgelagerte Stufen eines gesamten Wertschöpfungsprozesses</p>	<p>Verbindung verschiedener, jedoch sich ergänzender Wertschöpfungsstufen bzw. -prozesse der Kooperationspartner, um von der Zusammenarbeit gemeinsam zu profitieren.</p> <p>Beispiel: Kooperation eines Fahrzeugherstellers mit einem Elektronik-Zulieferer.</p>
Horizontale Kooperation	 <p>Gleiche Wertschöpfungsstufen in getrennten Wertschöpfungsprozessen</p>	<p>Zusammenarbeit auf der gleichen Wertschöpfungsstufe, um durch die Bündelung der Kräfte Wettbewerbsvorteile zu erlangen.</p> <p>Beispiel: Kooperation zweier Fahrzeughersteller auf dem Gebiet der Motorenentwicklung und -produktion.</p>
Konglomerate Kooperation	 <p>Herstellung komplementärer Produkte</p>	<p>Kooperative Vermarktung von komplementären Produkten/Dienstleistungen, um von sich ergänzenden Kundenbedürfnissen zu profitieren.</p> <p>Beispiel: Kooperation einer Fluggesellschaft mit einer Mietwagenfirma.</p>

Abb. 10.13 Vertikale, horizontale und konglomerate Kooperation

10.2.1.2 Bandbreite konkreter Kooperationsformen

Zwischen den beiden Polen Markt und Hierarchie findet sich eine Vielzahl und Vielfalt konkreter Unternehmenskooperationen. Sie unterscheiden sich in den Anteilen marktlicher und hierarchischer Elemente und werden gemeinhin als (Unternehmens-)Netzwerke bezeichnet. Die Gesamtheit der **Unternehmens-Netzwerke** lässt sich etwa wie folgt charakterisieren:

- Die an einem Netzwerk beteiligten Partner sind wirtschaftlich selbstständige Unternehmen oder Institutionen.
- Zwischen den Partnern bestehen geschäftliche Beziehungen, die insgesamt eine interorganisationale Netzwerkstruktur begründen.
- Die Spannbreite der Partnerbeziehungen ist groß und erstreckt sich von losen Bindungen bis hin zu vertraglichen Beziehungen.

- Mit der Kooperationsrichtung (vertikal, horizontal oder konglomerat) ist zumindest eine grobe Orientierung für den Kooperationszweck vorgegeben, der durch spezielle Kooperationsziele wie schnellere Anpassung an Markterfordernisse oder Erzielung von Vorteilen im Qualitätswettbewerb überlagert sein kann.

Die Dominanz bestimmter Kooperationsziele wird teils in erweiterten Netzwerkbezeichnungen ausgedrückt. So spricht man z. B. von Dynamischen Netzwerken, wenn die ständige Anpassung an Markterfordernisse im Vordergrund steht, und von Strategischen Netzwerken, wenn – vornehmlich mittels horizontaler Kooperationen – strategische Wettbewerbsvorteile angestrebt werden.

Eine Abfolge von Netzwerk-Ausprägungen zwischen Markt und Hierarchie, die auf Schulte-Zurhausen (2002, S. 265) zurückgeht, zeigt Abb. 10.14. Von links nach rechts nehmen die marktlichen Elemente ab und die hierarchischen Elemente zu. Die beiden Pole sind der Kaufvertrag (Markteinkauf bzw. marktliche Koordination) und die funktionale Organisation (hierarchische Koordination).

Picot (1993, S. 45) nennt eine weitere Abfolge von Organisationsstrukturen, die das Kontinuum zwischen Markt und Hierarchie mit unterschiedlichen Anteilen von marktlichen und hierarchischen Merkmalen ausfüllt:

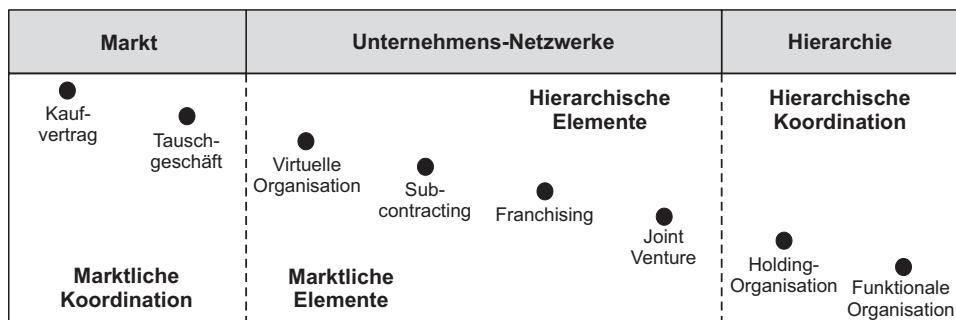
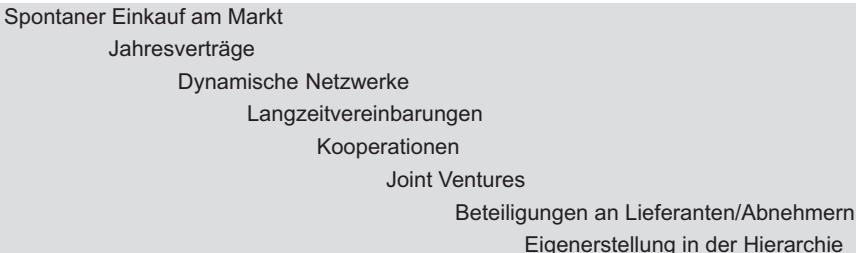


Abb. 10.14 Unternehmensnetzwerke zwischen Markt und Hierarchie

Während PICOT den Begriff „Hierarchie“ nur für betriebliche Strukturen verwendet, wird er hier auch für zwischenbetriebliche Strukturen gebraucht. In den folgenden Abschn. 10.2.2, 10.2.3 und 10.2.4 wird nun auf elektronische Märkte, Hierarchien und Netzwerke eingegangen.

10.2.2 Elektronische Märkte

Elektronische Märkte sind vielschichtige komplexe Gebilde. Ihre Behandlung erfordert eine Betrachtung aus unterschiedlichen Perspektiven. Im Folgenden wird daher eingegangen auf:

- Begriff und Wesen elektronischer Märkte (vgl. Abschn. 10.2.2.1) und
- Arten von elektronischen Märkten (vgl. Abschn. 10.2.2.2).

10.2.2.1 Begriff und Wesen elektronischer Märkte

Merkmale herkömmlicher Märkte sind Autonomie der Marktteilnehmer, lockere oder fehlende Bindungen zwischen den Marktteilnehmern, offener wirtschaftlicher Güter- oder Leistungsaustausch und Koordination der geschäftlichen Transaktionen zwischen den Marktpartnern durch Preisbildungs- und Wettbewerbsprozesse – also durch eine marktlich organisierte Koordination. Die Merkmale gelten etwa auch für elektronische Märkte. Nicht selten ist der Zugang zu elektronischen Märkten beschränkt, d. h. bestimmten Marktteilnehmern vorbehalten. Es gibt also sowohl offene, als auch geschlossene elektronische Märkte.

Bei elektronischen Märkten kommt die Unterstützung der Marktprozesse durch IuK-Technologien als begriffsbildendes Merkmal („elektronisch“) hinzu. Hinsichtlich des (erforderlichen) Umfangs der Unterstützung formulieren z. B. Picot et al. (2003, S. 319): „Elektronische Märkte sind Informations- und Kommunikationssysteme zur Unterstützung aller oder einzelner Phasen der marktlich organisierten Leistungscoordination“. Dieser weiten Begriffsauslegung folgt die hier verwendete Definition:

► **Elektronische Märkte** sind durch Preisbildungs- und Wettbewerbsprozesse koordinierte sowie durch IuK-Technologien unterstützte Veranstaltungen des Güter- oder Leistungsaustausches. Der Umfang der Unterstützung kann sich auf eine, mehrere oder alle Phasen der geschäftlichen Transaktionen zwischen Marktpartnern erstrecken und zwischen dem Einsatz einer oder mehrerer singulärer Technologien und umfassenden, integrierten Softwarelösungen variieren.

Nicht alle Produkte oder Leistungen eignen sich gleichermaßen für den elektronischen Handel. Von Bedeutung sind hier zwei Aspekte.

- die Such-, Vertrauens- und Erfahrungseigenschaften und
- die elektronische Lieferbarkeit

von Produkten.

Produkte unterscheiden sich in ihren Such-, Vertrauens- und Erfahrungseigenschaften. Elektronische Märkte gestatten es aufgrund der räumlichen Entkopplung von Anbietern und Nachfragern nicht, den Käufern die Produkteigenschaften im persönlichen Kontakt zu vermitteln. Für den elektronischen Handel eignen sich besonders Produkte mit ausgeprägten Sucheigenschaften, die bereits vor dem Kauf eine vollständige Beurteilung des Produkts durch den Käufer ermöglichen. Bei Produkten mit betonten Erfahrungseigenschaften wie z. B. Lebensmitteln ist die Beurteilung an den Gebrauch bzw. Konsum gebunden und damit in der Regel erst nach dem Kauf möglich. Obwohl sich Produkteigenschaften wie z. B. Aussehen oder Geräusch durch hochauflösende Bilder, Videosequenzen, 3-D-Modelle und Audio-Dateien näherungsweise darstellen lassen, können andere Eindrücke, die das Tastgefühl (z. B. bei Kleidungsstücken) oder Geruch/Geschmack (z. B. bei Lebensmitteln) betreffen, nicht vermittelt werden. Vertrauensgüter kann der Käufer auch nach dem Kauf nicht vollständig beurteilen, falls ihm die notwendige Zeit oder das erforderliche Know-how fehlt. Dies gilt z. B. für viele Dienstleistungen. Der elektronische Handel mit Produkten/Leistungen, die ausgeprägte Erfahrungs- oder Vertrauenseigenschaften aufweisen, erfordert daher auf Anbieterseite besondere Maßnahmen zur Vertrauensbildung bei den Kunden.

Voraussetzung für die elektronische Durchführung aller Transaktionsphasen ist die elektronische Lieferbarkeit von Produkten. Diese Eigenschaft ist bei digitalen Produkten gegeben. Hierzu gehören u. a. Softwareprodukte und mediale Produkte wie digitale Texte (z. B. Artikel in Zeitungsarchiven), digitale Tonaufzeichnungen (z. B. Musik auf digitalen Trägern), digitale Bilder (z. B. Bild-Datenbanken von Verlagen) und Filme (z. B. Video-on-Demand).

Elektronische Märkte bieten im Vergleich zu konventionellen Märkten spezifische Vorteile, die ihre große Verbreitung erklären:

- Beschleunigung der Durchführung geschäftlicher Transaktionen.
- Globale Verfügbarkeit von Angeboten in weltweiten Computernetzen, was z. B. die Bearbeitung profitabler Marktnischen erleichtert.
- Verfügbarkeit von Angeboten rund um die Uhr, was weltweite Zeitdifferenzen und zeitliche Kaufgewohnheiten relativiert.
- Sammlung und Nutzung der anfallenden digitalen geschäftsbezogenen Informationen für Marketingzwecke.
- Verbindung der Geschäftsprozesse von Anbietern und Nachfragern ohne Mediabrüche.
- Nutzung von Effekten der Disintermediation.

Einer kurzen Erläuterung bedürfen die zuletzt genannten Effekte der Disintermediation. Elektronische Märkte gestatten es den Herstellern von Produkten, eine oder mehrere Stufen in (traditionellen) Distributionsketten zu überspringen und sich z. B. direkt an Endkunden zu wenden. Die Elimination von Intermediären, d. h. Mittlern in Distributionsketten wie Groß-, Zwischen- und Einzelhändlern, wird als **Disintermediation** bezeichnet. Abb. 10.15 veranschaulicht dieses Phänomen anhand von Distributionsketten mit und ohne Disintermediation.

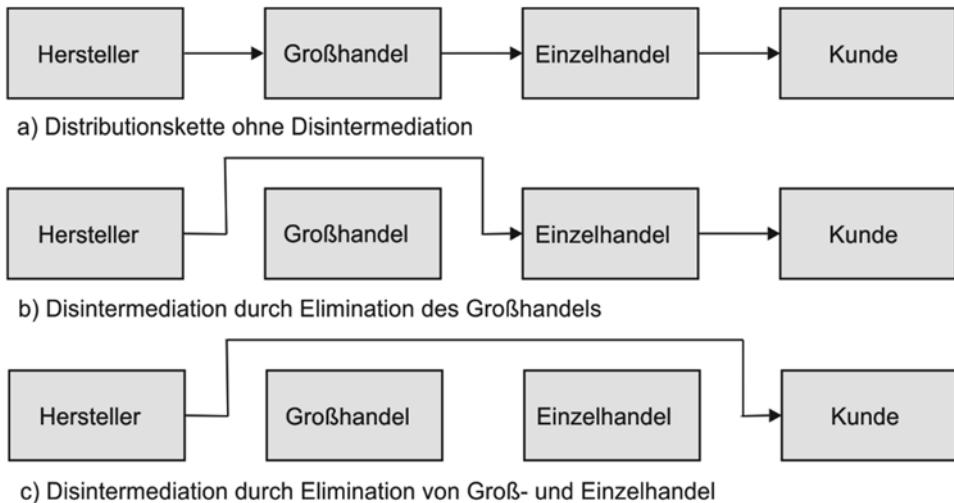


Abb. 10.15 Distributionsketten ohne und mit Disintermediation

Disintermediation bedeutet, dass Hersteller Funktionen des Handels übernehmen. Dem dadurch verursachten Mehraufwand stehen zwei wesentliche Vorteile gegenüber:

- Der Hersteller kann die bislang auf den Handel entfallende Marge selbst beanspruchen und so Mehreinnahmen erzielen oder wettbewerbsrelevante Preissenkungen realisieren, da sich der Mehraufwand in der Regel in Grenzen hält.
- Der Hersteller erhält direkten Kundenkontakt und damit Zugang zu kundenbezogenen Informationen, die sich z. B. für Zwecke des Marketing oder der Produktentwicklung verwenden lassen.

Neben der Disintermediation können elektronische Märkte auch den gegenteiligen Effekt begünstigen, die **Intermediation**. Auf elektronischen Märkten neu auftretende Anbieter können bestehende Wertschöpfungsketten aufbrechen, indem sie durch Spezialisierung auf bestimmte Wertschöpfungsstufen eine günstige Alternative zur Eigenfertigung offerieren. In bestehende Wertschöpfungsketten involvierten Unternehmen wird so die Möglichkeit geboten, entsprechende Aktivitäten auf spezialisierte Unternehmen – die Intermediäre – auszulagern und sich auf die Kernkompetenzen zu konzentrieren.

10.2.2.2 Arten von elektronischen Märkten

Elektronische Märkte sind nicht weniger vielfältig wie konventionelle Märkte. Dies verdeutlicht ihre Klassifizierung unter verschiedenen Blickwinkeln. Zur Klassifizierung eignen sich ähnliche Merkmale wie für konventionelle Märkte: Marktzugang, Marktteilnehmer, Reichweite, Marktbetreiber, Preisfindung, Verhandlungsparameter und Marktfokus. Eine Klassifizierung elektronischer Märkte nach diesen Merkmalen zeigt Abb. 10.16.

Klassifizierungsmerkmal	Ausprägungen			
Marktzugang	offen		geschlossen	
Marktteilnehmer	Business	Consumer	Administration	gemischt
Zentralisierungsgrad	zentral		dezentral	
Marktbetreiber	Intermediär		Marktteilnehmer	
Preisfindung	statisch		dynamisch	
Verhandlungsparameter	eindimensional		mehrdimensional	
Marktausrichtung	vertikal		horizontal	

Abb. 10.16 Klassifizierung elektronischer Märkte

Die verwendeten Klassifizierungsmerkmale und die unterschiedenen Ausprägungen werden nachfolgend kurz erläutert.

Nach dem Marktzugang unterscheidet man zwischen offenen und geschlossenen Märkten. Bei offenen Märkten ist die Teilnahme auf Anbieter- und Nachfragerseite nicht beschränkt, geschlossene Märkte werden dagegen nur für bestimmte Teilnehmer veranstaltet (z. B. Blumenmärkte für Großhändler).

Als Marktteilnehmer können auf Anbieter- und Nachfragerseite Unternehmen (Business), private Endverbraucher (Consumer), öffentliche Institutionen (Administration) oder Paare dieser Akteure (gemischt) auftreten. Es resultieren die bereits in Abb. 10.2 systematisierten Austauschbeziehungen bzw. Markttypen von BtB bis hin zu AtA. Von Bedeutung sind insbesondere:

- Beschaffungs-Marktplätze im BtB-Bereich,
- Verkaufs-Marktplätze im BtB-Bereich,
- von Intermediären betriebene Business-Marktplätze im BtB-Bereich,
- Shoppingmalls im Endkundengeschäft bzw. BtC-Bereich und
- von Intermediären veranstaltete Auktionen im CtC-Bereich.

Hinsichtlich des Zentralisierungsgrades wird zwischen zentralen und dezentralen Märkten unterschieden. Bei zentralen Märkten werden alle wesentlichen Handelsinformationen (Produktdaten, Lieferbedingungen und Preise) und Unterstützungsfunktionen (z. B. Suchfunktionen, Preisbildung) in einer Softwarelösung, auch bezeichnet als Marktplatz-System, zusammengefasst. Das System steht allen Marktteilnehmern, Anbietern und Nachfragern, gleichermaßen zur Verfügung. Im Falle dezentraler Märkte installiert z. B. jeder Anbieter einen eigenen elektronischen Verkaufs-Marktplatz. Informationsbeschaffung und Preisbildung erfolgen dann bilateral, indem Nachfrager die Angebote verschiedener Anbieter abfragen und vergleichen. Analoge Betrachtungen gelten für Beschaffungs-Marktplätze.

Marktbetreiber können Intermediäre oder Marktteilnehmer sein. **Intermediäre**, also Unternehmen mit Mittlerfunktion, werden in der Regel überbetriebliche Marktveranstaltungen organisieren, an denen je mehrere Anbieter und Nachfrager teilnehmen. Tritt dagegen ein Marktteilnehmer, Anbieter oder Nachfrager, als Betreiber auf, so liegen einzelbetriebliche Marktveranstaltungen vor. Dabei steht ein Anbieter mehreren Nachfragern gegenüber (Sell Side Solution), oder aber ein Nachfrager mehreren Anbietern (Buy Side Solution). Hinzuweisen ist hier auf den engen Zusammenhang zwischen Marktbetreibern und den von ihnen verfolgten Geschäftsmodellen (vgl. hierzu Abschn. 10.1.4).

Bei der Preisfindung lassen sich statische und dynamische Vorgehensweisen unterscheiden. Als statisch ist die einseitige Preisfestsetzung durch den Anbieter einzuordnen; Nachfrager können den Preis akzeptieren oder den Kauf unterlassen („take it or leave it“). Wird der Preis in einem schrittweisen Vorgehen ermittelt, wie z. B. bei einer Auktion, so liegt eine dynamische Preisfindung vor. In diesem Fall kommen in elektronischen Märkten die gleichen **Preisbildungsmechanismen** zur Anwendung wie in konventionellen Märkten (vgl. z. B. Zbornik (1996, S. 63): Börsen, Auktionen, Ausschreibungen, bilaterales Verhandeln und die Preisfestsetzung durch den Anbieter. Diese Mechanismen unterscheiden sich hinsichtlich der Vorgehensweise, der Automatisierbarkeit und der Hauptanwendungsbiete. Sie werden in Abb. 10.17 übersichtsartig behandelt.

Zu der einseitigen Preisfestsetzung sowie Auktionen und Software-Agenten sei noch folgendes angemerkt:

- Die einseitige Preisfestsetzung kann Preisdifferenzierungen nach der Zeit (z. B. Tageszeiten), der Kundenart, der Absatzmenge und dem Leistungsumfang (z. B. unterschiedliche Produktversionen) einschließen. Darüber hinaus kommt der Preisbündelung, d. h. dem Angebot eines Bündels von Produkten/Leistungen zu einem Preis, im E-Business eine große Bedeutung zu. Reine Bündelung liegt vor, wenn der Bezug der Einzelprodukte nicht möglich ist. Bei der gemischten Bündelung werden zugleich Einzelprodukte und Bündel angeboten. Als Beispiel für ein Bündel seien Office-Pakete genannt, die Einzelprodukte wie Textverarbeitung, Tabellenkalkulation und Präsentationsgrafik enthalten.
- Auktionen werden in der Regel durch Intermediäre organisiert, die auf die Erschließung neuer Absatzkanäle abzielen. Mit begleitenden Dienstleistungen wie Werbeaktionen und Zahlungsabwicklung soll das Transaktionsvolumen gesteigert werden. Für die Teilnehmer ist die Offenlegung konkurrierender Preisgebote während des Auktionsprozesses (bei der Englischen und der Holländischen Auktion) oder danach (bei der Höchstpreisauktion) meist von großem Interesse.
- Das Einsatzgebiet von **Software-Agenten** beschränkt sich hier nicht auf das Führen von Verhandlungen. Als in Grenzen autonom handelnde Programme können sie vielmehr auch zur Unterstützung von Börsen, Auktionen und Ausschreibungen eingesetzt werden.

Preisbildungsmechanismus	Erläuterung
Preissetzung durch den Anbieter	Bei der einseitigen Preisetzung durch den Anbieter sind neben festen Preisen pro Produkt verschiedene Formen der Preisdifferenzierung sowie Preisbündelungen möglich. Preisangaben, Konditionen sowie Angaben zu Preisdifferenzierung/-personalisierung, Optionen zu Nachverhandlungen usw. werden teils in elektronischen Produktkatalogen (z.B. Festpreise) oder z.B. in personalisierter Form auf Anforderung bereitgestellt.
Ausschreibungen	Bei elektronischen Ausschreibungen erfolgt die Preisbildung z.B. in den Phasen Aufforderung zur Angebotsabgabe, Angebotsabgabe und Angebotsprüfung/Vergabe. Ausschreibungen eignen sich vor allem für Käufermärkte, da sie zur Schaffung von Markttransparenz auf Nachfrageseite beitragen. Anwendungsfelder sind daher vor allem staatliche und teils auch privatwirtschaftliche Beschaffungsmaßnahmen und Auftragsvergabe (z.B. an Baufirmen). Wesentliche netzgestützte Ausschreibungen fallen also in die Kategorie AtB und BtB.
Auktionen und Börsen	<p>Elektronische Auktionen und Börsen führen Anbieter und Nachfrager homogener und durch wenige Merkmale vollständig beschreibbarer Produkte zusammen. Die Preisbildung erfolgt nach festen Regeln unter offener und verdeckter Abgabe von Angeboten und Kundengeboten. Bei der Englischen Auktion, der häufigsten Auktionsform im Internet, geben die Bieter sukzessive höhere Gebote ab, bis nur noch ein Bieter übrig bleibt. Wesentliche netzbasierte Auktionsformen sind:</p> <ul style="list-style-type: none"> • BtB-Auktionen mit einem geschlossenen professionellen Kundenkreis (z.B. Auktionen in der Holländischen Blumenindustrie in einem geschlossenen Netzwerk). • BtC-Auktionen mit einem offenen, globalen Kundenkreis im Internet (z.B. Versteigerung von Antiquitäten). • CtC-Auktionen privater Anbieter und Nachfrager im Internet für gebrauchte Produkte oder Sammelstücke. <p>Anders als bei Auktionen sehen Börsen die permanente gleichzeitige Abgabe von Angebots- und Nachfrageinformationen vor. Die durch Makler festgelegten Preise orientieren sich am Verhältnis zwischen Angebot und Nachfrage.</p>
bilaterales Verhandeln mit Software-Agenten	Im Gegensatz zu Börsen, Auktionen und teils auch Ausschreibungen, wo relativ wenige Produktparameter eine weitgehende Automatisierung von Preisbildungsmechanismen zulassen, liegen dem bilateralen Verhandeln Situationen zugrunde, die komplexere und zusätzliche Parameter, wie z.B. Lieferbedingungen, einschließen. In solchen Situationen bieten sich Software-Agenten an, die z.B. Käufer in elektronischen Märkten bei der Suche nach günstigen Angeboten und bei der Verhandlung über Preise und Konditionen unterstützen.

Abb. 10.17 Preisbildung in elektronischen Märkten

Kaufverhandlungen können sich auf einen oder mehrere Verhandlungsparameter erstrecken. Im ersten Fall liegt eine eindimensionale, in der Regel den Preis betreffende Verhandlung vor. Im zweiten, mehrdimensionalen Fall kommen neben dem Preis noch weitere Parameter wie Serviceaspekte und Lieferbedingungen hinzu.

Die Differenzierung nach horizontalen und vertikalen Märkten orientiert sich an den betroffenen Branchen und der Leistungsstruktur:

- Ein **horizontaler Markt** liegt vor, wenn bestimmte Produkte oder Leistungen an Unternehmen verschiedener Branchen verkauft werden. Ein Beispiel ist der Verkauf von Büroartikeln an Abnehmer aus unterschiedlichen Branchen.

- Ein **vertikaler Markt** ist gegeben, wenn Produkte oder Leistungen, die aufeinander folgenden Stufen der Wertschöpfungskette einer bestimmten Branche entstammen, an Abnehmer verkauft werden. Häufig werden hierbei Produkte/Leistungen zu Bündeln bzw. (Gesamt-)Lösungen zusammengefasst und vertrieben. Abhängig von der Fertigungsbreite wird der Anbieter gegebenenfalls Teile oder Komponenten einer Gesamtlösung zukaufen. Ein Beispiel ist ein Hersteller und Anbieter von Dialysegeräten, der z. B. aus Spezialglas bestehende Komponenten zukauf und z. B. Wartungs-, Reparatur- und Schulungsdienste in sein gebündeltes Angebot einbezieht.

Softwarelösungen für elektronische Märkte bzw. Marktplatz-Systeme gehören zu den im E-Business eingesetzten Informationssystemen. Sie werden in Abschn. 10.4.1 behandelt.

10.2.3 Elektronische Hierarchien

Im organisatorischen Kontext bezeichnet der Begriff der Hierarchie meist eine bestimmte organisatorische Struktur von Unternehmen, die hierarchische Organisationsform. Sie basiert auf einem Regelwerk, das die Hierarchiestufen mit Weisungsbefugnissen und Berichtspflichten der Führungskräfte und Mitarbeiter sowie die Aufgabengebiete und Routinen zur verteilten Leistungserstellung einschließlich der Kommunikationswege festlegt.

Hierarchische Beziehungen bestehen allerdings nicht nur innerhalb eines Unternehmens. Vielmehr lassen sich vielfältige Beziehungen zwischen Unternehmen in vielen Bereichen der Wirtschaft beobachten, die als hierarchisch einzustufen sind. Beispielsweise zwischen Konzernköchtern und dem Stammhaus oder zwischen Lieferanten und dominierenden Großabnehmern. Malone et al. (1987) sprechen in diesem Zusammenhang von zwischenbetrieblichen oder interorganisationalen Hierarchien. Bekanntere Erscheinungsformen sind Nachfrager- und Anbieterhierarchien (vgl. Zbornik 1996, S. 60):

- Im Falle der Nachfragerhierarchie steht ein Abnehmer mehreren Anbietern gegenüber. Als alleiniger Nachfrager hat er maßgeblichen Einfluss auf Leistungsgestaltung und -konditionen (Design, Preis, Qualität und Lieferkonditionen). Nachfragerhierarchien treten z. B. in der Automobilindustrie auf. Dort konkurrieren häufig mehrere Anbieter um die Belieferung eines Herstellers mit Fahrzeugteilen oder -komponenten.
- Bei einer Anbieterhierarchie tritt ein alleiniger Anbieter eines nachgefragten Produktes auf. Die Nachfrager können daher keine Auswahl zwischen verschiedenen Anbietern treffen und die Leistungsbeziehungen nicht maßgeblich beeinflussen. Beispiele für Anbieterhierarchien sind der Handel mit Original-Ersatzteilen in der Automobilindustrie und der Vertrieb von Markenprodukten über den Einzelhandel.

Bei elektronischen Hierarchien kommt der Technologieeinsatz ins Spiel. Sie entstehen durch Überlagerung zwischenbetrieblicher Hierarchien und unterstützender IuK-Technologien:

► **Elektronische Hierarchien** sind mit Hilfe von IuK-Technologien realisierte zwischenbetriebliche Hierarchien, d. h., Kooperationsformen von Unternehmen, die einerseits mit auf Macht und Autorität basierenden Weisungen und Regeln koordiniert werden und sich andererseits durch die Unterstützung der Geschäftsbeziehungen mit IuK-Technologien auszeichnen.

Der Technologieeinsatz bei elektronischen Hierarchien erstreckt sich auf die Transaktions- und Kommunikationsunterstützung im Rahmen von Geschäftsbeziehungen mit einem dominanten Partner. Welche technologische Lösung sich für die Transaktionsunterstützung anbietet, richtet sich nach der Art der Hierarchie und der Anzahl der abhängigen Nachfrager oder Anbieter:

Im Falle einer elektronischen **Nachfragerhierarchie** kommen zwei Sourcing-Lösungen in Frage (vgl. hierzu auch das BtB-Geschäftsmodell Sourcing in Abschn. 10.1.4.3):

- die 1:1-Beschaffungslösung und
- der 1:n-Beschaffungs-Marktplatz.

Die 1:1-Beschaffungslösung empfiehlt sich bei einer geringeren Anzahl von Anbietern/Lieferanten. Der Nachfrager hat dann die Möglichkeit, seine dominante Position fallweise in bilaterale Geschäftsbeziehungen einzubringen. Bei einer größeren Anzahl von Anbietern wird man aus Aufwandsgründen eher eine standardisierte Lösung, d. h. einen 1:n-Beschaffungs-Marktplatz, wählen. Die dominierende Stellung des Nachfragers kann sich z. B. in der Gestaltung als Angebots-Plattform niederschlagen, die sich an Lieferanten richtet und Lieferangebote mit fest vorgegebenen Konditionen offeriert.

In analoger Weise kommen bei einer elektronischen **Anbieterhierarchie** prinzipiell zwei Sales-Lösungen in Frage (vgl. hierzu auch das BtB-Geschäftsmodell Sales in Abschn. 10.1.4.3):

- die 1:1-Verkaufslösung und
- der 1:n-Verkaufs-Marktplatz.

Die 1:1-Verkaufslösung ist bei einer geringeren Anzahl von Nachfragern eine sinnvolle Wahl. Handelt es sich hierbei allerdings, wie es meist der Fall sein dürfte, um Großkunden, dann wird der Anbieter kaum eine sehr dominante Position behaupten können. Liegt dagegen eine größere Anzahl von Nachfragern vor, so bietet sich ein 1:n-Verkaufs-Marktplatz an. Mit dieser Lösung hat der Anbieter die Möglichkeit, Verkaufspreise und -konditionen – wie etwa bei dem Verkauf von Original-Ersatzteilen – einheitlich und strikt vorzugeben.

Für die routinemäßige Geschäftskommunikation in elektronischen Hierarchien stehen spezielle Kommunikationsverfahren und -netze zur Verfügung. Hierzu gehören:

- der Austausch von Geschäftsdaten mit dem klassischen EDI-Verfahren,
- der Austausch geschäftlicher Informationen mittels XML-Formaten und
- die Geschäftskommunikation in Extranets.

EDI-Standards und XML-Formate eignen sich besonders für 1:1-Beschaffungslösungen und 1:1-Verkaufslösungen, wobei der Datenaustausch aus Sicherheitsgründen in Extranets abgewickelt werden kann. Bei einem begrenzten und wohldefinierten Kreis von Lieferanten oder Kunden kann die Geschäftskommunikation auch im Fall von 1:n-Beschaffungs- oder 1:n-Verkaufs-Marktplätzen in Extranets erfolgen.

10.2.4 Elektronische Netzwerke

In Abschn. 10.2.1 wurden bereits (Unternehmens-)Netzwerke als Kooperationsformen von Unternehmen beschrieben, die sich in der großen Bandbreite zwischen den Polen Markt und Hierarchie bewegen. Auch wurden Charakteristika und Beispiele für Netzwerke angegeben. An diesen Ausführungen anknüpfend werden im Folgenden

- Entstehung, Begriff und Wesen **elektronischer Netzwerke** (vgl. Abschn. 10.2.4.1) und
- Arten von elektronischen Netzwerken (vgl. Abschn. 10.2.4.2) behandelt.

10.2.4.1 Entstehung, Begriff und Wesen elektronischer Netzwerke

Zwischenbetriebliche Netzwerke entstehen häufig im Zuge der Funktionsinternalisierung oder -externalisierung. Bestehende Beziehungen zwischen Unternehmen können durch solche Maßnahmen intensiviert und zu Netzwerken ausgebaut werden. Motive für die Netzwerkbildung – in Abgrenzung zur Beziehungsgestaltung in Märkten und Hierarchien – liefert zunächst der Transaktionskostenansatz. Nach Sydow (1992, S. 271) weist das Netzwerk Transaktionskostenvorteile gegenüber dem Markt auf, so z. B.

- geringere Kosten bei der Suche nach geeigneten Geschäftspartnern und
- besserer Informationsfluss aufgrund engerer Kopplung der Geschäftspartner,

aber auch gegenüber der Hierarchie, wie etwa

- einfachere Revision einer getroffenen Kooperationsentscheidung und
- sensiblere Reaktion auf Veränderungen der Umwelt.

Neben den wettbewerbsrelevanten Transaktionskostenvorteilen dürften aber auch weitere Wettbewerbsvorteile für die Herausbildung von Netzwerken verantwortlich sein. Als wesentliche Einflussfaktoren in diesem Zusammenhang nennt Siebert (1991, S. 300 ff.) folgende in einem Netzwerk besser zu organisierende Wettbewerbsformen:

- den Innovationswettbewerb,
- den Zeitwettbewerb,
- den Qualitätswettbewerb und
- den Kosten- oder Preiswettbewerb.

In Abb. 10.18 werden diese vier Einflussfaktoren in kompakter Weise beschrieben.

Aus der Beschreibung der Wettbewerbsfelder in Abb. 10.18 gehen implizit einige wesentliche Aktivitätsbereiche von Unternehmens-Netzwerken hervor, wie z. B. Logistik, Beschaffung und Qualitätswesen. Während in Märkten und Hierarchien Geschäftstransaktionen im Vordergrund stehen, die Kauf- oder Lieferverträge betreffen, beziehen sich Netzwerke demnach auch auf Bereiche und Aktivitäten, die sich nicht unmittelbar durch monetäre Transaktionen charakterisieren lassen. Zu nennen sind hier z. B. die gemeinsame Forschung und Entwicklung sowie die gemeinsame Aus-/Weiterbildung von Personal.

Werden zielgerichtete Kooperationen von Unternehmen in Netzwerken durch IuK-Technologien unterstützt, so liegen elektronische Netzwerke vor. Sie lassen sich etwa wie folgt abgrenzen:

Einflussfaktor	Erläuterung
Innovationswettbewerb	Erfordert die Entwicklung innovativer Produkte/Dienste forschungsbezogenes Know-how in mehreren komplementären Wissensgebieten, über das ein Unternehmen allein nicht verfügt, so können mehrere Unternehmen durch Kooperation die erforderliche Innovationskraft gemeinsam aufbringen und Wettbewerbsvorteile erringen.
Zeitwettbewerb	In einer Dimension des Zeitwettbewerbs, der Lieferfähigkeit, kann die enge Zusammenarbeit von Lieferanten und Abnehmern, z.B. im Sinne von Just-in-Time-Konzepten, zu Zeitvorteilen aufgrund höherer Lieferfähigkeit führen. In einer weiteren Dimension, der Entwicklungszeit, eröffnen Kooperationen die Möglichkeit, übliche sequentielle Entwicklungsprozesse durch überlappende oder parallele Vorgehensweisen zu ersetzen (Simultaneous oder Concurrent Engineering) und so die Entwicklungszeit zu reduzieren.
Qualitätswettbewerb	Bei marktlich koordiniertem Leistungsaustausch sind Abnehmer von Vorprodukten aufgrund der Informationsasymmetrien in Märkten gezwungen, die Vorprodukte zu prüfen, um den Qualitätsanforderungen an Endprodukte zu genügen. Durch enge Kooperation im Netzwerk, insbesondere durch Vertrauensstiftung und Informationsintegration (z.B. Zugriff des Abnehmers auf Produktinformationen des Zulieferers), lassen sich Informationsasymmetrien soweit reduzieren, dass Qualitätsprüfungen auf Abnehmerseite entfallen können.
Kosten-/Preiswettbewerb	Hinsichtlich des Kosten-/Preiswettbewerbs ergeben sich für kooperierende Unternehmen z.B. auf Beschaffungsseite Größenvorteile (Economies of Scale) wie etwa günstigere Konditionen. Auch können bei Partnern im Netzwerk aufgrund des gegebenen Vertrauensverhältnisses gegebenenfalls sensible Produkte beschafft werden, ohne dem bei der Beschaffung im Markt drohenden Abhängigkeitsverhältnis ausgesetzt zu sein.

Abb. 10.18 Einflussfaktoren für die Herausbildung von Netzwerken (vgl. auch Siebert 1991, S. 300 ff.)

► **Elektronische Netzwerke** sind zielgerichtete Kooperationen von rechtlich selbstständigen und autonomen Unternehmen, die mit Hilfe von IuK-Technologien realisiert werden und marktliche sowie hierarchische Elemente in unterschiedlichen Anteilen enthalten.

Einen Schwerpunkt des Technologieeinsatzes bei elektronischen Netzwerken bildet die Kommunikationsunterstützung. Die Breite und Vielfalt der Aktivitätsfelder eröffnet Spielräume für den Einsatz unterschiedlicher **Kommunikations-Standards**. Als Beispiele seien genannt:

- Die Unterstützung von Geschäftstransaktionen mit Hilfe von EDI-Standards oder XML-Formaten.
- Der Austausch von Produktdaten im Rahmen kooperativer Produktentwicklungen mit dem Standard STEP (Standard for the Exchange of Product Data Model).
- Der Austausch von Konstruktionsdaten im Rahmen von Entwicklungskooperationen mit dem Standard IGES (Initial Graphics Exchange Specification).

Ein weiterer Schwerpunkt des Technologieeinsatzes besteht in der gemeinschaftlichen Nutzung von Softwarelösungen, die sich am Kooperationszweck orientieren. Ihre Ausgestaltung und insbesondere Funktionalität variieren in der Praxis erheblich. Eine Option ist z. B. eine Portallösung, die von einem der in einem Unternehmensnetzwerk kooperierenden Unternehmen betrieben wird. Die über das Portal zugänglichen Funktionen hängen vom Kooperationszweck ab. Im Fall der Zusammenarbeit von Unternehmen auf dem Gebiet der Forschung und Entwicklung könnten etwa Funktionen zur Unterstützung der Projektstrukturierung, zur Termin-, Kosten- und Kapazitätsplanung, zur Fortschrittskontrolle, zur Informationsrecherche und zur Berichtsgenerierung einbezogen werden.

10.2.4.2 Arten von elektronischen Netzwerken

Zur Abgrenzung von Netzwerkarten wird hier eine Netzwerktopologie von Sydow und Winand (1998) herangezogen. Sie nimmt eine Typisierung mittels zweier Kriterien vor:

- dem Maß an Dauerhaftigkeit von Netzwerken und
- dem Maß an Steuerung und Struktur.

Das Maß an Dauerhaftigkeit variiert von stabil bis dynamisch. Stabile Netze sind längerfristig angelegt, dynamische Netze dagegen nur für einen begrenzten Zeitraum. Das Maß an Steuerung und Struktur reicht von heterarchisch/polyzentrisch bis hierarchisch. In einem heterarchisch/polyzentrischen Netzwerk sind die Partner gleichberechtigt. Beispiele hierfür sind regionale Kooperationen mittelständischer Unternehmen sowie Forschungs- und Entwicklungsallianzen großer Unternehmen. Bei einem hierarchisch koordinierten Netzwerk konzentriert sich die Macht auf ein oder wenige Unternehmen, denen in der Rangordnung abgestufte Partner gegenüber stehen. Das/die führenden Unternehmen übernehmen Aufgaben wie z. B. Auswahl der Netzwerkpartner, Steuerung des Wissenstransfers zwischen den Partnern und Evaluation der erbrachten Leistungen.

Mittels der genannten Kriterien lässt sich ein Raum zur Typisierung von Netzwerken aufspannen. Eine Einordnung verschiedener Netzwerktypen in diesen Raum zeigt Abb. 10.19. In virtuelle Unternehmen gehen, wie ihre zentrale Positionierung zeigt, Eigenschaften der übrigen Netzwerktypen ein. Nachfolgend werden die einzelnen Netzwerktypen charakterisiert (vgl. hierzu Sydow und Winand 1998, S. 15 ff.).

Strategische Netzwerke sind eher hierarchisch organisiert und relativ stabil. Häufig sind die übrigen Partner von dem/den führenden Unternehmen wirtschaftlich abhängig. Im Vordergrund steht meist die Erschließung und Absicherung von wettbewerbsorientierten Potenzialen.

Projekt-Netzwerke, auch bezeichnet als Dynamische Netzwerke, sind flexible und eher kurzfristig angelegte Kooperationsstrukturen, die für einen bestimmten Zweck gebildet und nach dessen Erfüllung wieder aufgelöst werden. Der Aspekt der Kurzfristigkeit kommt z. B. in der Laufzeit abgeschlossener Verträge zum Ausdruck. Nicht selten werden allerdings kurzfristige Verträge auf einer langfristig orientierten Kooperationsbereitschaft potenzieller Projektpartner fußen.

Regionale Netzwerke setzen sich aus gleichberechtigten Partnern aus einer Region zusammen. Die Gleichberechtigung kann allerdings zu Uneinheitlichkeiten hinsichtlich verfolgter Strategien und Koordinationsmechanismen führen. Diese Gefahr verringert sich, wenn z. B. ein Partner eine Führungsrolle übernimmt.

Virtuelle Unternehmen sind eine spezielle Form elektronischer Netze. Wie die folgende Abgrenzung zeigt, spielen der Einsatz von IuK-Technologien für Koordinationszwecke und die Zusammenführung der Kernkompetenzen der Partner eine wesentliche Rolle:

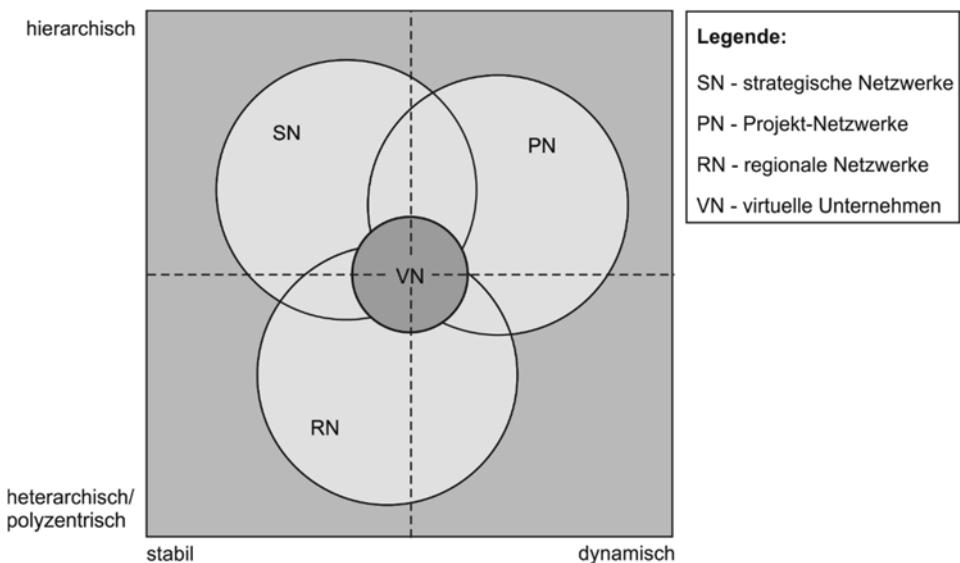


Abb. 10.19 Netzwerktopologie nach Sydow und Winand (1998, S. 16)

-
- Ein **virtuelles Unternehmen** ist ein durch den zeitlich begrenzten Zusammenschluss mehrerer selbstständiger Unternehmen gebildetes künstliches Unternehmen, das mit Hilfe von IuK-Technologien realisiert und koordiniert wird und dem Zweck dient, einen Kundenauftrag, der von einem Unternehmen allein nicht ausgeführt werden könnte, durch den kombinierten Einsatz der Kernkompetenzen der beteiligten Unternehmen zu erfüllen.

Gegenüber dem Auftraggeber präsentiert sich ein virtuelles Unternehmen als ein Unternehmen. Die Leistungserstellung verteilt sich jedoch auf die Partner. Weitere wesentliche Merkmale sind zudem die zeitliche Begrenzung der Zusammenarbeit, die Schnelligkeit der Bildung des Zusammenschlusses und die weltweite Reichweite der Kooperation. Das Konzept virtueller Unternehmen gestattet es den Partnern daher, besonders flexibel auf sich ändernde Marktsituationen zu reagieren und weltweit Chancen für komplexe, anspruchsvolle Produktentwicklungs- oder Fertigungsaufträge wahrzunehmen (vgl. Hardwick und Bolton 1997).

10.3 Kommunikationssysteme im Electronic Business

Kommunikationssysteme stellen eine Basistechnologie dar, die erst einen Leistungsaustausch zwischen den Akteuren des Electronic Business ermöglicht. Sie lassen sich etwa wie folgt abgrenzen:

- Als **Kommunikationssysteme** bezeichnet man aus Hard- und Softwarekomponenten (Geräten, Netzen, Übertragungsverfahren und Übertragungsprotokollen) bestehende technische Systeme, die der Übertragung von Informationen zwischen Kommunikationspartnern dienen.

Im Electronic Business interessiert weniger die technische Sicht auf Kommunikationssysteme, die mit der Betrachtung der Datenübertragung in Rechnernetzen in Abschn. 3.2 bereits erörtert wurde. Im Vordergrund steht vielmehr eine anwendungsorientierte Sicht auf die geschäftliche Kommunikation, die nach Kommunikationspartnern und Anforderungen an die Informationsübertragung differenziert. Sie führt zur Frage nach der Verfolgung bestimmter Kommunikationsstrategien in den verschiedenen Bereichen der geschäftlichen Kommunikation, mit der sich der Abschn. 10.3.1 befasst. Aufgrund ihrer besonderen praktischen Bedeutung werden in den beiden folgenden Abschnitten zwei Kommunikationsverfahren näher betrachtet: der Geschäftsdatenaustausch mit dem EDI-Verfahren in Abschn. 10.3.2 und mittels XML-Formaten in Abschn. 10.3.3.

10.3.1 Kommunikationsstrategien

Für den Informationsaustausch in und zwischen Unternehmen steht einerseits eine Vielfalt von Kommunikationstechnologien zur Verfügung, die sich nach Kommunikationsmedien,

Übertragungswegen und Übertragungsdiensten unterscheiden. Andererseits existiert auch eine Vielfalt von internen und externen Partnern, die an der Geschäftskommunikation in unterschiedlicher Art und Intensität teilnehmen. Für unterschiedliche Bereiche des Informationsaustauschs bieten sich daher unterschiedliche Kommunikationsstrategien an:

- Eine **Kommunikationsstrategie** bezeichnet den Einsatz einer bestimmten Kommunikationstechnologie für einen abgegrenzten Bereich des geschäftlichen Informationsaustauschs, der sich durch spezifische Kommunikationsmerkmale auszeichnet.

Zu den Kommunikationsmerkmalen zählen Art, Format, Umfang, Bedeutung der ausgetauschten Information, Dauer, Zeitpunkt/Anlass, Häufigkeit des Austauschs, sowie Aspekte der Informationssicherheit und des Datenschutzes.

In der Praxis haben sich einige Kommunikationssysteme bzw. -netze herausgebildet, die auf bestimmte Gruppen von Kommunikationspartnern zugeschnitten sind und bestimmte Bereiche der Geschäftskommunikation abdecken. Sie bilden sinnvolle Elemente betrieblicher Kommunikationsstrategien, da sie sich im praktischen Einsatz bereits hingänglich bewährt haben. In Abb. 10.20 werden sie in ein System von immer weiter reichen den Kommunikationskreisen eingeordnet.

Ausgangs- und Endpunkt, d. h. Quelle und Senke, aller Kommunikationsvorgänge bildet die zentrale und dezentrale betriebliche Informationsverarbeitung (IV). Hier werden die eingehenden Informationen abgelegt, verarbeitet und ausgegeben, und hier werden die ausgehenden Informationen entnommen. Um den Kern der betrieblichen IV ist ein System von abgestuften Kommunikationskreisen angeordnet, mit dem sich entsprechend einzusetzende Kommunikationsstrategien verbinden, nämlich:

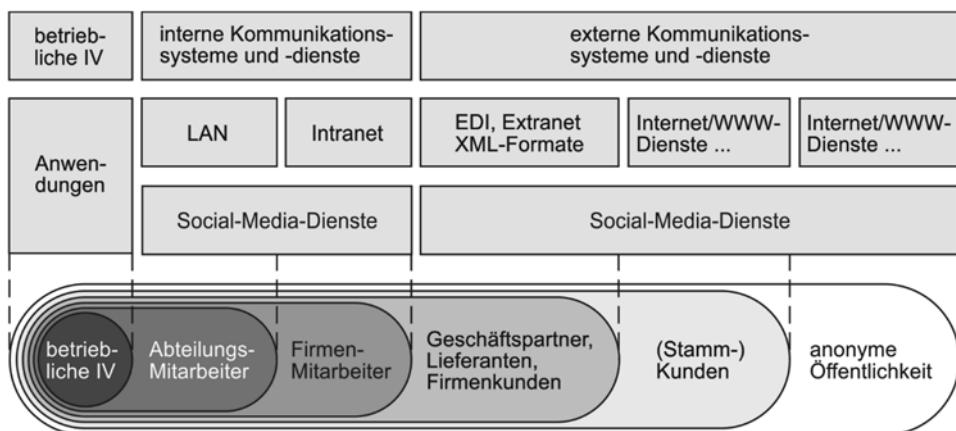


Abb. 10.20 Betriebliche Kommunikationsstrategien – ein System kreisförmig abgestufter Kommunikationsdienste

- Abwicklung der Kommunikation innerhalb von Abteilungen mit abteilungsbezogenen LAN,
- Abwicklung der Kommunikation innerhalb eines Unternehmens mittels eines Intranet,
- Abwicklung der Kommunikation mit Geschäftspartnern, Lieferanten und Firmenkunden mittels EDI, XML-Formaten und Extranets,
- Abwicklung der Kommunikation mit (Stamm-)Kunden mittels Internet/WWW und den dort verfügbaren Übertragungsdiensten,
- Abwicklung der Kommunikation mit (potenziellen) Kunden als Teil der anonymen Öffentlichkeit mittels Internet/WWW-Diensten.

Hinzu kommen verschiedene Social-Media-Dienste, die bereits intensiv für Zwecke der internen und externen Kommunikation in den Unternehmen eingesetzt werden. Sie bilden eine eigenständige Gruppe von Systemen, deren Anwendungsbereich über die Unternehmenskommunikation hinausgeht. Daher werden sie in einem separaten Kapitel behandelt (vgl. Kap. 12).

Mit den genannten, auf verschiedene Kommunikationspartner abgestimmten Kommunikationsstrategien wird ein Grundkonzept der betrieblichen Kommunikation beschrieben, das auf dem Einsatz einer Kombination von Kommunikationssystemen in den beiden Bereichen der internen und der externen Kommunikation beruht.

Im Bereich der internen Kommunikation auf Abteilungsebene hat sich das LAN etabliert. Ein abteilungsweites LAN verbindet die Arbeitsplatzrechner der Mitarbeiter einer Abteilung. Geprägt wird die abteilungsinterne Kommunikation durch die Mitwirkung der Mitarbeiter an gemeinschaftlichen Geschäftsprozessen und Gruppenarbeitsprozessen. In beiden Fällen spielt der Austausch von Geschäftsdokumenten eine zentrale Rolle. Auf der Basis des LAN kann ein (abteilungs-)interner Austausch von Geschäftsinformationen z. B. mit Hilfe von Dokumenten- oder Contentmanagement-Systemen erfolgen.

Im Bereich der unternehmensweiten Kommunikation spielt das **Intranet** (vgl. Abschn. 4.5) eine zentrale Rolle. Da es auf den gleichen Protokollen und Standards basiert wie das Internet, können prinzipiell sämtliche mit der Internet-Technologie gebotenen Möglichkeiten hinsichtlich Darstellung, Aufbereitung und Austausch multimedialer Informationen genutzt werden. Mit dem Intranet wird ein großer Teil der netzbasierten Kommunikation in Unternehmen abgewickelt. Insbesondere in Verbindung mit der Nutzung folgender IuK-Technologien:

- Anwendungssysteme, z. B. Systeme der operativen betrieblichen Informationsverarbeitung wie Procurement-Systeme, Customer-Relationship-Management-Systeme und ERP-Systeme.
- Arbeitsplatzsysteme, z. B. Office-Systeme mit Komponenten, die von Textverarbeitung und Tabellenkalkulation über Grafiksoftware und Terminverwaltung bis hin zu Web-Browsern reichen.
- Informatiostplattformen, z. B. Contentmanagement-Systeme, Web-/Dateiserver, Datenbanken, Verzeichnisdienste zur Bereitstellung einer großen Bandbreite von Informatio-

nen wie etwa Termine, Adressen/Kontaktdaten, Vorträge, Raumbelegungspläne, Berichte und Formulare.

- Kommunikationsplattformen, z. B. Chaträume, Diskussionsforen und Video-Konferenzen.

Betrachtet man die externen Kommunikationspartner eines Unternehmens, so lassen sich recht unterschiedliche Anforderungen an den Informationsaustausch feststellen. Eine grobe Einteilung nimmt die Abb. 10.20 vor. Demnach können drei Kommunikationskreise mit spezifischen Kommunikationsmerkmalen unterschieden werden:

- (1) **Fest etablierte Kommunikationsbeziehungen** mit Geschäftspartnern, Lieferanten und Großkunden zeichnen sich tendenziell durch eine hohe Intensität hinsichtlich Kontakthäufigkeit und übertragenem Datenvolumen bei einer relativ geringen Anzahl von Kommunikationspartnern aus.
- (2) **Regelmäßige Kontakte** finden auch mit (Stamm-)Kunden statt, jedoch mit geringerer Intensität pro Kunde bei einer tendenziell wesentlich höheren Anzahl von Kommunikationspartnern. Neben der kundenbezogenen Geschäftsabwicklung (z. B. Bestellungen, Rechnungen) spielt hier die Kommunikation im Rahmen von Kundenbindungsmaßnahmen eine besondere Rolle.
- (3) **Sporadische Kontakte** kennzeichnen das Verhältnis zur anonymen Öffentlichkeit. Hier geht es vor allem darum, produktbezogene Informationen einem möglichst breiten Kreis von potenziellen Kunden zugänglich zu machen.

Für intensivere und teils auch regelmäßige Kommunikationsbeziehungen ist das Extranet besonders geeignet. Als Kommunikationsverfahren innerhalb Extranets kommen EDI und die XML-basierte Datenübertragung in Frage. Für regelmäßige Kontakte geringer Intensität und sporadische Kontakte stehen die verschiedenen Übertragungsdienste von Internet/WWW (z. B. E-Mail, FTP), aber auch die im Rahmen von 1:n-Beschaffungs- und Verkaufs-Marktplätzen, von Business-Marktplätzen und Online-Shops genutzten Übertragungswege zur Verfügung.

Im BtB-Bereich ermöglichen Extranets bekanntlich eine enge und exklusive Verbindung von Unternehmen. Je nach Art des Kooperationspartners erfolgt die Einbindung des Partners in die Wertschöpfungskette eines Unternehmens an unterschiedlichen Stellen (vgl. Merz 1999, S. 313 ff.):

- Vertriebspartner erhalten Zugriff auf interne Produktinformationen, Ankündigungen, Marktanalysen und andere Marketinginformationen.
- Lieferanten erhalten die Möglichkeit, an Ausschreibungsverfahren teilzunehmen, Angebote einzureichen oder auf das Einkaufssystem des Unternehmens zuzugreifen und Einkaufspreise zu aktualisieren.
- Kunden werden in die Lage versetzt, einen individuellen Support in Anspruch zu nehmen oder Dienste im Rahmen der Kundenbetreuung zu nutzen.

Teilnehmer eines Extranets können darüber hinaus auch Dienstleistungsunternehmen wie Banken sowie Behörden wie Finanzämter sein. Im Falle von Banken bietet sich im Rahmen eines Extranets z. B. das Homebanking oder die Ermittlung von Konditionen für die Kreditvergabe an, während z. B. an Finanzämter Daten für die Steuererklärung übermittelt werden können.

Zwei besonders bedeutsame Kommunikationstechnologien im BtB-Bereich stellen das EDI-Verfahren und die Datenübertragung mit XML-Formaten dar. Sie werden in den beiden nachfolgenden Abschn. 10.3.2 und 10.3.3 behandelt.

10.3.2 EDI-basierte Geschäftskommunikation

Bereits in Abschn. 9.3.1 wurde EDI als Verfahren zum interorganisatorischen Austausch von Geschäftsinformation begrifflich abgegrenzt und dem konventionellen Austausch von Geschäftsdokumenten gegenübergestellt. Ausgeklammert wurden dabei Aspekte wie Verwendung standardisierter Datenformate, Aufbau und Funktionsweise von Systemen der EDI-basierten Geschäftskommunikation sowie deren Nutzen und Risiken. Eben mit diesen Aspekten befassen sich die drei folgenden Abschnitte. Behandelt werden im Einzelnen:

- EDI-Standards für den Geschäftsdatenaustausch (vgl. Abschn. 10.3.2.1),
- Ablaufmodell und Nutzungsformen des EDI (vgl. Abschn. 10.3.2.2) und
- Nutzen und Risiken des EDI (vgl. Abschn. 10.3.2.3).

10.3.2.1 EDI-Standards für den Geschäftsdatenaustausch

EDI-Verfahren dienen der Übertragung strukturierter und standardisierter Geschäftsdaten. Um welche Daten es sich dabei handeln kann, zeigt Übersicht typischer strukturierter Geschäftsdaten in Abb. 10.21. Durchweg sind diese Daten der operativen betrieblichen Informationsverarbeitung zuzuordnen.

Die in Abb. 10.21 ebenfalls angegebenen Empfänger von Geschäftsdaten können nationale oder internationale Akteure des E-Business sein. Sie lassen sich teils auch bestimmten Branchen zuordnen. Beide Aspekte finden sich in entsprechenden **EDI-Standards** wieder, die sich im EDI-Bereich herausgebildet haben. Nach ihrer Reichweite lassen sich die EDI-Standards demnach unterteilen in nationale und internationale sowie branchenspezifische und branchenübergreifende Standards. Eine Übersicht einiger wesentlicher EDI-Standards zeigt Abb. 10.22.

Was die zeitliche Gültigkeit betrifft, erweist sich z. B. der bereits ältere Standard TRADACOMS (UK, Handel) als langlebig. Dagegen wurde z. B. der frühere Standard SEDAS (Deutschland, Handel) mittlerweile durch EANCOM abgelöst. Besondere Bedeutung besitzt der weltweite EDIFACT-Standard. Er wird daher kurz kommentiert.

Von der UN/ECE, der Wirtschaftskommission für Europa der Vereinten Nationen, wurde bereits in den 1970er-Jahren eine Arbeitsgruppe zur „Erleichterung von Verfahren im internationalen Handel“ eingesetzt. Ihr Ziel bestand in der Entwicklung eines weltweiten, branchenübergreifenden Standards für elektronische Geschäftsdokumente. Das Er-

Typen von Geschäftsdaten	Empfänger der Geschäftsdaten				
	Lieferanten	Kunden	Logistik-unternehmen	Kredit-institute	Behörden
Bestellung	X				
Lieferabruf	X				
Materialbestand	X				
Abverkaufszahlen	X				
Zahlungsavis	X				
Partnerstammdaten	X	X			
Konstruktionsdaten	X	X			
Qualitätsdaten	X	X			
Rechnung		X			
Bestellbestätigung		X			
Lieferavis		X			
Angebot		X			
Artikelbestand		X			
Liefermeldung		X			
Preisliste		X			
Transportauftrag			X		
Auftragsbestätigung			X		
Ankunftsmeldung			X		
Frachtrechnung			X		
Lastschrift				X	
Überweisung				X	
Steuermeldung					X
Meldung über Gehälter u. Sozialabgaben					X
Zollanmeldungsantrag					X

Abb. 10.21 Typen von Geschäftsdaten und zugehörige Empfänger (nach S. 3)

Reichweite	Nationaler Standard	Internationaler Standard
Branchen-spezifisch	EANCOM (Deutschland, Handel) GENCOD (Frankreich, Handel) TRADACOMS (UK, Handel) AECOM (Spanien, Handel) VDA (Deutschland, Automotive) GALIA (Frankreich, Automotive) ...	ODETTE (Europa, Automotive) CEFIC (Europa, Chemie) SWIFT (Welt, Finanzen) EDIFICE (Europa, Elektronik) ...
Branchen-übergreifend	ANSI X.12 (USA, Australien)	EDIFACT (Welt)

Abb. 10.22 Übersicht einiger wesentlicher EDI-Standards

gebnis, der UN/EDIFACT-Standard, wurde 1987 veröffentlicht. Zwischenzeitlich wurde **EDIFACT** von der internationalen Standardisierungsbehörde ISO zu einer ISO-Norm und von dem Deutschen Institut für Normung zu einer DIN-Norm erhoben. EDIFACT ist zwar allgemeingültig angelegt, geht jedoch auf Besonderheiten der verschiedenen Länder ein und ist daher relativ komplex und unübersichtlich. Aus diesem Grunde wurden branchen- und firmenspezifische Teilstandards auf EDIFACT-Basis, sogenannte **EDIFACT-Subsets**, definiert. Beispiele solcher EDIFACT-Subsets sind EANCOM (Konsumgüterwirtschaft), EDIBDB (Baustoffbranche), EDITEX (Mode, Textilwirtschaft), EDITRANS (Transportwirtschaft), ODETTE (Automobilindustrie). Inzwischen ging der „Wildwuchs“ von EDIFACT-Subsets erheblich zurück. Bestimmte Standards wie z. B. EANCOM haben sich durchgesetzt.

10.3.2.2 Ablaufmodell und Nutzungsformen des EDI

Ein System zur Übertragung von Daten mit dem EDI-Verfahren besteht auf Sender- und Empfängerseite aus einigen seriell angeordneten Komponenten, die über einen Übertragungsweg miteinander verbunden sind. Anordnung und Funktion der wesentlichen Komponenten lassen sich anhand eines Ablaufmodells veranschaulichen (vgl. Abb. 10.23).

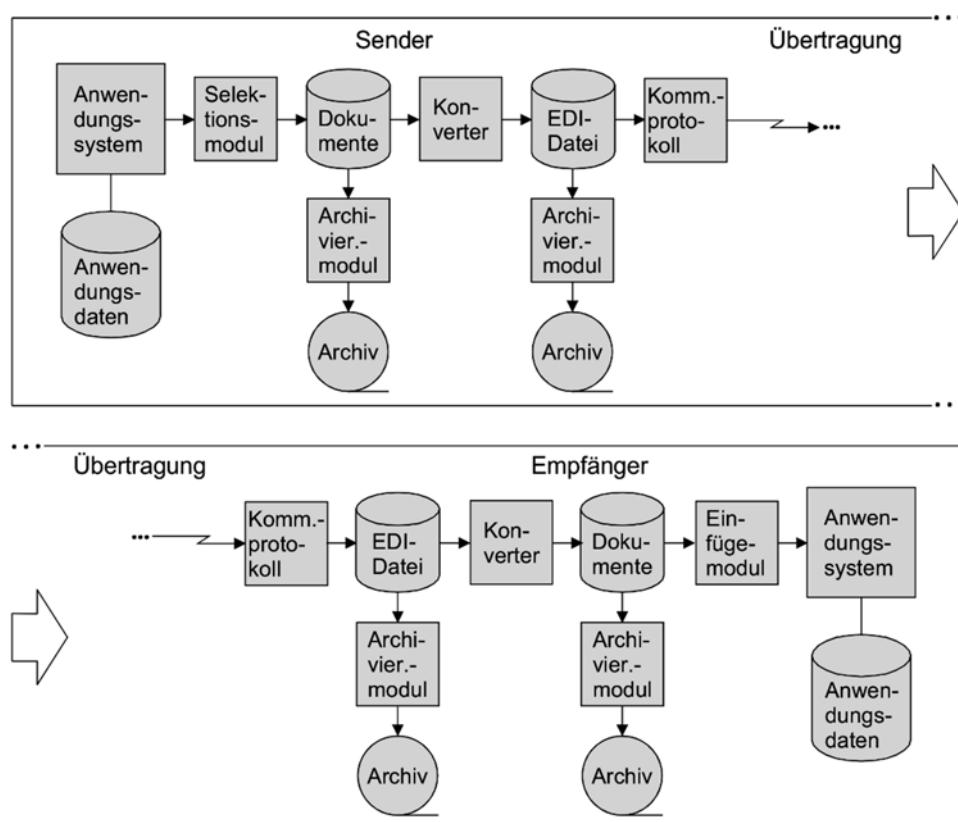


Abb. 10.23 EDI-Ablaufmodell

Als Kommunikationspartner tritt auf Sender- und Empfängerseite je ein Anwendungssystem auf. Das Vorgehen auf Senderseite kehrt sich auf Empfängerseite um.

Auf Senderseite ist der Ablauf etwa wie folgt. Aus der Datenbasis des Anwendungssystems werden die zu übertragenden Daten mittels eines Selektionsprogramms entnommen und zwischengespeichert (Datei „Dokumente“). Auf die zwischengespeicherten Daten greift ein Konvertierungsprogramm, auch Konverter genannt, zu und übersetzt sie z. B. in das EDIFACT-Datenformat (EDI-Datei). Diese wird schließlich mittels eines Übertragungsprotokolls an den Empfänger übertragen.

Auf Empfängerseite läuft der umgekehrte Vorgang ab. Dabei werden die im EDIFACT-Datenformat ankommenden Daten ebenfalls mit einem Konverter in das Format übersetzt, das für die Verarbeitung mit dem empfängerseitigen Anwendungssystem erforderlich ist. Die übersetzten Daten werden dem Anwendungssystem mittels eines Selektionsmoduls zugeführt.

Aus Sicherheitsgründen und rechtlichen Gründen werden die Ergebnisse sämtlicher Arbeitsschritte grundsätzlich archiviert. Im Falle von Fehlern oder Unklarheiten lässt sich das Übertragungsgeschehen dann eindeutig rekonstruieren. Hilfreich ist dies sowohl für das Wiederaufsetzen der Übertragung, wie auch für das Ermitteln der für eine Fehlersituation und etwaige wirtschaftliche Folgen verantwortlichen Partei.

Einführung und Betrieb von EDI-Systemen in Eigenregie verursachen erhebliche Kosten. Lange Zeit war daher die Nutzung solcher Systeme größeren Unternehmen vorbehalten, die z. B. Wirtschaftlichkeitsanforderungen an den EDI-Betrieb aufgrund hinreichender Volumina der zu übertragenden Daten genügen konnten. Andererseits kann aber für kleinere oder mittlere Unternehmen (KMU) ein erheblicher Druck bezüglich des EDI-Einsatzes bestehen. Beispielsweise, wenn ein Anlagen- oder Fahrzeughersteller von seinen Lieferanten EDI-Fähigkeit fordert. Mit der Verbreitung von Internet-Diensten, haben sich auch für KMU gangbare Wege für die EDI-Nutzung eröffnet. Insgesamt hat sich eine Vielfalt von EDI-Lösungen herausgebildet. Eine Übersicht, die nach den Kriterien Betriebsform und Betreiber differenziert, zeigt Abb. 10.24.

Bei der Betriebsform wird in Abb. 10.21 unterschieden nach:

- Direktverbindung, d. h. es wird eine 1:1-Lösung mit fest durchgeschaltetem Übertragungsweg zwischen zwei Kommunikationspartnern genutzt, und
- Mehrwertdienst, d. h. es wird ein VAN (engl. value added network) genutzt, das als 1:n-Lösung für ein Unternehmen den Verbindungsauflauf zu mehreren Kommunikationspartnern ermöglicht.

Hinsichtlich des Betreibers ist zwischen Inhouse-Lösung und diversen extern betriebenen Lösungen zu unterscheiden. In Eigenregie betriebene Inhouse-Systeme sind zu präferieren, falls hohe Anforderungen an die Informationsvertraulichkeit bestehen und falls hinreichende Ressourcen (technologisches Know-how, IT-Ressourcen) zur Verfügung stehen. Bei knapper IT-Infrastruktur, geringeren Anforderungen an die Informationsvertraulichkeit und geringerem Budget empfiehlt sich dagegen eine extern betriebene EDI-Lösung.

Betriebs-form	Direkt-verbindung	Routinemäßige Übertragung von Geschäftsdaten per EDI zwischen festen Geschäftspartnern mittels fest durchgeschalteter Übertragungswege.
	Mehrwertdienst (VAN)	Ggf. gleichzeitiger Austausch von Geschäftsdaten per EDI zwischen einem Unternehmen und wechselnden Geschäftspartnern über eine Mailbox, die ein VAN-Anbieter bereitstellt.
Interner Betreiber	Inhouse-Lösung	Ein EDI-System der geeigneten Betriebsform (Direktverbindung oder VAN-Lösung) wird in einem Unternehmen implementiert und in Eigenregie betrieben.
Externer Betreiber	Outsourcing-Lösung	An die Anforderungen eines Unternehmens individuell angepasste EDI-Lösung eines EDI-Dienstleisters wird extern genutzt.
	Software-as-a-Service (SaaS)	Eine standardisierte EDI-Lösung eines EDI-Dienstleisters wird ohne weitere Anpassung extern genutzt.
	Portallösung (Webportal)	Vom Betreiber eines Webportals angebotene EDI-Lösung wird extern per Up- und Download der zu übertragenden bzw. übertragenen Geschäftsdaten genutzt.

Abb. 10.24 Charakterisierung einiger EDI-Lösungen

10.3.2.3 Risiken und Nutzen des EDI

Mit der EDI-Nutzung sind einige Risiken verbunden. Sie resultieren teils aus der Vernetzung der Kommunikationspartner, teils aus anderen Ursachen. Zu den Risiken gehören:

- Eintritt von Schäden aufgrund von Angriffen auf die IT-Sicherheit,
- rechtliche Unsicherheiten aufgrund der rein elektronischen Informationsübermittlung,
- Abhängigkeit von Geschäftspartnern wie z. B. Lieferanten aufgrund getätigter EDI-Investitionen.

Risiken dieser Art lassen sich durch geeignete Maßnahmen signifikant verringern. IT-Sicherheitsrisiken durch Umsetzung eines IT-Sicherheitskonzepts (vgl. hierzu Kap. 17), rechtlichen Unsicherheiten durch Verwendung digitaler Signaturen und Investitionsrisiken durch Nutzung einer extern betriebenen EDI-Lösung, sofern nicht z. B. Sicherheitsgründe dagegen sprechen. Gewisse Restrisiken sind, wie bei jeglicher unternehmensübergreifender IuK-Technologie, grundsätzlich in Kauf zu nehmen, da es eine absolute IT-Sicherheit nicht gibt.

Den Risiken stehen erhebliche Nutzenpotenziale des EDI-Einsatzes gegenüber. Sie betreffen Kosten-, Zeit- und Qualitätsvorteile im operativen Geschäftsbetrieb, in den das EDI-Verfahren ja unmittelbar eingebunden ist. Darüber hinaus können im inner- und zwischenbetrieblichen Bereich weitere Vorteile erzielt werden. Eine Zusammenstellung und Erläuterung dieser Nutzenpotenziale zeigt Abb. 10.25.

Nutzenbereich	Einzelnutzen
Kosten-effekte	<ul style="list-style-type: none"> Senkung der Personalkosten wegen Wegfall der Mehrfacherfassung von Daten. Reduktion der Übermittlungskosten. Reduktion des Personalaufwandes für das Sammeln, Verteilen und Archivieren von Papierdokumenten.
Zeit-effekte	<ul style="list-style-type: none"> Beschleunigung des zwischenbetrieblichen Datenaustausches, insbesondere im internationalen Geschäftsverkehr. Beschleunigung interner Abläufe durch direkte Datenübernahme statt manueller Erfassung. Erreichbarkeit rund um die Uhr und Überwindung von Zeitzonen.
Qualitäts-effekte	<ul style="list-style-type: none"> Vermeidung von Fehlern aufgrund manueller Datenerfassung. Erhöhung der Aktualität der bereitgestellten Daten. Überwindung von Sprachbarrieren und Vermeidung von Missverständnissen.
innerbetriebliche Effekte	<ul style="list-style-type: none"> Steigerung der Sicherheit von Planung und Disposition. Realisierung neuer Logistik- und Controlling-Konzepte.
zwischen-betriebliche Effekte	<ul style="list-style-type: none"> Intensivierung der Lieferanten- und Kundenkontakte bzw. der Kundenbindung. Intensivierung von Unternehmenskooperationen durch effektivere Zusammenarbeit.

Abb. 10.25 Zusammenstellung einiger Nutzenpotenziale des EDI

Die in Abb. 10.25 genannten Kosten-, Zeit- und Qualitätseffekte betreffen zwar den operativen Geschäftsbetrieb, können aber dennoch strategische Bedeutung besitzen. Maßgeblich sind hier die jeweiligen strategischen Unternehmensziele. Verfolgt z. B. ein Unternehmen die Strategie der Kosten-/Preisführerschaft, dann sind Kosteneffekte von strategischer Relevanz. Analoge Überlegungen gelten für weitere Effekte inner- oder zwischenbetrieblicher Art.

10.3.3 XML-basierte Geschäftskommunikation

Die starke Verbreitung des Internets legte es nahe, diese preiswerte und weltweit verfügbare Technologie für den interorganisatorischen Datenaustausch zu nutzen. Einen Weg hierzu eröffnete das Aufkommen des Internet-nahen Sprachstandards **XML**, der die Definition Internet-orientierter Datenaustauschformate gestattet. Inzwischen existiert eine Vielzahl von unterschiedlichen XML-basierten Standardisierungsvorschlägen für den Geschäftsdatenaustausch. Der vorliegende Abschnitt befasst sich mit diesen Standards, einführend aber auch mit XML und Aspekten des Datenaustauschs. Behandelt werden im Einzelnen:

- die Auszeichnungssprache XML (vgl. Abschn. 10.3.3.1),
- der Ablauf der Übertragung von XML-Dokumenten (vgl. Abschn. 10.3.3.2) und
- XML-basierte Standards für den Geschäftsdatenaustausch (vgl. Abschn. 10.3.3.3).

10.3.3.1 Die Auszeichnungssprache XML

Vorläufer der Extensible Markup Language (XML) ist die bereits in den 1970er-Jahren spezifizierte Standardized Generalized Markup Language (SGML). XML kann, etwas vereinfacht ausgedrückt, als ein verschlanktes Derivat von SGML angesehen werden. Ebenfalls von SGML leitet sich die bekannte Hypertext Markup Language (HTML) ab, die der Strukturierung digitaler Dokumente im Web dient (vgl. Abschn. 4.4.2). Alle drei Sprachen, SGML, XML und HTML, gehören der Klasse der Auszeichnungssprachen (engl. Markup Languages) an.

Die Spezifikation der Sprache XML wurde 1997 von einer Arbeitsgemeinschaft unter Federführung des World Wide Web Consortium (**W3C**) veröffentlicht. Das Ziel bestand darin, einen Standard zu definieren, mit dem der Inhalt textuell repräsentierter Dokumente hierarchisch strukturiert werden kann. Dabei sollte der Anwender möglichst frei in der Definition der Dokumentenstruktur und der Bezeichnung der Strukturelemente sein. Die begriffliche Abgrenzung von XML greift dieses Ziel auf:

- Die **Auszeichnungssprache XML** (Extensible Markup Language) stellt spezielle Konstrukte (so genannte Tags) bereit, mit denen inhaltliche Elemente eines Dokuments markiert („ausgezeichnet“) werden können, um ihnen Kontext- und Strukturinformationen zwecks Kennzeichnung von Inhalt und (hierarchischer) Struktur zuzuordnen.

Den Gebrauch der Sprache XML demonstriert das in Abb. 10.26 gezeigte einfache Beispiel.

Die erste Zeile deklariert die Konformität des Dokuments mit dem **XML-Standard** in der Version 1.0. Der Rest des Dokuments ist über mehrere Ebenen hierarchisch strukturiert, wobei Strukturelemente jeder Ebene durch je ein öffnendes und ein korrespondierendes schließendes Tag begrenzt sind. **Tags** bestehen aus einem in spitze Klammern eingefassten Bezeichner, z. B. <Kunde>. Schließende Tags unterscheiden sich von öffnenden durch ein dem Bezeichner vorangestelltes „/“, z. B. </Kunde>. Das Element „Auftrag“ bildet die Wurzel des in Abb. 10.26 dargestellten XML-Dokuments. Es umfasst im Beispiel die Elemente „Kunde“, „Produkt“ und „Datum“; „Produkt“ seinerseits besteht aus den Elementen „Nummer“ und „Bezeichnung“. Ober- und Unter-Elemente müssen sauber ineinander verschachtelt sein, dürfen sich also nicht „kreuzen“. Das in Abb. 10.26 dargestellte Beispiel erfüllt alle syntaktischen Anforderungen des XML-Standards; man bezeichnet es daher als „wohlgeformt“.

Allerdings macht der XML-Standard keine Aussagen darüber, welche Elemente, welche Bezeichner und welche Struktur konkret zu verwenden sind, um einen bestimmten Dokumenttyp, z. B. einen Auftrag oder eine Rechnung, korrekt zu beschreiben. XML liefert somit nur allgemeine „grammatikalische“ Grundregeln, auf deren Basis der Anwender erst durch Ergänzung eines „Vokabulars“ und der Definition einer Dokumentstruktur eine konkrete Sprache zur gültigen Beschreibung der gewünschten Dokumente definieren muss. XML ist somit eine Meta-Sprache, d. h. eine Sprache zur Definition konkreter XML-Sprachen; letztere werden auch als XML-Instanzen bezeichnet.

Zur Definition einer XML-Instanz, zum Beispiel eines bestimmten XML-basierten Datenaustauschformats, stehen zwei Sub-Standards der XML-Sprachfamilie zur Verfügung, nämlich

- Document Type Definitions (DTDs) und
- XML Schema Definitions (XSDs).

Eine **DTD**, die eine XML-Instanz zur Beschreibung von Aufträgen gemäß dem Beispiel in Abb. 10.26 definiert, ist in Abb. 10.27 wiedergegeben.

Eine DTD kann in eine zugehörige XML-Datei integriert oder in einer separaten Datei gespeichert werden, auf die im XML-Dokument Bezug genommen wird. Es fällt auf, dass die Syntax einer DTD von der XML-Syntax abweicht. Dadurch kann eine DTD nicht mit denselben Software-Werkzeugen verarbeitet werden wie die korrespondierenden XML-Dokumente. Darüber hinaus ist die Definition häufig benötigter, anspruchsvoller Datentypen (zum Beispiel Datum und Uhrzeit) in der DTD-Syntax nicht möglich. Um diese Mängel zu beheben, wurde die XML Schema Definition Language (XSD Language) vorgeschlagen.

Analog zur DTD definiert eine **XSD** eine konkrete XML-Instanz, allerdings verwendet sie dazu selbst auch die XML-Syntax. Außerdem bietet sie erheblich umfangreichere Möglichkeiten zur Strukturierung und Typisierung der Daten eines XML-Dokuments.

```
<?xml version="1.0"?>
<Auftrag>
  <Kunde>ACME GmbH</Kunde>
  <Produkt>
    <Nummer>0815</Nummer>
    <Bezeichnung>Zartbitter-Schokolade</Bezeichnung>
  </Produkt>
  <Datum>2006-07-03</Datum>
</Auftrag>
```

Abb. 10.26 Ein einfaches XML-Dokument

```
<!ELEMENT Auftrag (Kunde, Produkt, Datum)>
<!ELEMENT Kunde (#PCDATA)>
<!ELEMENT Produkt (Nummer, Bezeichnung)>
<!ELEMENT Nummer (#PCDATA)>
<!ELEMENT Bezeichnung (#PCDATA)>
<!ELEMENT Datum (#PCDATA)>
```

Abb. 10.27 Ein einfaches Beispiel für eine DTD

Entspricht ein XML-Dokument den Vorgaben einer bestimmten DTD oder XSD, wird es als gültig (englisch: valid) in Bezug auf diese DTD oder XSD bezeichnet. Zur Prüfung der Wohlgeformtheit und Gültigkeit eines XML-Dokuments werden im XML-basierten Geschäftsdatenaustausch spezielle Softwarebausteine eingesetzt, die in so genannte XML Binding Frameworks eingebettet werden. Die Nutzung der XML Binding Frameworks im Geschäftsdatenaustausch behandelt der nächste Abschnitt.

10.3.3.2 Ablauf der Übertragung von XML-Dokumenten

Die Übertragung von Geschäftsdaten mittels XML-Formaten weist Analogien zum EDI-Verfahren auf: Von einem Anwendungssystem auf Senderseite generierte Daten werden in ein Standardformat übersetzt/konvertiert, mittels eines Übertragungsprotokolls an den Empfänger übertragen, dort in das für die Verarbeitung erforderliche Format rückübersetzt und an das entsprechende Anwendungssystem des Empfängers übergeben. Im Fall von XML-Dokumenten ist neben Übersetzung und Rückübersetzung auch die Wohlgeformtheit und Gültigkeit der Dokumente zu prüfen. Diese und weitere Aufgaben übernimmt auf Sender- und Empfängerseite jeweils ein XML Binding Framework. Insgesamt ergibt sich etwa der in Abb. 10.28 veranschaulichte Ablauf des XML-basierten Geschäftsdatenaustauschs.

Ausgangspunkt des Datenaustauschs ist ein im Hauptspeicher verfügbares Datenobjekt, hier ein Auftrag, der z. B. mittels des vom Sender betriebenen Anwendungssystems erzeugt wurde und nun an das empfängerseitige Anwendungssystem übertragen werden soll. Dazu ist vorab eine formalisierte Beschreibung der Auftragsstruktur nach dem XML-Standard zu erstellen, hier in Form einer XSD. Die resultierende Strukturbeschreibung eines Auftrags wird hier als Auftrag.xsd bezeichnet. Unter Berücksichtigung der Strukturbeschreibung Auftrag.xsd kann nun ein Auftrag mittels des Softwarebausteins „XML-Serialisierung“ einem sogenannten Marshalling unterzogen werden. Das Marshalling dient der Umwandlung eines Datenobjekts (hier Auftrag) in ein vorgegebenes XML-Format (hier gemäß Auftrag.xsd), wobei zugleich eine serielle Darstellungsform der Daten (ein Datenstrom) erzeugt wird. Ergebnis dieser Serialisierung ist eine serielle, textuelle XML-Repräsentation eines Auftrags, hier bezeichnet als Auftrag.xml. Der serielle Datenstrom Auftrag.xml wird per Internet an das Anwendungssystem des Empfängers übertragen.

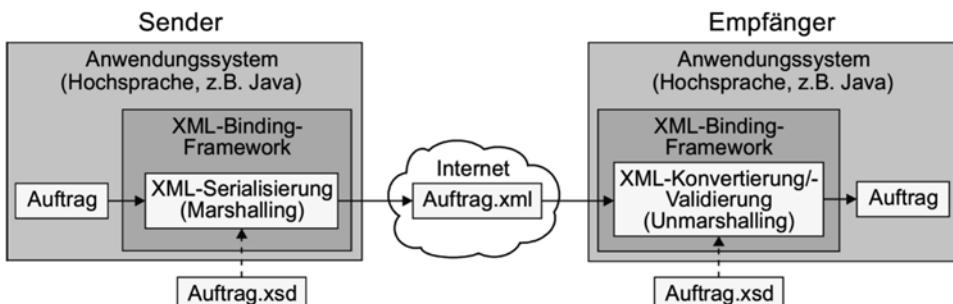


Abb. 10.28 Schematische Darstellung des XML-basierten Geschäftsdatenaustauschs

Auf Empfängerseite wird der eingehende Datenstrom Auftrag.xml mittels des Softwarebausteins „XML-Konvertierung-/Validierung“ einem sogenannten De- oder Unmarshalling unterzogen. Ergebnis ist ein gültiges, im Hauptspeicher verfügbares Dokument, hier Auftrag, das nun mit dem Anwendungssystem des Empfängers verarbeitet werden kann. Das Unmarshalling umfasst etwa drei Schritte:

- Zerlegung des Datenstroms Auftrag.xml in seine syntaktischen Grundelemente, auch Parsing genannt.
- Prüfung der durch das Parsing erkannten Datenstruktur auf Einhaltung der mit Auftrag.xsd gegebenen Strukturvorschrift für einen Auftrag (Validitätsprüfung).
- Umwandlung des Datenstroms in ein im Hauptspeicher verfügbares Datenobjekt, hier Auftrag, unter Berücksichtigung der für die weitere Verarbeitung verwendeten Darstellungsform.

Das Datenobjekt „Auftrag“ kann nun mit dem Anwendungssystem des Empfängers verarbeitet werden.

Das auf Sender- und Empfängerseite einzusetzende XML Binding Framework stellt eine Klassenbibliothek dar, d. h. eine Bibliothek mit objektorientierten Softwarebausteinen. Diese Bibliothek enthält unter anderem auch die hier benötigten Softwarebausteine für das Marshalling und Unmarshalling.

10.3.3.3 XML-basierte Standards für den Geschäftsdatenaustausch

Mittlerweile existiert eine Vielzahl von **XML-basierten Standards** für den interorganisatorischen Geschäftsdatenaustausch. Diese lassen sich nach ihrem Einsatzschwerpunkt in drei Kategorien einteilen:

- Katalogaustauschformate dienen der einheitlichen Aufbereitung und dem standardisierten Austausch von Katalogdaten zwischen Lieferanten und beschaffenden Unternehmen.
- Transaktionsstandards definieren verschiedene Geschäftsdokument-Typen, die im Rahmen der Abwicklung wichtiger Geschäftstransaktionen (zum Beispiel Bestellung, Lieferung, Bezahlung) zwischen Unternehmen benötigt werden.
- Prozessstandards, auch als Prozess-Frameworks bezeichnet, bieten Möglichkeiten zur standardisierten Beschreibung komplexer interorganisationaler Geschäftsprozesse (meist einschließlich der darin ausgetauschten Dokumente) und gehen über die vorgenannten Standards weit hinaus.

Abb. 10.29 gibt einen Überblick über einige XML-basierte Standards für den interorganisatorischen Austausch von Geschäftsinformationen. Die dort aufgeführten Standards werden in die oben genannten Kategorien eingeordnet und jeweils kurz charakterisiert.

Standard, Institution	Erläuterung, Kategorie
BMECat Fraunhofer Institut (IAO Stuttgart) und Universität Duisburg-Essen	Besonders in Deutschland verbreiteter Standard zur detaillierten Produktbeschreibung sowie zur Strukturierung und Übermittlung elektronischer Produktkataloge im XML-Format. Kategorie: Katalogaustauschformat
Commerce XML (cXML) Ariba	Weltweiter, branchenunabhängiger Standard zur Erstellung von XML-Produktkatalogen sowie zur Unterstützung von Bestellvorgängen durch entsprechende XML-Geschäftsdocumente. Kategorie: Transaktionsstandard und Katalogaustauschformat
Extended Common Business Library (xCBL) Veo Systems, später Perfect Commerce Inc.	Weltweiter, branchenübergreifender Standard für Produktkataloge und weitere Geschäftsdocumente, z.B. in den Bereichen Beschaffung, Supply Chain Management, Fakturierung. Um die XML-Migration zu erleichtern, orientiert sich der Aufbau der XML-Dokumente an bekannten EDI-Standards. Kategorie: Transaktionsstandard und Katalogaustauschformat
openTRANS Fraunhofer Institut (IAO Stuttgart) und Universität Duisburg-Essen	Ergänzung zu BMECat um XML-Geschäftsdocument-Typen zur Unterstützung der automatisierten Abwicklung von Beschaffungstransaktionen zwischen Unternehmen, u.a. auf elektronischen Marktplätzen. Kategorie: Transaktionsstandard
Electronic Business XML (ebXML) OASIS und UN/CEFACT	Umfassender Meta-Standard zur anwendenseitigen Definition maschinell lesbarer Geschäftsdocumente und Prozessdefinitionen auf Basis von XML für alle Bereiche des elektronischen Geschäftsverkehrs. ebXML baut auf den Strukturen von EDIFACT auf und zielt darauf ab, Unternehmen die XML-Migration bei gleichzeitiger Sicherung ihrer EDI-Investitionen zu ermöglichen. Kategorie: Prozessstandard
RosettaNet RosettaNet Konsortium	Umfassender Standard, der neben Geschäftsdocument-Definitionen auch maschinenlesbare Beschreibungen wichtiger unternehmensübergreifender Geschäftsprozesse sowie ein „Dictionary“ zur Produktklassifikation beinhaltet. Rosetta-Net ist branchenspezifisch ausgerichtet (Informationstechnik- und Elektronikindustrie). Kategorie: Transaktions- und Prozessstandard

Abb. 10.29 Überblick über einige XML-basierte Standards

Die praktische Bedeutung der Standards variiert. Während z. B. die Rechte an dem Standard xCBL mehrfach gewechselt haben und seine Verbreitung schwer zu beurteilen ist, wurde der Standard ebXML von der Internationalen Organisation für Normung (ISO) als ISO 15000 anerkannt. ebXML konkurriert mit dem Standard RosettaNet, der von dem RosettaNet Konsortium betreut wird. An diesem Konsortium sind mehr als 600 Unternehmen der Informationstechnik aus vielen Ländern der Welt beteiligt. Die in Deutschland verbreiteten Standards BMECat und openTrans wurden gemeinsam vom Fraunhofer Institut (IAO Stuttgart) und der Universität Duisburg-Essen entwickelt. Anstoß hierzu gaben der Bundesverband Materialwirtschaft, Einkauf und Logistik (BME) e.V. sowie verschiedene Unternehmen.

Für Risiken und Nutzen des XML-basierten Geschäftsdatenaustauschs gelten analoge Überlegungen wie für das EDI-Verfahren. Die Risiken bei der Anwendung von XML könnten etwas größer sein, da hier eine jüngere Technologie vorliegt. Eine wesentliche Rolle spielt das im Einzelfall verfügbare/nutzbare technologische Know-how. Prognosen zur künftigen anteiligen Verbreitung fallen schwer. Vermutlich werden klassische EDI-Standards und XML-basierte Standards in der Praxis noch für geraume Zeit nebeneinander genutzt werden. Etablierte EDI-Nutzer, überwiegend Großunternehmen und ihre Zulieferer, sind aufgrund der hohen in EDI-Lösungen getätigten Investitionen und des über viele Jahre angesammelten Know-how kaum zu einem schnellen Umstieg bereit. Zudem handelt es sich bei den eingesetzten EDI-Standards um ausgereifte Formate. XML-Formate profitieren dagegen von der engen Beziehung zu anderen Internettechnologien. Die zahlreichen frei verfügbaren Werkzeuge, die eine nahtlose Integration von XML-Funktionalität in gängige Programmiersprachen erlauben, fördern den Einsatz von XML ebenso wie die wachsende Anzahl von XML-basierten Standards.

10.4 Informationssysteme im Electronic Business

Im Electronic Business eingesetzte Informationssysteme wurden bereits in verschiedenen Kontexten benannt, aber nicht näher betrachtet. So bei der Behandlung von Online-Geschäftsmodellen im BtB-Bereich (vgl. Abschn. 10.1.4.3), elektronischen Märkten (vgl. Abschn. 10.2.2) und elektronischen Hierarchien (vgl. Abschn. 10.2.3). Dort angesprochen wurden Systeme des BtB-Bereichs (1:n-Einkaufs-Marktplätze, 1:n-Verkaufs-Marktplätze, Business-Marktplätze) und des BtC-Bereichs (Online-Shops). Mit diesen Systemen befasst sich das vorliegende Kapitel, wobei die Schwerpunkte auf

- Marktplatz-Systemen im BtB-Bereich (vgl. Abschn. 10.4.1),
- E-Procurement-Systemen im Beschaffungsbereich (vgl. Abschn. 10.4.2) und
- Online-Shops im BtC-Bereich (vgl. Abschn. 10.4.3)

liegen.

10.4.1 Marktplatz-Systeme

Marktplatz-Systeme sind softwaretechnische Realisierungen von elektronischen Märkten. Sie gehören zu den bedeutendsten Anwendungssystemen im E-Business und spielen eine zentrale Rolle als vermittelnde Instanz zwischen Anbietern und Nachfragern auf den verschiedensten Märkten. Neben den unterschiedlichen Ausprägungen von Marktplatz-Systemen interessiert aus ökonomischer Sicht insbesondere ihre Funktionalität. Das vorliegende Kapitel befasst sich daher mit

- dem Begriff und dem Wesen von Marktplatz-Systemen (vgl. Abschn. 10.4.1.1),
- den Funktionen von Marktplatz-Systemen (vgl. Abschn. 10.4.1.2) und
- dem Aufbau von Marktplatz-Systemen (vgl. Abschn. 10.4.1.3).

10.4.1.1 Begriff und Wesen von Marktplatz-Systemen

► Als **Marktplatz-System** bezeichnet man ein von einem Unternehmen oder Intermediär betriebenes Plattform-basiertes Softwaresystem, das der Abwicklung von Kauf-/Verkaufstransaktionen zwischen Akteuren des E-Business dient.

Marktplatz-Systeme stellen somit Softwarelösungen für elektronische Märkte dar. Sie werden auch als elektronische Marktplätze, Handelssysteme oder Handelsplattformen bezeichnet. Als Nutzer können Konsumenten (Consumer), Unternehmen (Business) und Verwaltungen (Administration) auftreten. Die Charakterisierung als Plattform-basiertes System deutet auf eine ausdifferenzierte Funktionalität hin, die in einer Plattform zusammengefasst und auf die Anforderungen der verschiedenen Phasen von Kauf-/Verkaufstransaktionen zugeschnitten ist. Solche Anforderungen resultieren aus der Art des gehandelten Gutes, seinem Wert, der Nachfrage- und Angebotsstruktur sowie dem in Frage kommenden Preisbildungsmechanismus. Unter Berücksichtigung derartiger Aspekte sind Marktplatz-Systeme entstanden, die entweder von an Transaktionen beteiligten Unternehmen oder Intermediären betrieben werden.

In Abhängigkeit von der Anzahl der Anbieter und der Nachfrager lassen sich folgende vier Kategorien von Softwarelösungen für elektronisch durchgeführte Käufe/Verkäufe unterscheiden:

- bilaterale Lösung im Einkauf und Verkauf,
- einseitig multilaterale Lösung im Einkauf (Einkaufslösung),
- einseitig multilaterale Lösung im Verkauf (Verkaufslösung) und
- beidseitig multilaterale Marktplatz-Lösung.

Abb. 10.30 veranschaulicht diese vier Kategorien. Sie werden nachfolgend erläutert. Mit den Kategorien korrespondieren jeweils verschiedene Vertreter von einigen der in Abschn. 10.1.4.3 behandelten BtB-Geschäftsmodellen des E-Business. Dort eingeführte Marktplatz-Vertreter nebst ihren Bezeichnungen (vgl. insbesondere Abb. 10.11) werden nachfolgend ebenfalls angesprochen.

Die bilaterale Lösung kann eine 1:1-Beschaffungslösung oder eine 1:1-Verkaufslösung darstellen. In beiden Fällen liegt kein elektronischer Marktplatz vor. Die bilaterale Lösung wurde hier aus Gründen der Systematik genannt.

Die 1:n-Verkaufslösung und die m:1-Einkaufslösung stellen insofern Grenzfälle von elektronischen Marktplätzen dar, als lediglich auf Verkaufs- oder Einkaufsseite eine multilaterale Struktur vorliegt. Damit hängt es letztlich vom Verkäufer- oder Einkäuferverhalten ab, ob de facto eine elektronische Hierarchie gegeben ist.

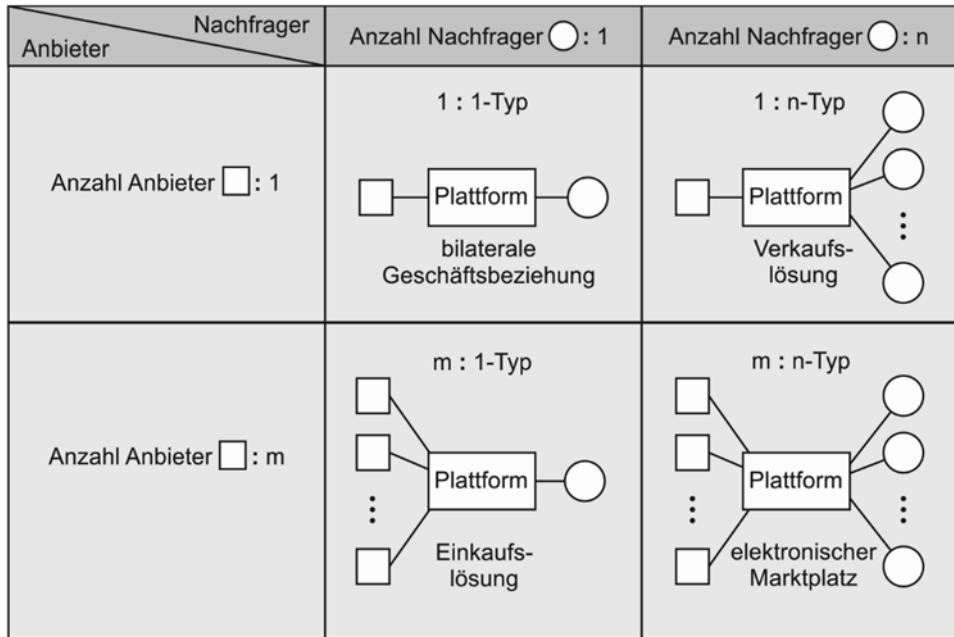


Abb. 10.30 Kategorien von Softwarelösungen für elektronisch durchgeführte Käufe und Verkäufe

Bei dem $m:n$ -Marktplatz mit multilateraler Struktur auf Verkaufs- und Einkaufsseite wird der Leistungsaustausch über einen Marktmechanismus geregelt. Somit kann man hier von einem elektronischen Marktplatz im strengen Sinne sprechen. Nachfolgend werden lediglich elektronische Marktplätze dieser Art betrachtet. Sie lassen sich auch weiter unterteilen in:

- BtB- und BtC-Marktplätze sowie in
- vertikale und horizontale Marktplätze.

BtB-Marktplätze sind von einem Intermediär/Service Broker betriebene Lösungen zur Unterstützung von Verkäufen/Käufen zwischen Unternehmen. Sie wurden bereits in Abschn. 10.1.4.3 behandelt und dort als Business-Marktplätze bezeichnet. BtC-Marktplätze werden ebenfalls von Intermediären betrieben und unterstützen Verkäufe von Unternehmen an Endkunden (Consumer). Sie werden auch als Electronic Malls oder E-Malls bezeichnet.

Horizontale/vertikale Marktplätze sind Softwarelösungen für horizontale/vertikale Märkte. Horizontale Märkte liegen bekanntlich vor, wenn z. B. bestimmte Produkte an Unternehmen verschiedener Branchen verkauft werden, vertikale Märkte dagegen, wenn z. B. aus mehreren Wertschöpfungsstufen entstammende Leistungsbündel verkauft werden (vgl. hierzu die weitergehenden Ausführungen in Abschn. 10.2.2.2).

Beispiele für die genannten elektronischen $m:n$ -Marktplätze sind:

- Der horizontale BtB-Marktplatz EMARO für den Online-Handel mit Gütern des Bereichs Maintenance, Repair und Operations (MRO) wie Büromaterial, Büromöbel und IT-Produkten, der von einer Großbank und einer Softwarefirma gegründet wurde.
- Der vertikale BtB-Marktplatz SupplyOn, der über den Online-Handel mit Zulieferteilen für die Fertigungsindustrie der Bereiche Automobil-, Flugzeug-, Anlagen- und Maschinenbau sowie Elektronik hinaus als Supply-Chain-Kollaborationsplattform unternehmensübergreifende Prozesse in Bereichen wie Supply-Chain-, Qualitäts- und Risk-Management unterstützt.
- Die als CtC- und BtC-Marktplatz nutzbare Online-Handelsplattform Amazon Marketplace, die von der Firma Amazon neben anderen Diensten des Online-Versandhandels eingerichtet wurde und privaten sowie kommerziellen Anbietern den Verkauf von gebrauchten und neuen Waren an Endkunden ermöglicht. Sofern Marktplätze dieser Art durch thematische Aspekte in Bezug auf Güter- oder Bedarfsmerkmale charakterisiert sind, werden sie auch als Themenmarktplätze bezeichnet (z. B. Hobby- oder Heimwerker-Marktplätze).

10.4.1.2 Funktionen von Marktplatz-Systemen

Umfassende Softwarelösungen für elektronische Märkte haben sich durch die sukzessive Integration von zuvor separat eingesetzten (Einzel-)Technologien herausgebildet. Eine Zusammenstellung einiger IuK-Technologien, die unabhängig voneinander zur Unterstützung geschäftlicher Transaktionen eingesetzt werden können, zeigt Abb. 10.31. Mit dieser Darstellung wird keineswegs ein Anspruch auf Vollständigkeit erhoben. Es soll lediglich die Bandbreite der Unterstützungsmöglichkeiten veranschaulicht werden.

In Abb. 10.31 erstreckt sich die Unterstützung der Informationsphase auf verschiedene Technologien der Informationsbereitstellung. Für die Vereinbarungsphase stehen Technologien zur Verfügung, die der Durchführung von Preisverhandlungen oder der Abwicklung von Bestellungen dienen. Die in der Abwicklungsphase einsetzbaren Technologien betreffen die Ankündigung der Lieferung oder die Lieferung selbst, die Rechnungsstellung und -übermittlung sowie den Zahlungsvorgang.

Im Vergleich zur Anwendung singulärer Technologien wird mit einer integrierten Plattform-basierten Lösung, also einem Marktplatz-System, eine signifikante Qualitätsverbesserung erzielt. Sie resultiert aus der Verfügbarkeit einer umfassenden, alle Transaktionsphasen abdeckenden Funktionalität unter einer einheitlichen Benutzeroberfläche. Die in Marktplatz-Produkten verfügbaren Funktionen lassen sich z. B. klassifizieren nach:

- Systemebenen und
- Transaktionsphasen.

Weist ein Marktplatz-System eine Client-Server-Architektur auf, so können z. B. Funktionen der Präsentations-, der Applikations- und der Datenschicht unterschieden werden. Funktionen der Präsentationsschicht sind als Vordergrundprozesse organisiert und dienen der Interaktion mit dem Benutzer. Funktionen der Applikationsschicht stellen meist im

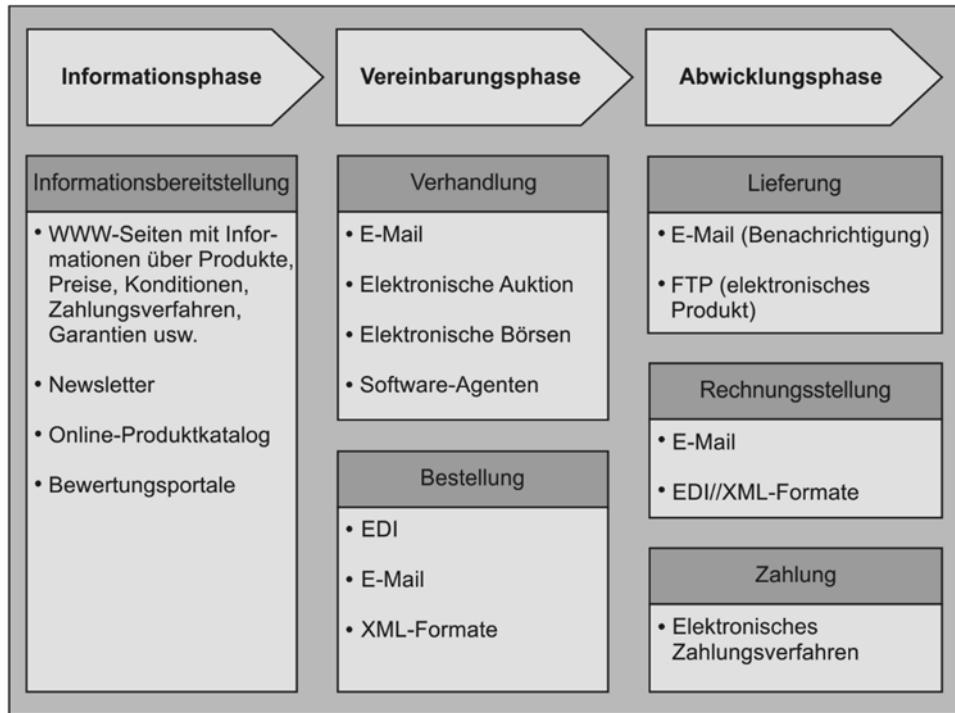


Abb. 10.31 Unterstützung geschäftlicher Transaktionen mit IuK-Technologien (Auswahl)

Hintergrund laufende, fachbezogene Verarbeitungsprozesse dar. Funktionen der Datenschicht dienen der Datenverwaltung (z. B. Produktdaten und Administrationsdaten).

Nimmt man allgemeine/übergreifende Funktionen hinzu, so führt die Untergliederung nach Transaktionsphasen z. B. zu folgenden Funktionsbereichen:

- Allgemeine/übergreifende Funktionen,
- Funktionen zur Unterstützung der Informationsphase,
- Funktionen zur Unterstützung der Vereinbarungsphase,
- Funktionen zur Unterstützung der Abwicklungsphase.

Einige wesentliche Funktionen dieser Kategorien sind in Abb. 10.32 für den Fall von BtB-Marktplatz-Systemen zusammengestellt (vgl. hierzu auch Mummert und Partner 2000, S. 139 ff.).

Im Bereich der allgemeinen Funktionen bezieht sich die Informationsbereitstellung auf Angaben zu Aspekten wie gehandelte Güterart, Allgemeine Geschäftsbedingungen (AGBs) und Konditionen für die Benutzung des Marktplatzes. Hinzu kommen die Log-in-Funktion sowie eine allgemeine Suchfunktion und ein Marktplatzticker zur Präsentation aktueller Informationen.

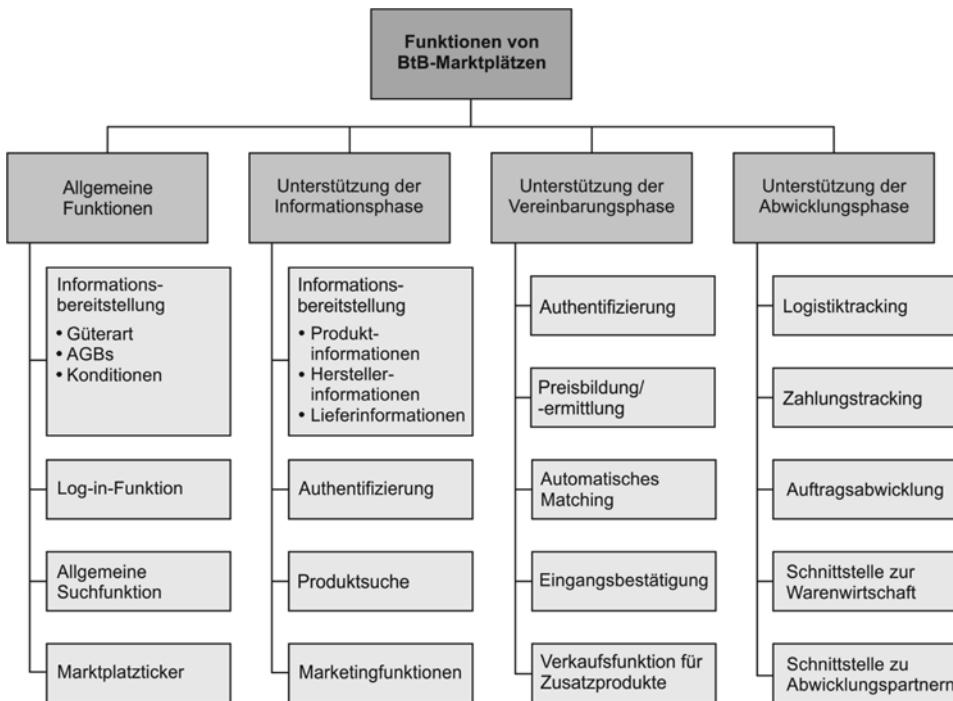


Abb. 10.32 Ausgewählte Funktionen von B2B-Marktplatz-Systemen

Die Unterstützung der Informationsphase umfasst die Informationsbereitstellung in Bezug auf Produkte (Preis, Konditionen, Zahlungsmodi, Garantie), Hersteller (Firmenname, Adresse, Leistungsangebot), Lieferung (Lieferart, -firma, -zeit, Kosten) und ggf. Aspekte wie Produktversicherung und -finanzierung. Von Bedeutung ist zudem die sichere Authentifizierung von Nachfragern im Falle der Bereitstellung personalisierter Informationen, eine leistungsfähige Funktion zur Produktsuche (z. B. auch nach Produktnamen, -gruppen, -alternativen) und Marketingfunktionen wie z. B. Newsletter oder Database Marketing.

Die Unterstützung der Vereinbarungsphase erstreckt sich auf vier Kernaktivitäten des Abschlusses von Geschäften sowie eine Zusatzaktivität:

- Authentifizierung der (potenziellen) Geschäftspartner, und zwar namentlich im Falle von Festpreis-Verkäufen und anonym im Falle von z. B. automatischen Auktionen.
- Preisbildung/-ermittlung je nach Art des Geschäfts oder Marktplatzes durch Ermittlung des ggf. differenzierten oder personalisierten Festpreises oder durch Preisbildungsmechanismen wie z. B. Auktionen.
- Automatisches Matching, d. h. Zusammenführung von Käufern und Verkäufern durch den Abgleich von Nachfrage- und Angebotsprofilen; dies kann z. B. durch einen Softwareagenten geschehen, der – in der Rolle eines Brokers – beispielsweise für eine konkrete Leistungsnachfrage (ggf. mit Preisspielraum) ein passendes Leistungsangebot ermittelt.

- Eingangsbestätigung, d. h. Bestätigung des Eingangs von Angeboten oder Anfragen einschließlich der wesentlichen Angebots- oder Nachfragedaten.
- Vereinbarungsfunktion für Zusatzprodukte, die z. B. den Kauf weiterer, mit einem erworbenen Produkt verbundener Produkte wie etwa Zubehörteile ermöglicht.

Bei der Unterstützung der Abwicklungsphase stehen drei Funktionen und zwei System-schnittstellen im Vordergrund:

- Die Funktion des Logistiktrackings betrifft die Verfolgung des Auslieferungsprozesses für physische Güter und ermöglicht eine jederzeitige Auskunft über den Stand der Auslieferung.
- In analoger Weise dient das Zahlungstracking der Verfolgung und Statusanzeige des Zahlungsprozesses.
- Die Auftragsabwicklung beinhaltet den (teil-)automatisierten Prozess der kaufmännischen Abwicklung der aus einem Verkauf resultierenden Leistungsverpflichtungen auf Güter- und Geldebene, ggf. einschließlich der Auslieferungs- und der Zahlungsform.
- Die Schnittstelle zur Warenwirtschaft ermöglicht die Übertragung von Verkaufsinformationen an das Warenwirtschaftssystem des jeweiligen Verkäufers.
- Die Schnittstelle zu Abwicklungspartnern gestattet z. B. die Übertragung von Auftragsinformationen an Logistikdienstleister zum Zweck der güterwirtschaftlichen Abwicklung bzw. Auslieferung.

10.4.1.3 Aufbau von Marktplatz-Systemen

Aufbau und Realisierung von Marktplatz-Systemen hängen auch von der Art des Marktplatzes ab. So sind z. B. BtB-Marktplätze häufig als Portalsysteme konzipiert. Sofern sie auf größere Unternehmen auf Anbieter- und Nachfragerseite zugeschnitten sind, ist ihre Funktionalität umfassender, als in Abb. 10.32 auszugsweise dargestellt. Für die Präsentation und Bereitstellung der Vielfalt von Funktionen eignet sich dann speziell das Portalkonzept. Eine vereinfachte Darstellung des grundsätzlichen Aufbaus, die jedoch von der Funktionsvielfalt abstrahiert, zeigt Abb. 10.33.

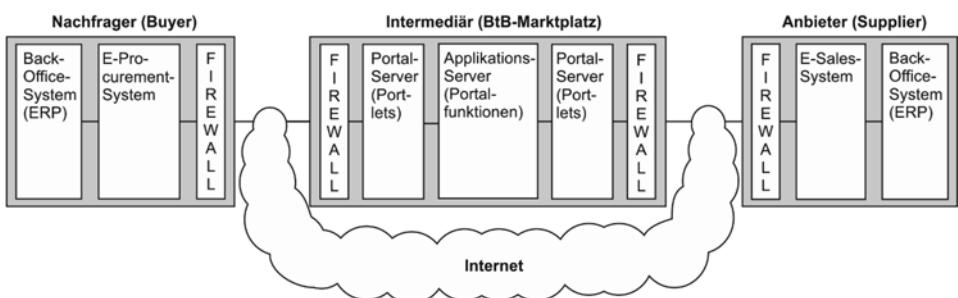


Abb. 10.33 Grobdarstellung des Aufbaus eines BtB-Marktplatz-Systems

Auf Nachfragerseite werden Kaufprozesse mit einem E-Procurement-System abgewickelt, das über einen Portal-Server auf die benötigten Portalfunktionen zugreift. Letztere sind über so genannte Portlets zugänglich.

► Ein **Portlet** ist eine Komponente der Benutzeroberfläche einer als Portal konzipierten Gesamtheit von Portalfunktionen, d. h. Anwendungen oder Diensten, die genau eine der Portalfunktionen zur Verfügung stellt.

► Ein **Portal-Server** dient der Anzeige und Verwaltung der Benutzeroberfläche eines Portals. Diese setzt sich aus den nicht überlappenden Portlet-Fenstern der Anwendungen/Dienste des Portals zusammen.

Die beim Kauf eines Gutes durchzuführenden Hintergrundprozesse, z. B. Kreditorenbuchungsprozesse, werden im Hintergrund mit einem Back-Office-System, z. B. ERP-System, abgewickelt. Analoge Gegebenheiten und Prozesse liegen auf Anbieterseite vor.

Das von einem Intermediär betriebene Portal/BtB-Marktplatz-System umfasst einen Portalserver und einen Applikationsserver. Der Portalserver verwaltet die jeweils den Nachfragern und Anbietern über Portlet-Fenster angezeigten Teile der Benutzeroberfläche des BtB-Marktplatz-Systems. Jedes Fenster gestattet den Zugang zu einer Anwendung oder einen Dienst des Systems. Die Bereitstellung und Verwaltung sämtlicher Anwendungen/Dienste übernimmt ein Applikations-Server. Abb. 10.34 präsentiert eine Auswahl von Anwendungen/Diensten eines auf größere Anbieter/Nachfrager ausgerichteten **BtB-Marktplatz-Systems**, die sich an Weller (2000) orientiert.

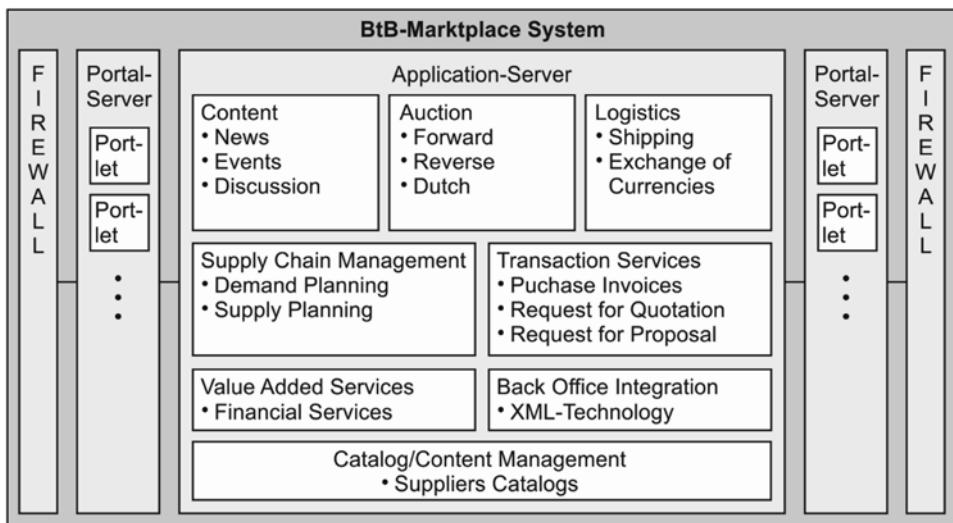


Abb. 10.34 Komponenten eines BtB-Marktplatz-Systems (in Anlehnung an Weller und Todd 2000, S. 20)

Der Portal-Server umfasst eine Menge von Portlets, die aus Darstellungsgründen auf beiden Seiten der Darstellung platziert sind. Jedes Portlet korrespondiert mit einer Anwendung oder einem Dienst des **Application Servers**. Dieser wiederum umschließt eine Menge von Komponenten, die ausführbare Anwendungen/Dienste bereitstellen:

- Die Komponente Content dient der Bereitstellung von Informationen (Neuigkeiten, Ereignisse) sowie der Kommunikation von beteiligten Akteuren im Rahmen von Diskussionsforen.
- Die Komponente Auctions ermöglicht das Tätigen von Kaufabschlüssen mittels unterschiedlicher Auktionsformen: Vorwärts- und Rückwärtsauktion (Forward und Reverse) sowie Holländische Auktion (Dutch).
- Die Komponente Logistics betrifft die Verkaufs-/Kaufabwicklung nach Vertragsabschluss auf der güterwirtschaftlichen Ebene (Shipping/Lieferung) und finanzwirtschaftlichen Ebene (Exchange of Currencies/Zahlungsverkehr).
- Die Komponente Supply Chain Management beinhaltet Funktionen für die Bedarfsplanung (Demand Planning) und die Angebotsplanung (Supply Planning).
- Die Komponente Transaction Services umfasst Dienste zur Erstellung von Eingangsrechnungen (Purchase Invoices) zur Abgabe von Angeboten für spezielle Produkte (Request for Quotation) und zur Abgabe von Lösungsvorschlägen (Request for Proposals), die z. B. spezielles technologisches Know-how erfordern.
- Die Komponente Value Added Services stellt diverse Finanzdienste bereit.
- Die Komponente Back Office Integration stellt Schnittstellen auf Basis der XML-Technologie zur Anbindung von Hintergrundsystemen zur Verfügung.
- Die Komponente Catalog/Content Management dient der Bereitstellung und Verwaltung von Lieferanten-Katalogen (Supplier Catalogs) sowie von weiteren Inhalten/Dokumenten.

10.4.2 E-Procurement-Systeme

Im Bereich von Einkauf und Beschaffung werden recht unterschiedliche E-Procurement-Systeme eingesetzt. Sie variieren mit Güterart, -bedarf und -wert. Entsprechend unterschiedlich fallen Arten und Funktionalität von Beschaffungslösungen aus. In diesem Abschnitt werden behandelt:

- Begriff und Wesen des E-Procurement (vgl. Abschn. 10.4.2.1),
- Arten von E-Procurement-Lösungen (vgl. Abschn. 10.4.2.2) und
- Aufbau von E-Procurement-Systemen (vgl. Abschn. 10.4.2.3).

10.4.2.1 Begriff und Wesen des E-Procurement

Der Begriff des Procurement wird hier etwa mit dem Begriff der Beschaffung gleichgesetzt. Zweck der Beschaffung ist die Bereitstellung der für die Leistungserstellung

und -verwertung in einem Unternehmen benötigten Güter und Dienstleistungen derart, dass die richtigen Güter, in der richtigen Quantität und Qualität, am richtigen Ort zur richtigen Zeit und zu den richtigen Konditionen bereitgestellt werden und darüber hinaus ein zusätzlicher Gewinnbeitrag erwirtschaftet wird (vgl. hierzu Lemme 2005, S. 16). Um sich diesem Anspruch anzunähern, setzen Unternehmen netzbasierte Technologien des E-Procurement ein. Letzteres lässt sich etwa wie folgt abgrenzen (vgl. Neoklar 2003, S. 13):

► **E-Procurement** hilft Unternehmen, Waren und Dienstleistungen zu den geringsten Gesamtkosten zu beschaffen, wobei der gesamte Einkaufsprozess, von der Planung über die Beschaffung bis hin zur Bezahlung automatisiert wird.

Neben der Automatisierung stellt diese Abgrenzung auf den Prozessaspekt ab. Was die Beschaffung betrifft, ist hierbei zu unterscheiden zwischen

- der strategischen Beschaffung und
- der operativen Beschaffung.

Die strategische Beschaffung, auch Sourcing genannt, ist der operativen Beschaffung vorgelagert und betrifft vor allem Planungsaufgaben. Die operative Beschaffung, auch Ordering genannt, befasst sich mit der konkreten Durchführung des Einkaufs von Gütern und Dienstleistungen. Eine Veranschaulichung einiger wesentlicher Aufgaben der strategischen und operativen Aufgaben der Beschaffung zeigt Abb. 10.35.

Mit den unterschiedlichen Aufgabenschwerpunkten des Sourcing und Ordering variieren auch die Beschaffungsziele:

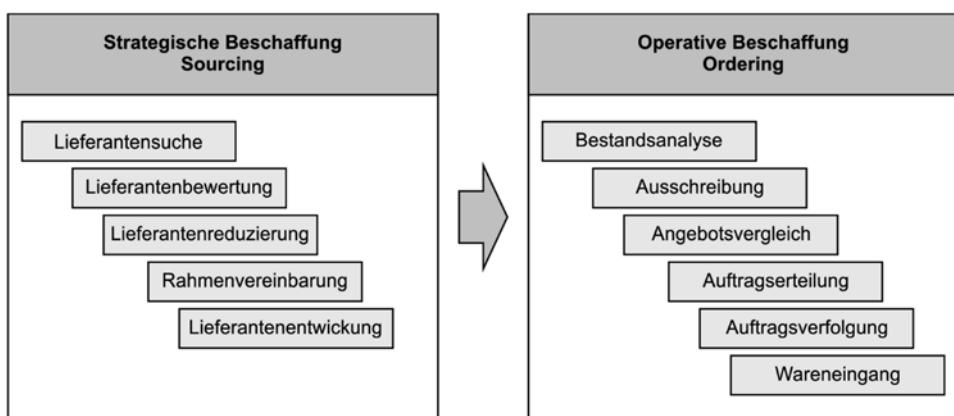


Abb. 10.35 Ausgewählte Aufgaben der strategischen und operativen Beschaffung

Zielgruppe	Ziele des E-Procurement
Finanzziele	<ul style="list-style-type: none"> • Reduzierung der Produktkosten. • Reduzierung der Prozesskosten. • Reduzierung von Bestands- und Lagerhaltungskosten.
Prozessziele	<ul style="list-style-type: none"> • Automatisierung der Beschaffungsprozesse. • Verbesserung der Qualität der Beschaffungsprozesse. • Entlastung von Mitarbeitern von operativen Beschaffungsaktivitäten. • Verlagerung von personellen Ressourcen in den strategischen Aufgabenbereich. • Beschleunigung der Beschaffungsprozesse. • Elimination von Medienbrüchen in den Beschaffungsprozessen.
Informationsziele	<ul style="list-style-type: none"> • Schnellere Informationsbereitstellung bzgl. Produkten, Preisen, Konditionen usw. • Erhöhung des Umfangs und der Qualität beschaffungsbezogener Informationen.
Wirtschafts- und Marktziele	<ul style="list-style-type: none"> • Verbesserung der Marktstellung des Einkaufs. • Reduzierung der Anzahl der Lieferanten.

Abb. 10.36 Zusammenstellung von Zielen des E-Procurement (vgl. Stoll 2008)

- Bei dem netzbasierten Sourcing (**E-Sourcing**) liegt das Gewicht auf dem Ziel der Senkung der Einstandskosten von höherpreisigen und in geringen Mengen zu beschaffenden Gütern. Da die Prozesskosten der Beschaffung hier wesentlich geringer sind als die Produktkosten, bestehen Optimierungspotenziale vor allem hinsichtlich der Höhe der Produktkosten.
- Bei dem netzbasierten Ordering (**E-Ordering**) steht dagegen die Senkung der Prozesskosten bei der Beschaffung geringwertiger Güter in eher größeren Stückzahlen im Vordergrund. Angesprochen sind hier einfache Verbrauchs- und Ersatzteile bzw. so genannte MRO-Teile, deren Wert im Vergleich zu den Kosten des Beschaffungsprozesses nahezu vernachlässigbar ist. Optimierungspotenziale bietet daher primär der Beschaffungsprozess.

Über die Senkung der Produkt- und Prozesskosten hinaus verfolgt das E-Procurement noch weitere Ziele. So unterscheidet Stoll (2008) zwischen Finanzz Zielen, Prozesszielen, Informationszielen sowie Wirtschafts- und Marktzielen. Eine nach diesen Gruppen gegliederte Zusammenstellung von ausgewählten Zielen des E-Procurement zeigt Abb. 10.36.

10.4.2.2 Arten von E-Procurement-Lösungen

Art, Menge, Wert und Bedarfsverlauf der in einem Unternehmen zu beschaffenden Güter variieren erheblich. Aus diesem Grunde bietet sich, je nach Gegebenheiten und Anforderungen, die Anwendung unterschiedlicher Beschaffungslösungen an. Die Beantwortung

der Frage, wann sich welche Lösung empfiehlt, setzt eine güter- und bedarfsbezogene Analyse voraus. In der einschlägigen Literatur (vgl. z. B. Lemme 2005; Stoll 2008) wird eine Kombination von ABC-Analyse und XYZ-Analyse vorgeschlagen.

Gegenstand der **ABC-Analyse** ist die Ermittlung der prozentualen Mengen- und Wertanteile von Artikeln an der Gesamtmenge oder dem Gesamtwert einer Periode, z. B. eines Jahres. Ausgehend von einer Sortierung der Artikel nach ihrem aus Menge und Einstandspreis berechneten Wert werden in mehreren Schritten schließlich drei Artikelklassen hergeleitet (vgl. z. B. Stoll 2008; Schulte 2009; Jung 2010):

- Klasse der A-Artikel: A-Artikel haben einen Anteil von bis zu 10 % an der Gesamtmenge aller Artikel, jedoch einen Anteil von etwa 60 % bis 85 % am Gesamtwert.
- Klasse der B-Artikel: B-Artikel haben einen Mengenanteil von etwa 20 % bis 30 % und einen Wertanteil von etwa 10 % bis 25 %.
- Klasse der C-Artikel: C-Artikel haben einen Mengenanteil von etwa 70 % bis 80 % und einen Wertanteil von etwa 5 % bis 15 %.

Was die konkrete Artikelart betrifft, handelt es sich bei A-Artikeln um hochwertige Investitionsgüter sowie um komplexe Produkte und Komponenten, die in Produkte oder Anlagen eingehen. Ebenso stellen B-Artikel Produkte und Komponenten mit allerdings mittlerem Verbrauchswert dar, die in Produkte eingehen. C-Artikel sind primär MRO-Güter, die in den Bereichen „Maintenance“, „Repair“ und „Operations“ als eher geringwertige Teile benötigt werden.

Gegenstand der **XYZ-Analyse** ist die Untersuchung der Bedarfsverläufe der Artikel einer Artikelmenge in einer Periode, z. B. einem Jahr. Ziel ist es, charakteristische Verlaufsmuster des Artikelbedarfs abzuleiten. Auch unter Nutzung statistischer Methoden werden Kontinuität und Regelmäßigkeit des Bedarfs im Zeitablauf analysiert und schließlich drei Artikelklassen abgegrenzt (vgl. z. B. Lemme 2005; Stoll 2008):

- Klasse der X-Artikel: X-Artikel weisen ein regelmäßigen und konstanten Bedarfsverlauf auf.
- Klasse der Y-Artikel: Y-Artikel zeigen einen schwankenden Verlauf des Bedarfs, z. B. saisonal schwankend.
- Klasse der Z-Artikel: Z-Artikel sind gekennzeichnet durch einen unregelmäßigen, sporadischen Bedarf im Zeitablauf.

Aufgrund seiner Konstanz lässt sich der Bedarf an X-Artikeln sehr gut vorhersagen, was eine bedarfssynchrone Beschaffung gemäß dem Just-in-time-Konzept nahelegt. Dem schwankenden Bedarf bei Y-Artikeln kann mit einer Vorratsbeschaffung bzw. Lagerhaltung begegnet werden und der geringen Vorhersagemöglichkeit im Falle des sporadischen Bedarfs bei Z-Artikeln mit einer Einzelbeschaffung im Bedarfsfall.

ABC-Analyse			Wertigkeit		
XYZ-Analyse			A Verbrauchswert hoch	B Verbrauchswert mittel	C Verbrauchswert niedrig
Vorhersagegenauigkeit	X	Vorhersage- genauigkeit hoch Verbrauch stetig	geeignet für E-Collaboration	geeignet für E-Ausschreibungen	Abwicklung über (käuferseitigen) Katalog
	Y	Vorhersage- genauigkeit mittel Verbrauch schwankend	Abwicklung über katalogbasierten Marktplatz		
		Vorhersage- genauigkeit niedrig Verbrauch stochastisch	geeignet für E-Ausschreibungen und E-Auktionen		

Abb. 10.37 Kombination von ABC- und XYZ-Analyse (vgl. Lemme 2005; Stoll 2008)

Die Kombination der ABC- und der XYZ-Analyse führt zu einer Zusammenfassung von wert- und bedarfsbezogenen Charakteristika der Artikelklassen in einer 9-Felder-Matrix (vgl. Abb. 10.37). Die jeweils zutreffenden Ausprägungen der Merkmale Verbrauchswert, Vorhersagegenauigkeit und Verbrauchsart liefern Hinweise für die Bestandsplanung, die Verbrauchsvorhersage und die Lagerhaltung, insbesondere aber auch für die in Frage kommenden Beschaffungslösungen.

In Abb. 10.37 sind bereits Empfehlungen für Beschaffungslösungen enthalten, die auf Literaturangaben beruhen. Sie können etwa wie folgt interpretiert werden (vgl. auch Stoll 2008):

- Bei AX-Artikeln sprechen stetiger Verbrauch und hohe Verbrauchswerte für die Einrichtung fester Lieferantenbeziehungen, die eine enge Zusammenarbeit bei Gestaltungs-, Produktions-, Qualitäts- und Lieferfragen gestatten. Als Beschaffungslösung empfiehlt sich daher E-Collaboration.
- Bei AY- und AZ-Artikeln ist aufgrund des schwankenden oder gar zufälligen Bedarfsverlaufs die Etablierung einer engen Kooperation mit Lieferanten weniger sinnvoll. Infrage kommen hier (fallweise) E-Ausschreibungen und E-Auktionen.
- Für BX-, BY- und BZ-Artikel werden durchgängig E-Ausschreibungen empfohlen. Abgesehen vom geringeren Verbrauchswert, der nicht gegen Ausschreibungen spricht, liegen bei BY- und BZ-Artikeln gleiche Charakteristika wie bei AY- und AZ-Artikeln vor. Andererseits spricht der geringere Verbrauchswert bei BX-Artikeln gegen den in eine E-Collaboration zu investierenden hohen Aufwand und somit für E-Ausschreibungen.

- Im Falle von CX- und CY-Artikeln liegt, bei zwar geringerem Verbrauchswert, ein ständiger – wenn teils auch schwankender – Bedarf vor. Dieser erfordert eine regelmäßige Beschaffung, gegebenenfalls in Verbindung mit einer Lagerhaltung. Empfohlen wird daher die Abwicklung der Beschaffung mit einer (käuferseitigen) Kataloglösung. Der hierfür zu betreibende Aufwand wird durch die regelmäßige Nutzung gerechtfertigt.
- Bei CZ-Artikeln liegt ein stark unregelmäßiger Bedarf vor, der den Einsatz einer käuferseitigen Kataloglösung nicht rechtfertigt. Empfohlen wird daher die Abwicklung der Beschaffung mit einer katalogbasierten Marktplatz-Lösung.

Eine Übersicht der genannten Arten von E-Procurement-Lösungen einschließlich kurzer Charakterisierungen zeigt Abb. 10.38. Unterschieden wird hierbei nach den Bereichen Sourcing und Ordering.

E-Procurement-Bereich	E-Procurement-Lösung	Erläuterung
Strategische Beschaffung (Sourcing)	Online-Auktionen (E-Auctions)	Plattform-basierte Lösungen zum Einholen günstiger Angebote für genau spezifizierte Leistungen/Produkte mit Abschluss durch die Annahme des günstigsten Angebots eines Bieters.
	Online-Ausschreibungen (E-Tendering)	Einholung von Angeboten einer Menge von Lieferanten für eine definierte Leistung und Nutzung eingehender Angebote für das Finden von Lieferanten, die Aufnahme von Verhandlungen und die Auswahl von Lieferanten.
	Online-Kooperationen (E-Collaboration)	Beschaffungslösung, die auf Synergieeffekte aufgrund enger Zusammenarbeit abzielt, und sich über das Erbringen genau spezifizierter Komponentenfertigung hinaus auf das Erbringen von Entwicklungsdiensten erstrecken kann.
Operative Beschaffung (Ordering)	Produktkatalog Lieferant (Sell-Side-Lösung)	Von einem Lieferanten bereit gestellter Produktkatalog inklusive Software für die Bestellabwicklung. Bei geschlossenem Zugang bilden spezifische Produktkataloge und vereinbarte Konditionen in Rahmenverträgen die Geschäftsgrundlage; der Systemzugang erfordert eine Identifikation des Einkäufers. Bei offenem Zugang entfallen Vorab-Identifikation und Rahmenverträge; es gelten einheitliche Preise und Konditionen.
	Multi-Lieferanten-Katalog (Buy-Side-Lösung)	Von einem Einkäufer selbst betriebene Katalog-Lösung, die von diversen Lieferanten gelieferte Produktkataloge mit zuvor ausgehandelten Preisen und Konditionen zu einem Multi-Lieferanten-Katalog für ausgewählte Produkte zusammenfasst. Auch bezeichnet als Bestellplattform bzw. Desktop-Purchasing-System.
	Elektronischer Marktplatz (E-Marketplace)	Von einem Intermediär betriebene Plattform-basierte Lösung mit offenem oder geschlossenem Zugang, die von Lieferanten gelieferte Produkt-, Preis- und Konditionsdaten sowie für die Abwicklung von Kauf-/Verkaufsprozessen erforderliche Software umfasst (vgl. Abschnitt 10.4.1).

Abb. 10.38 E-Procurement-Lösungen für die strategische und operative Beschaffung (vgl. hierzu Schubert 2002; Neoklar 2003; Stoll 2008)

10.4.2.3 Aufbau von E-Procurement-Systemen

Im vorangegangenen Abschnitt wurde eine Vielzahl von E-Procurement-Lösungen benannt und grob charakterisiert. Ihr Aufbau wird hier nur exemplarisch betrachtet, und zwar anhand der Systemvariante mit Multi-Lieferanten-Katalog. Eine vereinfachte Darstellung des grundsätzlichen Aufbaus, jedoch ohne Einbeziehung von Funktionen, zeigt Abb. 10.39.

Das von einem Nachfrager betriebene **E-Procurement-System** besteht aus einer Systemkomponente, die Beschaffungsfunktionen umfasst, sowie aus einem Multi-Lieferanten-Katalog. Die durch die Beschaffungsfunktionen angestoßene Hintergrundverarbeitung wird mit einem Back-Office-System bzw. ERP-System durchgeführt. Analoge Verhältnisse liegen auf Lieferantenseite vor. Wie durch drei Punkte angedeutet wird, stehen dem Nachfrager mehrere Lieferanten gegenüber. Eine Auswahl von Beschaffungsfunktionen des E-Procurement-Systems präsentiert Abb. 10.40.

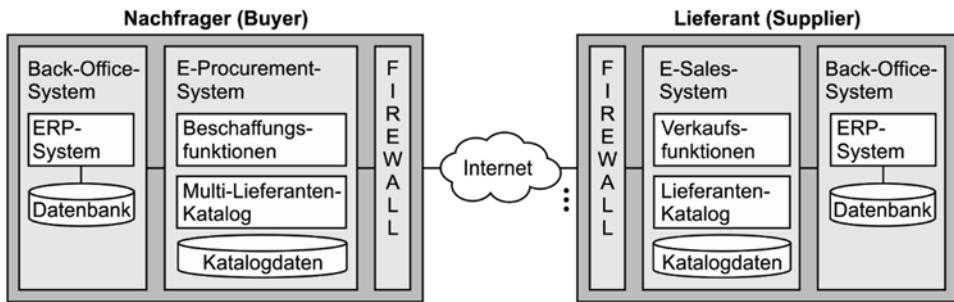


Abb. 10.39 Grobdarstellung einer Beschaffungslösung mit Multi-Lieferanten-Katalog

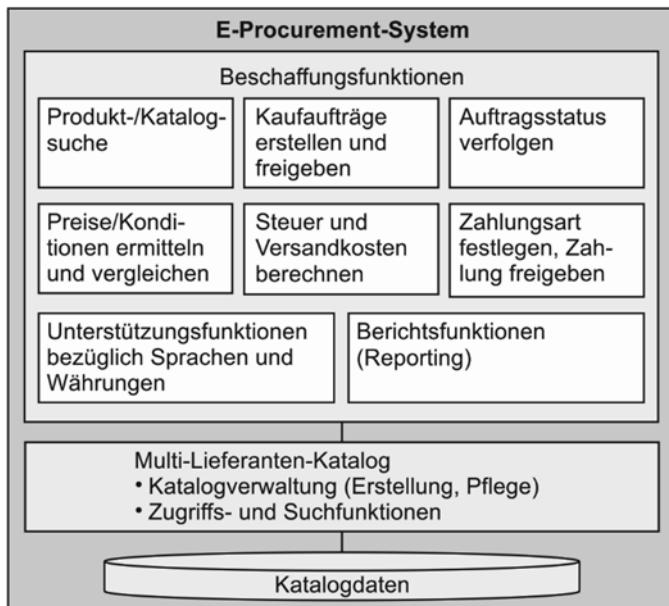


Abb. 10.40 Auswahl von Beschaffungsfunktionen eines E-Procurement-Systems

Einige der genannten Beschaffungsfunktionen lösen Hintergrundprozesse im Backend-System aus. Hierzu gehören z. B.:

- das Verbuchen von Bestellungen und Verwalten des Bestands an Bestellungen,
- das Überwachen und Verbuchen des Wareneingangs und
- das Abwickeln des Zahlungsverkehrs mit Lieferanten.

10.4.3 Online-Shops im BtC-Bereich

Neben dem stationären Handel und dem Versandhandel haben sich Online-Shops als eine dritte Art von Verkaufskanal im Endkundengeschäft fest etabliert. Sie stellen die bedeutendste Verkaufsform im BtC-Bereich des E-Commerce dar. Ihre Begrenzung auf den BtC-Bereich ist insofern zu relativieren, als auch sehr viele Unternehmen als „Endkunden“ Online-Shops nutzen. Der vorliegende Abschnitt befasst sich mit Online-Shops. Behandelt werden:

- Begriff und Wesen von Online-Shops (vgl. Abschn. 10.4.3.1),
- Aufbau und Funktionalität von Online-Shops (vgl. Abschn. 10.4.3.2).

10.4.3.1 Begriff und Wesen von Online-Shops

Im Sinne der in Abb. 10.30 vorgestellten Kategorien von Softwarelösungen für netzbasierte Käufe/Verkäufe von Dienstleistungen und Gütern stellen Online-Shops 1:n-Verkaufslösungen dar. Einem Anbieter stehen jeweils viele Nachfrager gegenüber. Die ersten in den 1990er-Jahren betriebenen Online-Shops ermöglichten lediglich die Präsentation eines Produktangebots und die Abwicklung von Käufen. Inzwischen zeichnen sich Online-Shops durch Ausgereiftheit, Bedienungskomfort und eine Funktionalität aus, die wesentlich über die Geschäftsanbahnung und -abwicklung hinausgeht und eine Vielfalt von Zusatzfunktionen einschließt.

► Ein **Online-Shop** ist ein von einem Unternehmen betriebenes Plattform-basiertes Software-System, das dem Anbahnen, Abschließen und Abwickeln von Verkäufen an Endkunden im Internet dient und darüber hinaus Zusatzfunktionen für Verwaltungs-, Analyse- und Marketingzwecke umfassen kann.

Online-Shops können unterschiedlich organisiert sein (vgl. Abb. 10.41). Neben Shops, die vom Anbieter selbst betrieben werden, existieren auch von Intermediären betriebene Shops. Zudem sind einige Anbieter zugleich Produzenten der angebotenen Güter, während andere Anbieter ihre Ware von produzierenden Unternehmen beziehen.

Ein Online-Shop als Verkaufskanal wird von einem Hersteller von Produkten eingerichtet und in Eigenregie betrieben. Entweder als zusätzliche Vertriebslösung zu bestehenden konventionellen Verkaufskanälen oder als einziger Vertriebsweg.

Betreiber	Fertigung	Eigenfertigung	Fremdbezug
Eigenregie		Online-Shop als Verkaufskanal	Online-Shop als Geschäftsmodell
Intermediär		Online-Shopping-Mall	

Abb. 10.41 Arten von Online-Shops

Ein Online-Shop als Geschäftsmodell liegt im Fall eines Anbieters vor, der seine Aktivitäten auf den Verkauf von Gütern per Online-Shop beschränkt. Die angebotenen Güter werden somit nicht selbst produziert, sondern von eigenständigen Produzenten bezogen.

Eine Online-Shoppingmall besteht aus der Zusammenfassung der Online-Shops mehrerer Anbieter, die von einem Intermediär als umfassende Verkaufslösung eingerichtet und betrieben wird. Für die einzelnen Anbieter besteht ein Vorteil darin, dass Mall-Besucher auch (eher zufällig) ihr Angebot wahrnehmen. Zudem begünstigt die Internet-Kompetenz des Intermediärs die Shop-Anpassung an die Technologieentwicklung.

Im E-Commerce treten auch Mischformen dieser Grundtypen auf. Ein Beispiel ist ein Online-Shop-Betreiber, der einen Teil der angebotenen Produkte selbst herstellt.

Hinsichtlich der online gehandelten Güter ist zu unterscheiden zwischen

- digitalen Gütern und
- physischen Gütern.

Digitale Güter eignen sich besonders für den Online-Handel, da die Lieferung unmittelbar über das Internet erfolgen kann. Beispielsweise per Download beim Softwarekauf. Neben Software sind Musikstücke, Filme/Videos und Spiele weitere häufig gehandelte digitale Güter.

Zu den häufig gehandelten **physischen Gütern** gehören Bücher, Reisen, Flug-/Fahr-/Eintrittskarten, und Elektronik-Artikel. Weniger häufig dagegen z. B. Lebensmittel, Kleidung/Schuhe, Möbel und Fahrzeuge. Als Kaufhürden erweisen sich hierbei Verderblichkeit (Lebensmittel), Unmöglichkeit der Vorab-Qualitätsprüfung, Einschränkungen bei der Beratung und Zahlungsrisiken bei höherpreisigen Produkten.

Im Vergleich zum konventionellen Handel gewinnt der Online-Handel beständig an Gewicht, da er sowohl Anbietern als auch Käufern Vorteile bietet. Beide Marktpartner profitieren von der Verfügbarkeit rund um die Uhr an allen Wochentagen. Für Anbieter entfällt die Notwendigkeit, einen physischen Verkaufsraum zu betreiben und bei Anbietern entfällt die Lagerhaltung für die Artikel, deren Auslieferung aufgrund entsprechender Vereinbarung direkt vom Hersteller erfolgt. Käufer wiederum profitieren von dem beque-

men Shop-Zugang, der schnellen Warenlieferung, der wesentlich höheren Markttransparenz und dem einfachen Zugang zu Artikelbewertungen und Testberichten. Für Anbieter und Käufer gleichermaßen lästig sind Retouren, weil gelieferte Ware z. B. nicht der Beschreibung entspricht oder Qualitätsmängel aufweist. Was den Qualitätsaspekt betrifft, bieten **Gütesiegel** einen gewissen Schutz. An Online-Shops verliehene Gütesiegel sind in Deutschland z. B. EHI und Trusted Shops:

- Das EHI-Siegel wird vom EHI-Retail Institute e.V. (bis 2006 EuroHandelsinstitut e.V.) an entsprechend zertifizierte Online-Shops vergeben.
- Das Trusted Shops Gütesiegel wird von dem Unternehmen Trusted Shops GmbH an entsprechend zertifizierte Online-Shops vergeben.

Die Bedeutung derartiger Gütesiegel lässt sich z. B. daran ablesen, dass sich in Deutschland viele Shop-Betreiber einer Zertifizierung unterzogen haben.

Qualitätsprobleme bis hin zum Betrug sind beim Einkauf bei „gefälschten Online-Shops“ die Regel. So wird oft mangelhafte, falsche oder gar keine Ware geliefert. Betrüger, die Online-Shops bekannter Markenhersteller täuschend echt imitieren, lassen sich am Shop-Impressum identifizieren. Fehlt dort die Angabe von Handelsregister, Umsatzsteuer-ID-Nummer und Kontaktdaten (eine Mail-Adresse allein genügt nicht), so ist von einem un seriösen Anbieter auszugehen.

10.4.3.2 Aufbau und Funktionalität von Online-Shops

Die Komplexität von Online-Shops ist im Zeitablauf beständig gewachsen. Dem unabdingbaren funktionalen Kern bestehend aus Produktpräsentation und Kaufabwicklung wurden sukzessive weitere Funktionen hinzugefügt, so z. B. Verwaltung von Bestellungen und Kunden, Produktdatenbanken, Verwaltung von Inhalten (Content Management) und Dienste für Kunden (Customer Services). Eine Grobdarstellung des Aufbaus eines Online-Shops im BtC-Bereich zeigt Abb. 10.42. Von funktionalen Details wird hierbei abstrahiert.

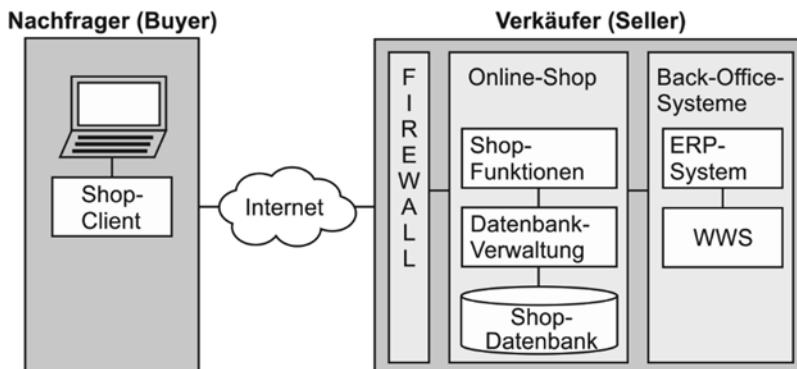


Abb. 10.42 Grobdarstellung eines Online-Shops im BtC-Bereich

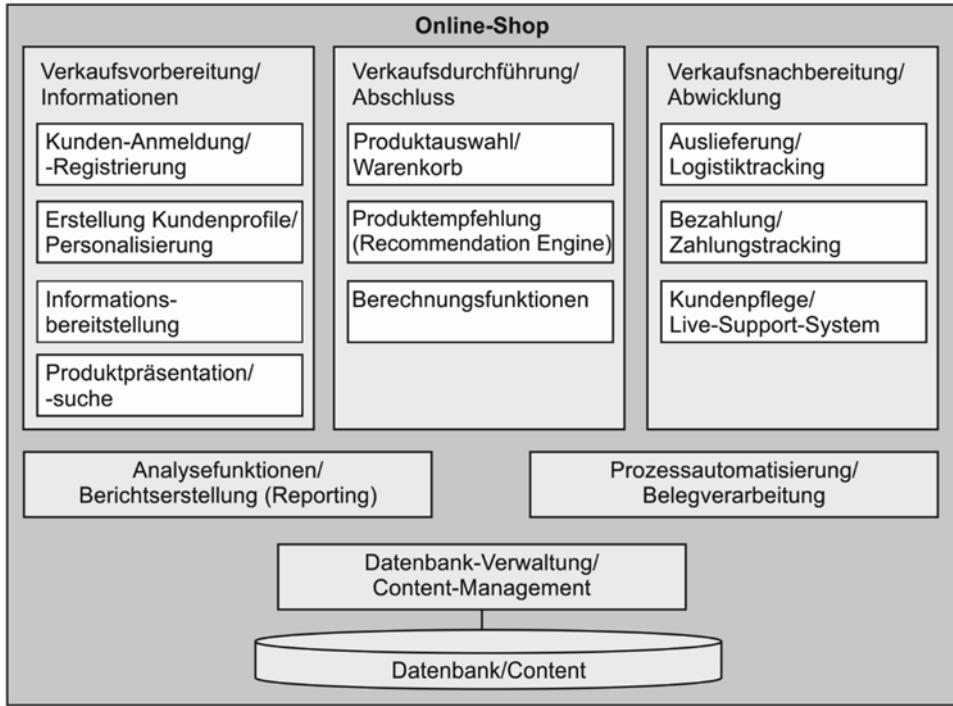


Abb. 10.43 Auswahl von Funktionen eines Online-Shops

Auf Nachfrager-Seite tritt in Abb. 10.42 ein Endverbraucher auf, der über einen Shop-Client Zugang zu dem Online-Shop hat. Als Client kann z. B. ein üblicher Browser verwendet werden. Der auf Verkäufer-Seite betriebene Online-Shop setzt auf einer eigenen Shop-Datenbank auf. Für Zwecke des Datenabgleichs und der weiteren Verarbeitung von im Shop erhobenen Daten ist der Online-Shop mit Anwendungssystemen im Back-Office-Bereich gekoppelt, insbesondere mit einem ERP-System und einem Warenwirtschaftssystem (WWS). Eine Auswahl von Funktionen eines Online-Shops zeigt Abb. 10.43.

In der Phase der Verkaufsvorbereitung stehen Kontaktaufnahme und Informationsbeschaffung im Vordergrund:

- Die Funktion Kunden-Anmeldung/-Registrierung dient der Kontaktaufnahme mit dem Shop sowie der Erfassung und dem Abgleich von Kundendaten.
- Auf eine individuelle Kundenansprache und Informationsbereitstellung zielt die Funktion Erstellung Kundenprofile/Personalisierung ab.
- Die Funktion Informationsbereitstellung erstreckt sich z. B. auf die Allgemeinen Geschäftsbedingungen (AGB), Angaben zum Shop-Betreiber und allgemeine Informationen zu den gehandelten Produkten oder Dienstleistungen.
- Die Funktion Produktpräsentation/-suche hilft dem Kunden bei der Orientierung im Produkt-/Leistungsangebot und bei der Beschaffung von Detailinformationen über

Produkte/Leistungen (Beschreibung, Preise und Lieferbedingungen). Ziel ist hierbei einerseits, Kunden zum Kauf zu bewegen bzw. Umsatz zu generieren, und andererseits, teure Retouren zu vermeiden. Die hohe Bedeutung der Produktpräsentation zeigt sich an den ausdifferenzierten Präsentationsmitteln: Text, technische Daten, Produktfotografien, dreidimensionale Produktdarstellungen, Videos und Kundenmeinungen/Bewertungen.

Die Phase Verkaufsdurchführung/Abschluss betrifft die konkrete Produktauswahl und den Abschluss eines Kaufgeschäfts zu vereinbarten Preisen und Konditionen:

- Die Funktion Produktauswahl/Warenkorb ermöglicht die Ablage ausgewählter Produkte in einem Warenkorb und das Auslösen des Kaufakts bezüglich der im Warenkorb befindlichen Produkte.
- Die Funktion Produktempfehlung/Recommendation Engine offeriert dem Kunden Kaufangebote für z. B. ähnliche oder komplementäre Produkte, die mittels einer „Recommendation Engine“ auf der Basis von Informationen über das Such- und Kaufverhalten des Kunden generiert werden.
- Zur Berechnung von Einzelbeträgen und Summen hinsichtlich Preisen, Steuern und Versandkosten stehen entsprechende Berechnungsfunktionen zur Verfügung.

In der Phase Verkaufsnachbereitung/Abwicklung geht es um die Erfüllung abgeschlossener Kauf-/Verkaufsgeschäfte auf der güter- und finanzwirtschaftlichen Ebene sowie um die Pflege von Kundenkontakten:

- Die Funktion Auslieferung/Logistiktracking betrifft die Übermittlung digitaler Produkte im Netz oder die Zustellung physischer Produkte per Post/Speditionsunternehmen einschließlich der Übermittlung von Informationen bezüglich des Status der Auslieferung (Sendungsverfolgung/Logistiktracking).
- Die Funktion Bezahlung/Zahlungstracking dient der Durchführung von Zahlungsvorgängen mittels konventioneller Verfahren (Vorkasse, Überweisung, Kreditkarte, Bank einzug) oder elektronischer Verfahren (Online-Banking, elektronische Lastschrift, Prepaid-Verfahren) sowie der Überwachung der Zahlungsprozesse.
- Zweck der Funktion Kundenpflege/Live-Support-System ist die Erhöhung der Kundenbindung bzw. der Aufbau eines loyalen Kundenstamms mittels Einrichtung und Betrieb von Diskussionsforen (z. B. schwarzes Brett), Chaträumen (direkte Kontaktaufnahme), Gästebüchern (z. B. Hinterlegen von Buchrezensionen beim Buchhandel) sowie Live-Support-Systemen (Online-Kundenberatung zwecks Verhinderung des Absprungs von Kunden).

Ziel des Funktionskomplexes Analysefunktionen/Berichterstellung (Reporting) ist die Auswertung und Aufbereitung von im Online-Shop verfügbaren Informationen für Gestaltungs-, Steuerungs- und Kontrollzwecke:

- Umsatzanalysen dienen der Aufschlüsselung des Shop-Umsatzes nach Kunden, Sortimenten, Produkten, Regionen und Perioden in Form von Berichten, die auch Plandaten und Plan-Abweichungen einbeziehen und somit z. B. negative Umsatzentwicklungen in differenzierter Weise aufzeigen.
- Die Analyse der vom Shop-seitigen Web-Server in eine Logdatei eingetragenen Informationen über alle Zugriffe aufseiten des Online-Shops führt zu Ergebnissen wie z. B. Anzahl abgerufener Dateien (Hits) oder abgerufener Web-Seiten (Page impressions) eines Benutzers, Anzahl der Besuche des Shops (Visits), durchschnittliche Dauer eines Besuchs sowie Tageszeit- und Wochenzeit-Verteilung von Shop-Besuchen, letzte vor dem Shop-Besuch aufgerufene Web-Seite (Referrer) und liefert damit wertvolle Hinweise für die Shop-Gestaltung.

Bei großen Online-Shops mit einem hohen Aufkommen von Bestellungen ist der Funktionskomplex Prozessautomatisierung/Belegverarbeitung von besonderer Bedeutung:

- Eine erste Automatisierungsstufe betrifft die Belegverarbeitung und erstreckt sich z. B. auf die automatische Erstellung von Auftragsbestätigungen, Rechnungen und Lieferscheinen – auch bereits bei kleineren Online-Shops.
- Wesentlich weiter geht die Automatisierung ganzer Prozessketten bei größeren Shops, etwa des Haupt-Geschäftsprozesses mit den Phasen Belegerstellung, Kommissionierung, Zahlungsabwicklung, Auslieferung/Logistik.

Der Funktionskomplex Datenbank-Verwaltung/Contentmanagement betrifft den Aufbau und die Pflege der strukturierten und unstrukturierten Datenbestände eines Online-Shops:

- Die Verwaltung strukturierter Daten wie Stammdaten (Katalogdaten/Warengruppen, Artikeldaten, Kundendaten), Konfigurationsdaten (Sprachen, Währungen), Konditionen (Rabattsysteme, Sonderangebote), Bestelldaten, Abwicklungsdaten (Steuerberechnungs-, Zahlungs-, Versandarten) und Marketingdaten (Kundenprofile, Analysedaten) erfolgt meist mittels relationaler Datenbanken.
- Für die Verwaltung unstrukturierter Informationen, also Texten (AGB, Zahlungs- und Lieferbedingungen, Produktbeschreibungen) sowie Bildern (3D-Darstellungen, Audio, Video für Präsentations- und Marketingzwecke), werden meist Content-Management-Systeme eingesetzt.

Literatur

Baumgartner, P., Häfele, H., Häfele, K.: eLearning – Didaktische und technische Grundlagen, Handreichung für den IT-Einsatz im Unterricht. Das Multimedia-Magazin für Österreichs Schulen. 5, 1–32 (2002)

Gabriel, R., Hoppe, U. (Hrsg.): Electronic Business. Physica, Heidelberg (2002)

- Hardwick, M., Bolton, R.: The industrial virtual enterprise. *Commun. ACM.* **40**(9), 59–60 (1997)
- Hungenberg, H.: Bildung und Entwicklung von strategischen Allianzen, theoretische Erklärungen, illustriert am Beispiel der Telekommunikationsbranche. In: Engelhard, J., Sinz, E.J. (Hrsg.) Kooperation im Wettbewerb, S. 3–29. Gabler, Wiesbaden (1999)
- Jung, H.: Allgemeine Betriebswirtschaftslehre, 12. Aufl. Oldenbourg, München (2010)
- Kollmann, T.: E-Business, Grundlagen elektronischer Geschäftsprozesse in der Net Economy, 5. Aufl. Gabler, Wiesbaden (2013)
- Lemme, M.: Erfolgsfaktor Einkauf. Durch gezielte Einkaufspolitik Kosten senken und Erträge steigern. Cornelsen, Berlin (2005)
- Malone, T.W., Yates, J., Benjamin, R.I.: Electronic markets and electronic hierarchies. *Commun. ACM.* **30**(6), 484–497 (1987)
- Merz, M.: Electronic Commerce, Marktmodelle, Anwendungen und Technologien. dpunkt, Heidelberg (1999)
- Mummert & Partner (Hrsg.): B2B auf virtuellen Marktplätzen, Momentaufnahmen und Zukunftsszenarien – Ein Chance für Finanzdienstleister, Studie (2000)
- Neoklar, A.-P.: e-Procurement, Euphorie und Realität. Springer, Berlin (2003)
- Picot, A.: Organisationsstrukturen der Wirtschaft und ihre Anforderungen an die Informations- und Kommunikationstechnik. In: Scheer, A.-W. (Hrsg.) Handbuch Informationsmanagement, S. 49–68. Gabler, Wiesbaden (1993)
- Picot, A., Reichwald, R., Wigand, R.T.: Die grenzenlose Unternehmung: Information, Organisation, Management, 5. Aufl. Gabler, Wiesbaden (2003)
- Quantz, J., Wichmann, T.: E-Business-Standards in Deutschland, Bestandsaufnahme, Probleme, Perspektiven, Forschungsauftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Arbeit, Endbericht. Berlecon Research GmbH, Berlin (2003)
- Schubert, P.: E-Procurement: Elektronische Unterstützung des Beschaffungsprozesses in Unternehmen, Studientext an der Hochschule für Wirtschaft, Basel (2002)
- Schulte, C.: Logistik – Wege zur Optimierung der Supply Chain, 5. Aufl. Vahlen, München (2009)
- Schulte-Zurhausen, M.: Organisation, 3. Aufl. Vahlen, München (2002)
- Siebert, H.: Ökonomische Analyse von Unternehmensnetzwerken. In: Staehle, W.W., Sydow, J. (Hrsg.) Managementforschung 1, S. 291–311. de Gruyter, Berlin (1991)
- Stoll, P.: Der Einsatz von E-Procurement in mittelgroßen Unternehmen, Konzeptionelle Überlegungen und explorative Untersuchung. Gabler, Wiesbaden (2008)
- Sydow, J.: Strategische Netzwerke und Transaktionskosten. In: Staehle, W.W., Conrad, P. (Hrsg.) Managementforschung 2, S. 239–311. de Gruyter, Berlin (1992)
- Sydow, J., Winand, U.: Unternehmensvernetzung und -virtualisierung: Die Zukunft unternehmerischer Partnerschaften. In: Winand, U., Nathusius, K. (Hrsg.) Unternehmensnetzwerke und virtuelle Organisationen, S. 11–31. Schäffer-Poeschel, Stuttgart (1998)
- Timmers, P.: Electronic Commerce – Strategies and Models for Business-to-Business Trading. Wiley, Chichester (1999)
- Weller, T.C.: BtoB eCommerce. The Rise of eMarketplaces (2000). <http://www.leggmason.com/pdf/btopspring.pdf>. Zugegriffen am 14.09.2020
- Williamson, O.E.: The Nature of the Firm – Origin, Evolution and Development. Oxford University Press, Oxford (1991)
- Wirtz, B.W.: Electronic Business, 4. Aufl. Springer Gabler, Wiesbaden (2013)
- Wirtz, B.W.: Medien- und Internetmanagement, 9. Aufl. Springer, Wiesbaden (2016)
- Wirtz, B.W.: Digital Business and Electronic Commerce, Strategy, Business Models and Technology. Springer, Berlin (2021)
- Zbornik, S.: Elektronische Märkte, elektronische Hierarchien und elektronische Netzwerke. Universitätsverlag, Konstanz (1996)



Kap. 11 ist das dritte Kapitel des Teils C. Es befasst sich mit dem Gebiet des Mobile Business. In Abb. 11.1 ist die Einordnung des Kap. 11 in den Teil C dargestellt.

Ursprünglich war der Einsatz von mobilen Endgeräten wie Mobiltelefonen und Personal Digital Assistants (PDAs) auf Sprach- und Kurztextkommunikation sowie einfache Verwaltungsfunktionen wie Adress- und Terminverwaltung begrenzt. Mit der Entwicklung leistungsfähiger Mobilfunknetze und Endgeräte haben sich viel weitergehende Anwendungsmöglichkeiten eröffnet. Die resultierende Nutzung mobiler Technologien für eine große Bandbreite geschäftlicher Zwecke wird hier unter dem Begriff des Mobile Business (M-Business) subsumiert (vgl. Zobel 2001; Scheer u. a. 2001; Graeve 2001; Gora und Röttger-Gerigk 2002).

Gemeinhin wird mobilen Technologien ein sehr hohes Marktpotenzial zugesprochen. Dies liegt einerseits an der großen Verbreitung mobiler Endgeräte, die den Verbreitungsgrad von PCs übertrifft und entsprechend breite Nutzungspotenziale einschließt. Andererseits ermöglicht die Kopplung mobiler Technologien mit dem Internet die Verbindung von mobiler und stationärer Informationsverarbeitung. Schließlich gestatten mobile Technologien im Fall wechselnder Aufenthaltsorte von Nutzern die Realisierung geschäftlicher Lösungen, die sich mit stationären Technologien nicht umsetzen lassen.

Im vorliegenden Kapitel wird der eben grob umrissene Bereich des M-Business unter verschiedenen Blickwinkeln betrachtet. Im Einzelnen wird eingegangen auf:

- Begriff und Wesen des Mobile Business (vgl. Abschn. 11.1),
- Technologien des Mobile Business (vgl. Abschn. 11.2),
- Geschäftsmodelle des Mobile Business (vgl. Abschn. 11.3) und
- Anwendungen des Mobile Business (vgl. Abschn. 11.4).

C Interorganisatorische Anwendungssysteme**9 Grundlagen der netzbasierten Informationsverarbeitung****10 Electronic Business****11 Mobile Business****12 Social Media Business**

Abb. 11.1 Einordnung von Kap. 11 in den Teil C

11.1 Begriff und Wesen des Mobile Business

Für den Begriff des Mobile Business gibt es unterschiedliche Abgrenzungen. Gemeinsam ist ihnen jedoch der Aspekt der Nutzung mobiler Endgeräte für geschäftliche Zwecke. Beispielsweise bezeichnet M-Business nach Lehner (2001, S. 5) die Gesamtheit der Aktivitäten, Prozesse und Anwendungssysteme in Unternehmen, die mit mobilen Technologien abgewickelt oder unterstützt werden. Meist wird das M-Business auch als Teilbereich des E-Business eingeordnet (vgl. Kap. 10). Beide Sichtweisen fließen in die folgende Abgrenzung ein (vgl. hierzu auch Schmitzer und Butterwegge 2000).

► Der Begriff des **Mobile Business (M-Business)** bezeichnet einen Teilbereich des Electronic Business (E-Business), der sämtliche mit mobilen Technologien unterstützten Geschäftsbeziehungen zwischen Unternehmen, Konsumenten und öffentlichen Verwaltungen einschließt.

Die dem E-Business zugeordneten Akteure, Austauschbeziehungen und Aktivitätsbereiche lassen sich unmittelbar auf das M-Business übertragen. In Analogie zum E-Business umfasst das M-Business demnach die Aktivitätsbereiche M-Commerce, M-Information, M-Entertainment, M-Education, M-Collaboration und M-Communication. In diese Bereiche fallende Aktivitäten des M-Business ergänzen oder ersetzen meist entsprechende Aktivitäten des E-Business – beispielsweise Buchung eines Hotels unterwegs statt am stationären Arbeitsplatz. Hierbei werden mobil (vor)verarbeitete Daten in der Regel mit stationären Systemen weiterverarbeitet. Insofern sind die mobile und die statio-näre Informationsverarbeitung häufig eng miteinander verflochten.

Im Unterschied zu stationären Technologien sind **mobile Technologien** durch spezifische Merkmale gekennzeichnet (vgl. Herzig 2001). Hinsichtlich der Anwendungsbereiche des M-Business sind diese Merkmale von besonderer Bedeutung, da sie neuartige, einen Mehrwert stiftende geschäftliche Lösungen ermöglichen. Zu diesen Merkmalen zählen vor allem

- Ortsunabhängigkeit/Mobilität,
- Erreichbarkeit,

Merkmale	Charakterisierung
Ortsunabhängigkeit/ Mobilität	Im Empfangsbereich von Mobilfunknetzen können mobile Endgeräte an beliebigen Orten und – mit Abstrichen – auch in sich bewegenden Fahrzeugen genutzt werden.
Erreichbarkeit	Nutzer mobiler Endgeräte sind unmittelbar und jederzeit erreichbar, da sie sich nicht an einem stationären Arbeitsplatz befinden und eine Netzverbindung aufbauen müssen.
Lokalisierbarkeit	Mobile Endgeräte gestatten es, den Standort ihrer Nutzer mittels einer Lokalisierungskomponente relativ genau zu ermitteln.
Identifizierbarkeit	Die beim Kauf mobiler Endgeräte erfolgende persönliche Registrierung von Mobilfunkkunden gestattet es, Nutzer der Endgeräte über die SIM-Karte zu identifizieren.

Abb. 11.2 Spezifische Merkmale mobiler Technologien

- Lokalisierbarkeit und
- Identifizierbarkeit.

Abb. 11.2 enthält eine kurze Charakterisierung der Merkmale mobiler Technologien.

Mobilität ermöglicht einen Netzzugang an beliebigen und auch laufend wechselnden Orten. Von grundlegender Bedeutung ist dies für nicht stationäre Arbeitsplätze. Trotz wechselnder Aufenthaltsorte können Nutzer auf Informationen, Produkte, Dienste und Anwendungssysteme im Netz zugreifen und ihre berufliche Tätigkeit ortsunabhängig wahrnehmen. So z. B. im Außendienst, im Transportbereich und bei Geschäftsreisen.

Ihre uneingeschränkte Erreichbarkeit versetzt Nutzer in die Lage, aktuelle Informationen ohne Zeitverzug zu empfangen oder selbst abzurufen. Abhängig vom Informationsinhalt können sie unmittelbar mit geschäftsbezogenen Maßnahmen oder Entscheidungen reagieren. Beispielsweise bei starken Kursschwankungen im Bereich der Aktienanlage oder bei dem Ausfall von Transportmitteln im Bereich der Logistik.

Aufgrund ihrer Lokalisierbarkeit können Mobilfunknutzer so genannte Location Based Services in Anspruch nehmen. Diese Dienste übermitteln beispielsweise Informationen über Angebote von Unternehmen, die sich im Umfeld des aktuellen Aufenthaltsortes eines Nutzers befinden. Solche Angebote betreffen etwa Einkäufe in Geschäften, Restaurantbesuche, Hotelübernachtungen und Freizeitmöglichkeiten.

Die Möglichkeit der Identifizierung von Mobilfunknutzern schafft die Grundlage für die Übermittlung personalisierter Informationen an Nutzer. So können von Mobilfunk-Providern gesammelte nutzerbezogene Daten für die Erstellung von Nutzerprofilen und schließlich die Übermittlung personalisierter Inhalte an Nutzer herangezogen werden. Ein Anwendungsbeispiel hierzu ist das personalisierte Marketing oder One-to-One-Marketing.

Aktivitätsbereich	Mobiler Internet-Dienst
M-Communication	<ul style="list-style-type: none"> • Mobile E-Mail-Dienste • Mobiles Social Networking (Online Communities)
M-Information	<ul style="list-style-type: none"> • Mobile Wetterdienste • Mobile Nachrichtendienste
M-Entertainment	<ul style="list-style-type: none"> • Mobile Unterhaltungsdienste/Spiele
M-Commerce	<ul style="list-style-type: none"> • Mobile Auktionsdienste • Mobile Einkaufs-/Shopping-Dienste

Abb. 11.3 Nutzung mobiler Internet-Dienste

Die große und noch ansteigende Verbreitung mobiler Endgeräte trägt zu einer wachsenden Bedeutung des M-Business bei. In der Bundesrepublik Deutschland übersteigt die Anzahl der Mobilfunkanschlüsse schon längst die Einwohnerzahl. Offensichtlich verfügt ein erheblicher Anteil von Mobilfunknutzern über mehr als einen Anschluss. Der Schwerpunkt der Nutzung liegt (noch) auf der mobilen Kommunikation (Telefonie) ohne Internetzugang. Die steigende mobile Nutzung des Internets erstreckt sich vor allem auf die in Abb. 11.3 genannten Dienste.

Bei den obigen Ausführungen zur Nutzung mobiler Internet-Dienste standen Endbenutzer im Vordergrund. Weitgehend unberücksichtigt blieb die Verwendung mobiler Technologien für Unternehmenszwecke. Mit inner- und interorganisatorischen Anwendungen des M-Business befasst sich Abschn. 11.4.

11.2 Technologien des Mobile Business

In der Regel werden mobile Technologien in Verbindung mit stationären Technologien des E-Business eingesetzt. Dadurch entstehen hybride Gesamtsysteme, die eine Mehrschichten-Architektur aufweisen. Die mit dieser Architektur gegebene Technologiewelt wird im vorliegenden Kapitel behandelt, wobei der Fokus auf den mobilen Komponenten liegt. Zu Letzteren gehören Mobilfunknetze für den Fern- und Nahbereich, mobile Endgeräte einschließlich ihrer Software und Lokalisierungstechnologien. Da Mobilfunknetze bereits ausführlich in Abschn. 3.3.3 betrachtet wurden, erstrecken sich die weiteren Ausführungen auf:

- die Architektur mobiler Anwendungssysteme (vgl. Abschn. 11.2.1),
- mobile Endgeräte (vgl. Abschn. 11.2.2) und
- Lokalisierungstechnologien (vgl. Abschn. 11.2.3).

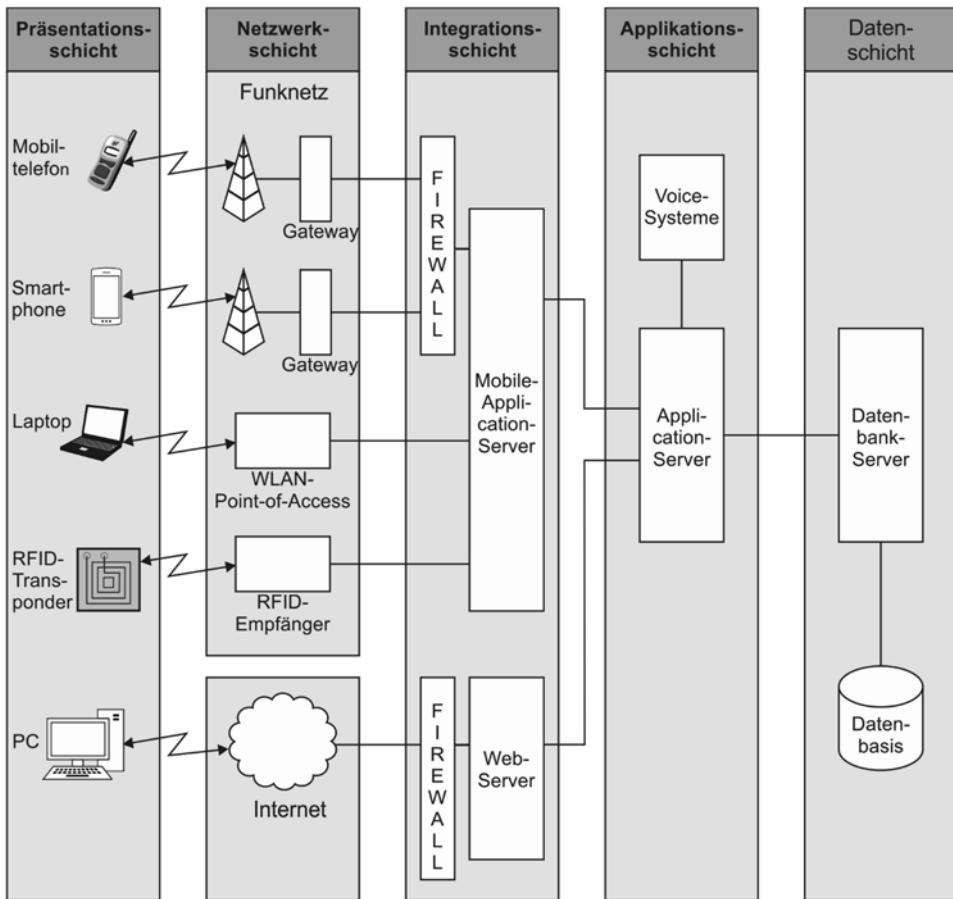


Abb. 11.4 Architektur mobiler Anwendungssysteme

11.2.1 Architektur mobiler Anwendungssysteme

Eine beispielhafte mehrschichtige Architektur **mobiler Anwendungssysteme** zeigt Abb. 11.4 (vgl. auch Robertson (2001), S. 13). Unterschieden werden fünf Schichten: Präsentations-, Netzwerk-, Integrations-, Applikations- und Datenschicht. Mobile Technologien finden sich in der Präsentations- und – soweit Mobilfunknetze betroffen sind – in der Netzwerkschicht. Ab der Integrations- und bis hin zur Datenschicht werden stationäre Technologien eingesetzt.

Die Präsentationsschicht umfasst verschiedene mobile Endgeräte, die mittels einer Client-Anwendung – z. B. mit installierter Browser (bei PCs) oder Micro-Browser (bei Smartphones) – den Benutzern den Zugang zu mobilen Anwendungssystemen ermöglichen. Der Zugang erfolgt über die Netzwerkschicht, wobei unterschiedliche drahtlose und drahtgebundene Netzwerke genutzt werden können:

- Kopplung von mobilen Endgeräten wie Mobiltelefon und Smartphone per Funknetz und über ein Gateway mit einem **Mobile-Application-Server**. Durch kombinierten Einsatz von terrestrischem Funk und Satellitenfunk können sehr große Entferungen überbrückt werden.
- Kopplung von Endgeräten per Kurzstreckenfunk mit einer festen Basis-Station. Im Falle der Benutzung des WLAN-Dienstes stellt ein WLAN-Point-of-Access die Verbindung zu einem Mobile-Application-Server her. Bei Benutzung der RFID-Technologie wird dagegen die Verbindung über einen RFID-Empfänger realisiert. Hierbei kommen neben Endgeräten, die von menschlichen Nutzern gehandhabt werden, insbesondere auch Endgeräte im weiteren Sinne, z. B. an Transportmitteln installierte Geräte, zum Einsatz. Die RFID-Technologie ermöglicht lokale Funkverbindungen geringerer Reichweite, je nach Umweltbedingungen und benutzter Frequenz von wenigen Zentimetern bis zu einem Kilometer.
- Kopplung eines PC oder Tablet-PC per Kurzstreckenfunk mit einem Internet-Anschlusspunkt bzw. dem Internet. Mittels der Bluetooth-Technologie beispielsweise können hier Entfernungen bis zu 10 Metern – mit Verstärker bis zu einigen Hundert Metern – überbrückt werden.

Während die Präsentations- und teils auch die Netzwerkschicht den mobilen Technologiebereich betreffen, beginnt mit den durch Gateways, WLAN-Point-of-Access, RFID-Empfänger und Internet-Anschlusspunkt gebildeten Übergangsstellen die stationäre Technologiewelt. Als erste Schicht dieses Bereichs dient die Integrationsschicht der Verbindung unterschiedlicher mobiler Technologien mit den stationären Anwendungen. Mobile-Application-Server nehmen hierbei in Analogie zu Web-Servern Funktionen wahr, welche die Herstellung von Verbindungen unter Verwendung geeigneter Schnittstellen und Protokolle, die Prüfung von Benutzereingaben und darüber hinaus auch spezifische mobile Anwendungsaspekte betreffen. Mit den üblichen stationär betriebenen Anwendungssystemen der Applikationsschicht, wie z. B. ERP- und CRM-Systemen, stehen verschiedene Möglichkeiten zur weiteren Verarbeitung der in der mobilen Anwendungswelt erfassten und mit Mobile-Application-Servern schon (vor)verarbeiteten Daten zur Verfügung. Diese Anwendungsfunktionen können z. B. durch Voice-Systeme, also Anwendungen mit Sprachein- und -ausgabe, ergänzt werden. Anwendungsbezogene Daten werden auf Datenbank-Servern gehalten, die als letzte Schicht die Datenschicht bilden.

11.2.2 Mobile Endgeräte

Die Bandbreite der im M-Business einsetzbaren **mobilen Endgeräte** ist erheblich. Sie umfasst etwa:

- Entertainmentgeräte wie MP3-Player, Taschenfernseher oder E-Book-Lesegeräte, sofern sie eine Kommunikationsschnittstelle besitzen.

- Navigationsgeräte zur geografischen Positionsbestimmung.
- RFID-Endgeräte wie RFID-Tags und -Etiketten zur Identifikation von Objekten sowie Erfassung, Vorverarbeitung und Weiterleitung objektbezogener Daten.
- Personal Digital Assistants (PDAs) zur Termin-, Adressverwaltung und weitere Zwecke.
- Einfache Mobiltelefone zur Sprach- und Textkommunikation.
- Smartphones zur Nutzung als multifunktionale Universalgeräte für vielfältige Einsatzzwecke.
- Tablet-PCs (Tablets) zur Nutzung als leistungsfähigere Universalgeräte für vielfältige Einsatzzwecke.

Klammt man die im Kurzstreckenfunk eingesetzten RFID-Endgeräte aus, so wird die Funktionalität der restlichen Endgeräte durch Smartphones und Tablets abgedeckt. Nachfolgend stehen Smartphones und Tablets daher im Vordergrund. Die eher knappen Ausführungen zu diesen Geräten in Abschn. 2.3.4 vertiefend werden im Einzelnen behandelt:

- Gerätetypen und Hersteller,
- Betriebssysteme und Hersteller und
- Plattform-basierte Funktionalität.

Neben der Bereitstellung leistungsfähiger breitbandiger Übertragungswege (vgl. Abschn. 3.3.3.1) stellte die Einführung völlig neuartiger Typen von Endgeräten durch die Firma Apple Inc. eine bahnbrechende Innovation hinsichtlich der Weiterentwicklung des M-Business dar. In der Tat ermöglichten das ab 2007 verfügbare Smartphone „iPhone“ und das ab 2010 verfügbare Tablet „iPad“ die Erschließung neuer Anwendungspotenziale. Beide Gerätetypen zeichnen sich durch einen hohen Bedienungskomfort (Touchscreen) und die Bereitstellung einer zuvor unerreichten Funktionalitätsbreite unter einer intuitiven Bedienoberfläche aus. Diese innovative Gerätekonzeption wurde von anderen Herstellern, vor allem aus dem ostasiatischen Raum, kopiert. Einige wesentliche Gerätetypen einschließlich Hersteller und Land sind in Abb. 11.5 getrennt nach Smartphones und Tablets zusammengestellt. Wie andere Technologie-Märkte ist auch der Smartphone-Markt äußerst schnelllebig. So brach z. B. der Smartphone-Markt von Huawei von China aufgrund von US-Sanktionen drastisch ein. Die entstandene Lücke nutzt z. B. der chinesische

Smartphones			Tablets		
Hersteller	Geräte(typ)	Land	Hersteller	Geräte(typ)	Land
Samsung	Galaxy S20	Südkorea	Apple	iPad 2019	USA
Apple	iPhone S11	USA	Samsung	Galaxy Tab S6	Südkorea
Huawei	P40	China	Lenovo	Yoga Tablet 3	China
Xiaomi	Mi 10	China	Huawei	MediaPad Pro	China
Nokia	8.3 5G	Finnland	Sony	Xperia	Japan

Abb. 11.5 Beispiele für verbreitete Smartphones und Tablets

Hersteller Oppo, der insbesondere auch höherpreisige Premium-Modelle mit 5G-tauglichen Modems anbietet.

Smartphone- und Tablet-Hersteller vermarkten meist Serien von (zeitlich) aufeinander folgenden Geräten eines Gerätetyps. In Abb. 11.5 bezeichnet z. B. „Apple iPhone S11“ ein konkretes Gerät des Typs „Apple iPhone“. Aufgrund ständiger Marktveränderungen wurde auf die Angabe von Marktanteilen verzichtet. Marktveränderungen betreffen auch das Aufkommen neuer Gerätetypen. So insbesondere des Phablets, das hinsichtlich Größe/ Bildschirmdiagonale und Leistungsfähigkeit zwischen Smartphone und Tablet einzurichten ist. Weitere im M-Business einsetzbare mobile Endgeräte sind einfache Internet-handys (z. B. Sony Ericsson W995) sowie Notebooks und Netbooks (vgl. Abschn. 2.3.4). Im Vergleich zu Smartphones und Tablets ist ihre Bedeutung für das M-Business jedoch als gering einzustufen.

Bei den Betriebssystemen für mobile Endgeräte dominieren zwei Produkte: Android und iOS. Ihre Hersteller/Anbieter sowie weitere Produkte sind, getrennt nach Smartphones und Tablets, der Abb. 11.6 zu entnehmen. Abgesehen vom Fall „Windows 10“ fehlen Versionsangaben.

Android ist eine freie quelloffene Software. Die übrigen Betriebssysteme sind proprietär. Bei Smartphones ist Android das weitaus am häufigsten eingesetzte Betriebssystem. Mit großem Abstand folgt iOS. Die Einsatzhäufigkeit der übrigen Systeme liegt etwa bei 1 %. Bei den Tablet-Betriebssystemen liegt die Einsatzhäufigkeit von Android und iOS je im zweistelligen Prozentbereich, die von Android ist jedoch wesentlich höher. Die restlichen Tablet-Betriebssysteme folgen mit sehr großem Abstand.

Was die Funktionalität von leistungsfähigeren mobilen Endgeräten betrifft, können in Anlehnung an das richtungsweisende Konzept von Apple etwa die in Abb. 11.7 genannten Funktionsgruppen unterschieden werden. Funktionsgruppen und zugehörige Funktionen werden auf dem Bildschirm durch (Gruppen von) Icons dargestellt und sensorisch per Finger oder Stift manipuliert, d. h. verschoben oder ausgelöst.

Bei den Grundfunktionen handelt es sich um vorinstallierte Funktionen, die mit einem Gerät ausgeliefert werden. Die Auflistung in Abb. 11.7 lässt sich noch wesentlich erweitern: z. B. um Notizzettel, Erinnerungen, Uhr, Kalender und Karten. Die Content-Plattform iTunes ermöglicht Nutzern Aufbau, Pflege und Anzeigen/Abspielen eines Be-

Smartphone-Betriebssysteme			Tablet-Betriebssysteme		
Bezeichnung	Hersteller	Land	Bezeichnung	Hersteller	Land
Android	Google	USA	Android	Google	USA
iOS	Apple	USA	iOS	Apple	USA
Windows Phone	Microsoft	USA	Windows 10	Microsoft	USA
Blackberry OS	Blackberry	Kanada	Blackberry Tablet OS	Blackberry	Kanada

Abb. 11.6 Betriebssysteme für Smartphones und Tablets (Auswahl)

Funktionsgruppe	Erläuterung
Grundfunktionen	Funktionen zur Nutzung von Telefonie, E-Mail, Internet, MP3-Player, Digitalkamera usw.
Content-Plattform iTunes	Funktionen zum Kaufen, Verwalten, Kopieren, Brennen und Abspielen multimedialer Inhalte (Musik, Hörbücher, Videos/Filme, Apps).
Plattform AppStore	Funktionen zum Kaufen, Verwalten, Installieren, Suchen, Bewerten (Hitlisten) und Kommentieren von Apps verschiedener Kategorien (Nachrichten, Bücher, Fitness, Gesundheit, Finanzen, Unterhaltung, Spiele, soziale Netzwerke usw.).

Abb. 11.7 Funktionen mobiler Endgeräte in Anlehnung an das Konzept von Apple

standes an multimedialen Inhalten gemäß den individuellen Interessen. Als Orientierungshilfe und für den Erwerb multimedialer Inhalte steht die Plattform AppStore zur Verfügung. Angebotsseitig richtet sich AppStore an Hersteller von Apps. Sie können – nunmehr in der Rolle von Drittanbietern – ihre Apps zum kostenpflichtigen Download für Kunden in den AppStore einstellen. Pro kostenpflichtigem Download ist ein Anteil an dem vom Drittanbieter festgelegten Verkaufspreis der App als Provision an Apple zu entrichten. Für Kunden stellt AppStore ein Mittel zur Erweiterung der Funktionalität ihres Endgeräts dar, was zur Bindung der Kunden an das Produkt beiträgt.

11.2.3 Lokalisierungstechnologien

Im M-Business ist die Lokalisierung der (möglichst) genauen Position von mobilen Endgeräten von hohem Interesse. Von der Kenntnis der Position kann unmittelbar auf

- den Aufenthaltsort von Personen geschlossen werden, die ein Endgerät im Betriebszustand mit sich führen, sowie
- die geografische Position von Objekten, z. B. Transportmitteln, ermittelt werden, an denen ein mobiles Endgerät wie etwa ein Transponder befestigt ist.

Die Positionskenntnis von Personen/Objekten wiederum ermöglicht gemäß dem Merkmal „Lokalisierbarkeit“ spezifische Anwendungen des M-Business (vgl. Abschn. 11.1).

Die Ortsbestimmung mobiler Endgeräte basiert auf der Auswertung von Funksignalen, die in Mobilfunknetzen zwischen ortsfesten Messstellen und mobilen Geräten übertragen werden. Zur Verfügung stehen verschiedene Verfahren, die sich – einzeln oder kombiniert eingesetzt – für unterschiedliche Mobilfunknetze unterschiedlich gut eignen. Die Verfahren sind jeweils in ein verteiltes System eingebettet, das Funktionen zur Entfernungsmessung, Ortsberechnung, Signalübertragung und Ergebnisaufbereitung umfasst. Je nach

eingesetzten Verfahren und Art des Mobilfunknetzes variiert auch das gesamte System zur Ortsbestimmung. Im Folgenden wird auf

- Verfahren zur Ortsbestimmung mobiler Endgeräte und
- Systeme zur Ortsbestimmung mobiler Endgeräte

eingegangen.

Verfahren zur Ortsbestimmung

Die Darstellung der Verfahren zur Ortsbestimmung erfordert zunächst eine Skizzierung des Aufbaus von Mobilfunknetzen. Ein Mobilfunknetz besteht aus zwei Komponenten:

- Einem so genannten Kernnetz, das eine Menge von ortsfesten Basisstationen umfasst, die durch Übertragungsleitungen verbunden sind, und
- einem so genannten Funknetz, das aus Sendeeinrichtungen in den Basisstationen besteht und per Funk Übertragungsverbindungen zu mobilen Endgeräten herstellt.

Eine Basisstation versorgt mittels einer Rundstrahlantenne eine kreisförmige Funkzelle oder aber mittels Sektorantennen z. B. drei sektorförmige Funkzellen. Jede Funkzelle ist eindeutig durch eine Cell-ID identifiziert.

Die Verfahren zur Ortsbestimmung werden nach der Art der verwendeten Informationen unterschieden und benannt:

- Identifizierung der Funkzelle (Cell of Origin, CoO),
- Empfangswinkel der Funksignale (Angle of Arrival, AoA),
- Empfangszeitpunkte der Funksignale (Time of Arrival, ToA),
- Zeitunterschiede der empfangenen Funksignale (Time Difference of Arrival, TDOfA),
- Signalstärken der empfangenen Funksignale (Received Signal Strength Indicator, RSSI).

Bei dem Verfahren CoO werden keine Messungen an versendeten Funksignalen vorgenommen, wohl aber bei den übrigen Verfahren. Dabei handelt es sich um Winkel-, Laufzeit- und Signalstärkemessungen. In Verbindung mit den bekannten Entferungen zwischen ortsfesten Basisstationen gestatten die Messwerte die Berechnung der Position von Endgeräten. Abb. 11.8 zeigt eine entsprechende Einteilung der Verfahren zur Ortsbestimmung.

Das **CoO-Verfahren** eignet sich lediglich zur groben Positionsbestimmung von Endgeräten. Bei dem Aufbau einer Verbindung zwischen einem Endgerät und einer Basisstation werden Verbindungsinformationen ausgetauscht. Diese enthalten insbesondere auch die Cell-ID der Funkzelle, in der sich das Endgerät aktuell befindet. Die Position der Zelle dient als Lokalisationsergebnis. Die Genauigkeit des Verfahrens hängt von der Zell-

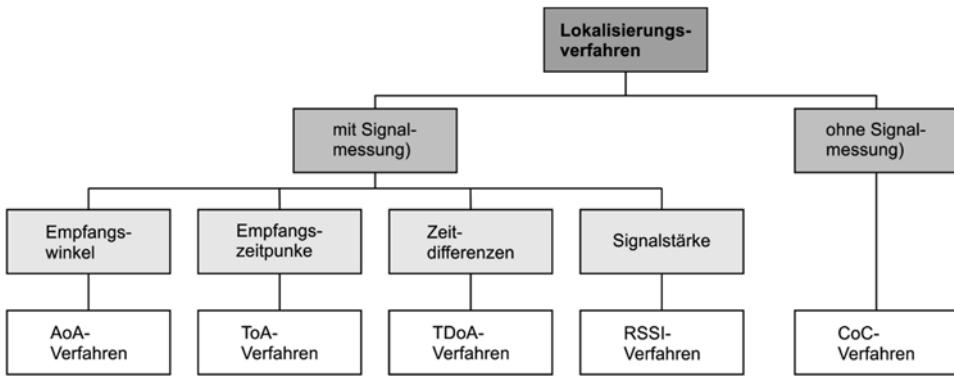


Abb. 11.8 Verfahren zur Lokalisierung mobiler Endgeräte

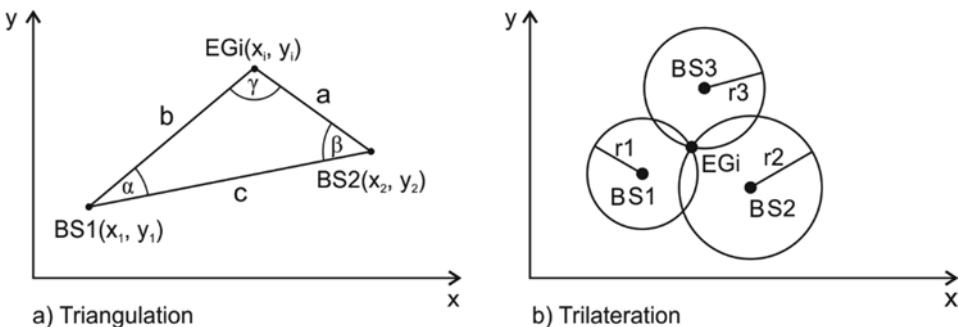


Abb. 11.9 Konstellationen von Basisstationen (BS) und Endgerät (EG) bei Triangulation und Trilateration

größe ab. Diese wiederum variiert mit dem verwendeten Mobilfunkstandard und der Dichte der Basisstationen.

Bei dem **AoA-Verfahren** werden die Empfangswinkel der von einem Endgerät gesendeten Funksignale in mindestens zwei Basisstationen mittels Richtantennen gemessen. Unter Ausnutzung der Winkelbeziehungen in einem Dreieck kann die Entfernung des Endgeräts zu den beiden Basisstationen und damit die Position des Endgeräts mittels Triangulation berechnet werden (vgl. Abb. 11.9a).

Das **ToA-Verfahren** beruht auf der Messung der Empfangszeitpunkte eines von einem Endgerät ausgesendeten Signals in mindestens drei Basisstationen. Mit dem Signal wird ein Zeitstempel, d. h. die Sendezeit des Signals übertragen. Daher kann für jede der drei Basisstationen die Signallaufzeit bis zum Empfang und damit die Entfernung zum Endgerät berechnet werden. Die drei Entfernungswerte gestatten die Bestimmung der Position des Endgeräts per Trilateration (vgl. Abb. 11.9b). Eine exakte Positionsbestimmung erfordert bei ToA den Einsatz hochgenauer synchron laufender Uhren für die Laufzeitmessung.

Im Gegensatz zu ToA benötigt das TDOfA-Verfahren keine synchronisierte Uhr im Endgerät, wohl aber in allen Basisstationen. Für ein von einem Endgerät ausgesendetes Signal wird in mindestens drei Basisstationen der Empfangszeitpunkt hochgenau gemessen. Aus den Zeitdifferenzen lässt sich der Aufenthaltsort des Endgeräts als Schnittpunkt zweier Hyperbelfunktionen berechnen. Da bei diesem Verfahren der Fokus auf der genauen „Beobachtung“ von Ankunftszeitdifferenzen liegt, wird es auch als OTDoA (Observed Time Difference of Arrival) bezeichnet.

Die Vorgehensweise des RSSI-Verfahrens entspricht dem des ToA-Verfahrens. Jedoch wird zur Entfernungsberechnung die Signalstärke herangezogen. Aufgrund der Signaldämpfung im freien Raum nimmt die Signalstärke mit der Entfernung zum Sender quadratisch ab. Aus den Signalstärken, die in drei Basisstationen für ein Signal eines Endgeräts gemessen werden, können somit die Entferungen zum Endgerät und per Trilateration (vgl. Abb. 11.9b) dessen Position ermittelt werden.

Systeme zur Ortsbestimmung

Systeme zur Ortsbestimmung mobiler Endgeräte nutzen die dargestellten Lokalisierungsverfahren, aber auch Kombinationen oder Erweiterungen der Verfahren. Erweiterungen von der zwei- in die dreidimensionale Betrachtung sind erforderlich, wenn Höhenunterschiede bezüglich der Lage von Basisstationen oder gar Satelliten als Messstationen ins Spiel kommen. Die Ausgestaltung der Systeme hängt zudem von dem verwendeten Mobilfunknetz ab. Gemäß der Unterscheidung von lokalen und globalen Mobilfunknetzen (vgl. Abschn. 3.3.3) existieren lokal und global einsetzbare Lokalisierungssysteme. Einige wesentliche Vertreter dieser Kategorien sind in Abb. 11.10 angegeben.

- Lokal einsetzbare Ortungssysteme, auch als **lokale Ortungs-** oder **Lokalisierungssysteme** bezeichnet, bestehen aus einem Verfahren zur Ortung bzw. Lokalisierung, das auf einem lokalen Mobilfunknetz aufsetzt. Sie dienen der Positionsbestimmung von mobilen Endgeräten in Gebäuden, Fabrikanlagen und eng bebauten Gebieten.

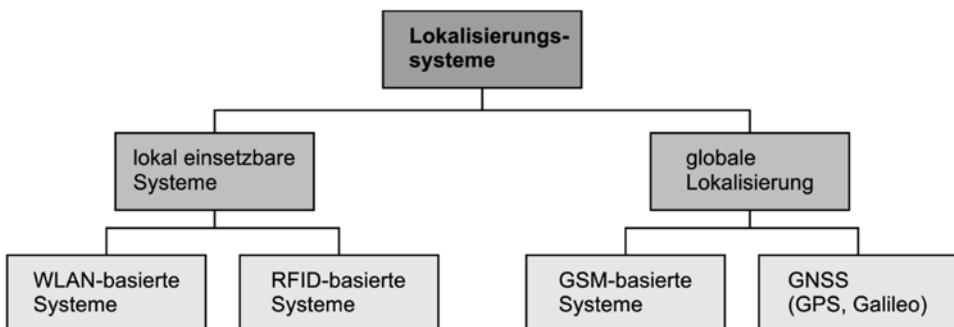


Abb. 11.10 Übersicht einiger wesentlicher Lokalisierungssysteme

Durch Hindernisse sowie Signalreflexionen und -dämpfungen verursachte Ungenauigkeiten von Lokalisierungsverfahren sind tolerierbar, falls die Dichte der Basisstationen sehr hoch ist. Letzteres trifft z. B. für lokale Mobilfunknetze im Bereich von Gebäudekomplexen und Fabrikanlagen zu. Unter derartigen Bedingungen empfiehlt sich die Nutzung lokaler Mobilfunknetze zur Ortsbestimmung. Im Folgenden werden zwei Arten von lokalen Ortungssystemen betrachtet:

- WLAN-basierte Ortungssysteme und
- RFID-basierte Ortungssysteme.

Die Rolle von Basisstationen übernehmen in einem WLAN Einrichtungen oder Geräte, die WLAN-Signale aussenden. Dazu gehören von Providern eingerichtete WLAN-Hotspots, d. h. drahtlose Internet-Zugangspunkte (Access Points), sowie Firmen- und Privatnetzwerke bzw. deren Router. Sind die Positionen derartiger ortsfester „Basisstationen“ bekannt, so können sie zur Ortung herangezogen werden. Für eine WLAN-basierte Ortung eignen sich Lokalisierungsverfahren, die hochgenaue synchronisierte Uhren erfordern, aus Aufwandsgründen nicht. In Frage kommen dagegen das CoO-Verfahren und das RSSI-Verfahren. Die erzielbare Genauigkeit der Positionsbestimmung beträgt für CoO etwa 20 Meter und für RSSI etwa 4 Meter.

RFID-basierte Ortungssysteme bestehen meist aus aktiven RFID-Tags in der Rolle von mobilen Endgeräten sowie aus RFID-Empfängern, die als „Basisstationen“ fungieren. Von einem aktiven RFID-Tag, der z. B. an einem Transportmittel befestigt ist, werden laufend Funksignale gesendet. Diese können über Distanzen von bis zu 300 Metern von einem RFID-Empfänger aufgenommen werden. Sind z. B. in einer Lagerhalle mindestens drei RFID-Empfänger ortsfest installiert, so lässt sich die Position eines aktiven RFID-Tags (bzw. Transportmittels im Beispiel) beispielsweise durch Messung der Signalstärken in den drei Basisstationen mit anschließender Trilateration gemäß dem RSSI-Verfahren bestimmen. Die erzielbare Genauigkeit der Positionsbestimmung beträgt etwa 4 Meter.

► **Globale Ortungs- oder Lokalisierungssysteme** dienen der Positionsbestimmung mobiler Endgeräte in Gebieten von kontinentaler oder weltweiter Ausdehnung. Sie bestehen aus einem Ortungs- bzw. Lokalisierungsverfahren, das auf einem globalen Mobilfunknetz oder einem eigens eingerichteten Satelliten-Funknetz aufsetzt.

Von praktischer Bedeutung sind insbesondere zwei Arten von globalen Ortungssystemen:

- die das Mobilfunknetz GSM nutzenden GSM-basierten Systeme und
- die mittels Satellitenfunk realisierten Global Navigation Satellite Systems (GNSS).

GSM (Global System for Mobile Communications) ist ein Standard für digitale Mobilfunknetze, der weltweit in über 600 Mobilfunknetzen eingesetzt wird. Diese

GSM-Mobilfunknetze versorgen insgesamt etwa 2 Milliarden Nutzer mobiler Endgeräte in etwa 200 Ländern und Gebieten. Sie wurden bald nach ihrer Einführung ab den 1990er-Jahren für Ortungszwecke genutzt. GSM-basierte Ortungssysteme können unterschiedliche Lokalisierungsverfahren einbeziehen. Nachfolgend werden drei Systemvarianten kurz charakterisiert.

- Bei der GSM-Ortung mittels CoO-Verfahren hängt die Genauigkeit der Positionsbestimmung von der Größe der Funkzellen ab. Da diese bis zu 35 Kilometer, regional eventuell auch mehr, betragen kann, liegt die Genauigkeit im einstelligen Kilometerbereich.
- Eine Erweiterung ist die GSM-Ortung mit einer Verfahrenskombination bestehend aus CoO-Verfahren und Laufzeitmessung. Anders als beim ToA-Verfahren wird lediglich die Laufzeit zwischen Endgerät und es versorgender Basisstation gemessen und so deren Abstand abgeschätzt. Erzielt wird eine Genauigkeit im unteren einstelligen Kilometerbereich.
- Die GSM-Ortung mittels TDoA-Verfahren bezieht mehrere Basisstationen in die Zeitmessung ein und erfordert einen höheren Aufwand. Dieser führt jedoch zu einer wesentlich höheren Genauigkeit im Bereich von etwa 25 Metern.

► **GNSS (Global Navigation Satellite System)** ist ein Oberbegriff, unter dem man bereits (teil)realisierte oder geplante Satellitensysteme zur Positionsbestimmung und Navigation von mobilen Endgeräten bzw. deren Träger (Person oder Objekt) zu Land, Wasser und Luft zusammenfasst.

GNSS verwendet 24 bis 30 Funksatelliten, die die Erde in etwa 25.000 Kilometer Höhe umkreisen. Die Satelliten senden ständig Funksignale aus, die ihre genaue Position und Uhrzeit enthalten. Zur Positionsbestimmung eines mobilen Endgeräts muss dieses Funksignale von vier Satelliten empfangen. Signale von drei Satelliten werden benötigt, um ausgehend von Laufzeitmessungen ein Tetraeder aufzuspannen, dessen Eckpunkte von den drei Satelliten und dem Endgerät gebildet werden. Die berechneten Koordinaten der Tetraederecke des Endgerätes geben dessen Position an. Die von dem vierten Satelliten gesendeten Signale werden benötigt, um bei der Tetraederberechnung Messfehler zu korrigieren, die auf die Ungenauigkeit der Uhr des Endgeräts zurückgehen.

Zwei wesentliche GNSS werden nachfolgend kurz charakterisiert, GPS und Galileo.

- **GPS (Global Positioning System)** ist ein vom Verteidigungsministerium der USA für militärische Zwecke entwickeltes globales Positionierungssystem. Mitte der 1990er-Jahre hatte es seine volle Funktionsfähigkeit erreicht. Seit Mitte des Jahres 2000 ist es in einer bestimmten Konfiguration auch der zivilen Nutzung in weiten Teilen der Welt zugänglich. Es gestattet eine Positionsbestimmung mit einer Genauigkeit von unter 10 Metern.

- **Galileo** ist die Bezeichnung eines europäischen Satellitensystems zur globalen Positionsbestimmung. Es wurde im Rahmen eines Gemeinschaftsprojekts der Europäischen Union (EU) und der Europäischen Weltraumorganisation (ESA) unter Beteiligung einer Reihe von Staaten außerhalb der EU entwickelt. Wie bei GPS beträgt die Genauigkeit der Positionsbestimmung weniger als 10 Meter.

Die Genauigkeit der Positionsbestimmung mit GNSS lässt sich in den Bereich von wenigen Zentimetern absenken, falls man Referenzmessungen in das Lokalisierungsverfahren einbezieht. Referenzmessungen werden mit geostationären, d. h. fest installierten Messstationen durchgeführt, deren Position mit hoher Genauigkeit bekannt ist. Aus der Abweichung der per Satellitensystem gemessenen und berechneten Position der Referenzstation und der tatsächlichen Position lassen sich die tatsächlichen Signallaufzeiten für jeden der einbezogenen Satelliten sehr genau ermitteln. Die Differenzen zwischen gemessenen und tatsächlichen Signallaufzeiten werden an Endgeräte in der Umgebung der Referenzstation übermittelt und zur Korrektur des Messfehlers herangezogen. Derart erweiterte Positionierungssysteme werden als DGPS (Differential GPS) bzw. DGNSS (Differential GNSS) bezeichnet. DGPS und DGNSS sind lediglich für die hochgenaue Positionsbestimmung in der Umgebung der Referenzstation geeignet. Zur hochgenauen Positionsbestimmung in verschiedenen Gebieten setzt man mobile Referenzstationen ein. Sie werden an verschiedenen, temporär festen Standorten betrieben.

11.3 Geschäftsmodelle des Mobile Business

Geschäftsmodelle des Mobile Business beschreiben die geschäftlichen Konzepte, die Diensteanbieter der Vermarktung der von ihnen angebotenen Dienste zugrunde legen. Für eine ganze Reihe der „stationären Dienste“ im E-Business, die also auf einem mit rein stationären Technologien abgewickelten Leistungsaustausch beruhen, gibt es mobile Pendants im M-Business. Ein Beispiel ist ein Informationsdienst, der sowohl stationär, als auch mobil genutzt werden kann. Im mobilen Fall gegebenenfalls mit gewissen Einschränkungen. Analogien zwischen stationären und mobilen Diensten finden sich auf der Ebene der Geschäftsmodelle wieder. So lassen sich für die meisten Grundtypen von Online-Geschäftsmodellen im E-Business (vgl. hierzu Abschn. 10.1.4.2 und insbesondere Abb. 10.10) Pendants im M-Business abgrenzen. Eine entsprechende Zusammenstellung von Grundtypen von Online-Geschäftsmodellen im M-Business zeigt Abb. 11.11.

In Abb. 11.11 werden lediglich die Modellvarianten durch den Zusatz „M“ gekennzeichnet. Damit soll ausgedrückt werden, dass es mobile Varianten zu allgemeinen Grundtypen von Online-Geschäftsmodellen gibt. Hinsichtlich der durch Vermarktung der mobilen Dienste in Abb. 11.11 erzielbaren Erlöse, gelten die Ausführungen zu den korrespondierenden stationären Diensten (vgl. hierzu Abschn. 10.1.4.2) in analoger Weise.

Einige Dienste des M-Business sind stark durch spezifische Eigenschaften mobiler Technologien geprägt. Dies trifft z. B. für telemetrische Dienste und Location Based Ser-

Grundtyp	Modellvariante	Erläuterung
Geschäftsmodell Content	M-Information M-Entertainment M-Education	Vermarktung von mobilen Informations-, Unterhaltungs- und Aus-/Weiterbildungsdiensten.
Geschäftsmodell Commerce	M-Attraction M-Auction M-Fulfillment M-Shopping	Vermarktung von mobilen Diensten zur Unterstützung einzelner Phasen von Handelstransaktionen oder aller Phasen im Rahmen einer umfassenden mobilen Shopping-Lösung.
Geschäftsmodell Context	M-Search ...	Vermarktung von Diensten zur mobilen Internetsuche mittels angepasster Suchmaschinen.
Geschäftsmodell Connection	M-Intra-Connection M-Inter-Connection	Vermarktung von mobil genutzten Mailing-Diensten, Social-Media-Diensten und sonstigen Community-Diensten. Vermarktung der Nutzung von Mobilfunknetzen im Nah- und Fernbereich.

Abb. 11.11 Modellvarianten der Grundtypen von Online-Geschäftsmodellen im M-Business

Modelltyp	Modellvariante	Erläuterung
Geschäftsmodell Telemetrie	<ul style="list-style-type: none"> • Prozessbezogene Telemetrie • Objektbezogene Telemetrie • Personenbezogene Telemetrie 	Vermarktung von Diensten/Systemen zur Steuerung und Kontrolle von Prozessen, zur Überwachung, Zustandsänderung und Lokalisierung von Objekten sowie zur medizinischen Überwachung und Lokalisierung von Personen auf Distanz mit mobilen Technologien.
Geschäftsmodell Location Based Service	<ul style="list-style-type: none"> • Ortsbezogene Information • Ortsbezogene Spiele ...	Vermarktung von Diensten zur Übermittlung von Informationen über Points of Interest im Aufenthaltsbereich von Benutzern. Vermarktung von Programmen zur Durchführung von Spielen im Freien mit Ortsveränderung. ...

Abb. 11.12 Spezifische Geschäftsmodelle des M-Business mit Modellvarianten

vices zu. Ihre Vermarktung erfolgt auf der Basis spezifischer Geschäftsmodelle, hier bezeichnet mit „Geschäftsmodell Telemetrie“ und „Geschäftsmodell Location Based Service“. Für beide Geschäftsmodelle werden in Abb. 11.12 Modellvarianten genannt und kurz kommentiert.

Viele im Internet angebotene Dienste können sowohl stationär, als auch mobil genutzt werden. Beispielsweise Informationsdienste. Die entsprechenden Modellvarianten gehören dann dem gleichen Modelltyp an. So sind z. B. E-Information und M-Information Varianten des Grundtyps Content.

Analoge Gegebenheiten liegen bei den Geschäftsmodellen im BtB-Bereich vor (vgl. Berger und Lehner (2002) und Abschn. 10.1.4.3). Den BtB-Geschäftsmodellen Sourcing, Sales, Supportive Collaboration und Service Broker gehören inhaltlich korrespondierende stationäre und mobile Modellvarianten an, da sie sich bei etwa gleichen DienstInhalten

lediglich in der Art des Zugangs – stationär oder mobil – unterscheiden. Beispielsweise stationäre oder mobile Nutzung der Modellvariante „Informationsdienst“ (vgl. Abb. 10.11).

11.4 Anwendungen des Mobile Business

Der vorhergehende Abschn. 11.3 befasste sich mit Geschäftsmodellen für die Vermarktung mobiler Technologien durch Diensteanbieter. Im vorliegenden Abschnitt geht es um die Nutzung/anwendung der angebotenen Dienste für private oder geschäftliche Zwecke. Die Fülle der Anwendungen lässt ihre detaillierte Behandlung nicht zu. Nachfolgend liegt daher der Fokus auf der Kategorisierung und der kurzen Charakterisierung der **Anwendungen des M-Business**. Der gewählte Kategorisierungsansatz führt zu einer Unterscheidung nach Anwendungen im Privat- und Geschäftskundenbereich sowie im Innenbereich von Unternehmen. Betrachtet werden im Weiteren:

- Kategorisierung der Anwendungen des Mobile Business (vgl. Abschn. 11.4.1),
- Anwendungen des Mobile Business im Privatkundenbereich (vgl. Abschn. 11.4.2),
- Anwendungen des Mobile Business im Geschäftskundenbereich (vgl. Abschn. 11.4.3) und
- innerorganisatorische Anwendungen des Mobile Business (vgl. Abschn. 11.4.4).

11.4.1 Kategorisierung der Anwendungen des Mobile Business

Bei den im E- und M-Business ausgetauschten Leistungen kann es sich um Dienste oder Apps/Anwendungen handeln, wobei Dienste und Apps spezielle Formen von Anwendungen darstellen. Ursprünglich auf Kommunikationsdienste beschränkt, wurde der Dienstbegriff sukzessive auf Inhalts-, Transaktions-, Such-, Social-Media-, Computing-Dienste und Webservices erweitert, wobei Letztere gekapselte Anwendungsprogramme enthalten. Insofern besteht ein fließender Übergang zwischen Diensten sowie Apps und Anwendungen.

Zur Kategorisierung der Anwendungen des M-Business auf einer groben Ebene werden zwei Kriterien herangezogen:

- die Unterscheidung von Privat- und Geschäftskunden und
- die Unterscheidung von inter- und innerorganisatorischer Anwendungen.

Als Kunden können alle Akteure des M-Business auftreten, also Administration (A), Business (B) und Consumer (C). Allerdings ist aus ökonomischer Sicht die Aufteilung in

- Privatkunden und
- Geschäftskunden

von besonderer Bedeutung. Privatkunden stellen Endkunden/Endverbraucher bzw. Consumer (C) dar, die bezogene Leistungen nicht einer weiteren geschäftlichen oder dienstlichen Verwertung unterziehen. Letzteres ist dagegen der Fall bei Geschäftskunden, zu denen Unternehmen (B) und auch Verwaltungen (A) zählen. Dienste/Apps/Anwendungen fließen nun in den Leistungserstellungs- und -verwertungsprozess ein und zwar in zwei zu unterscheidenden Rollen (vgl. Abb. 11.13):

- Transaktionsunterstützung, d. h. Dienste/Apps/Anwendungen werden für die Durchführung von Kauf- und Verkaufstransaktionen genutzt.
- Prozessunterstützung, d. h. Dienste/Apps/Anwendungen dienen der Unterstützung der innerbetrieblichen Geschäftsprozesse in den verschiedenen Wertschöpfungsstufen.

Dienste/Apps/Anwendungen zur Unterstützung von Kauf- und Verkaufsaktionen betreffen die interorganisatorische Informationsverarbeitung, also den Geschäftskundenbereich. Die Unterstützung des innerbetrieblichen Wertschöpfungsprozesses dagegen die innerorganisatorische Informationsverarbeitung. Insgesamt lassen sich die Anwendungen des M-Business somit gemäß Abb. 11.14 grob unterteilen.

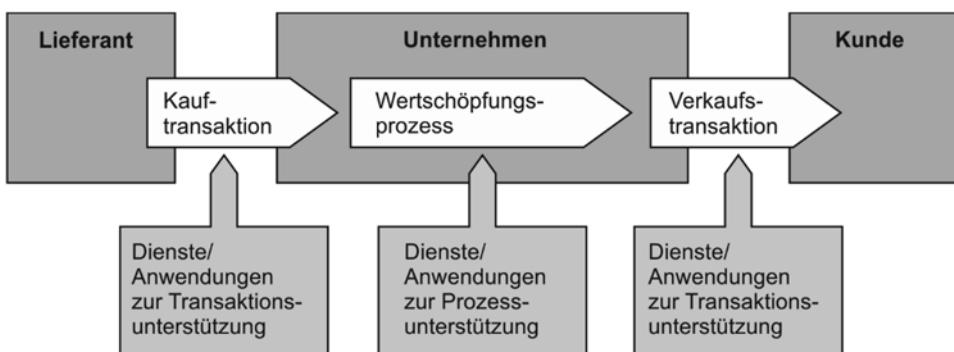


Abb. 11.13 Dienste/Anwendungen zur Transaktions- und Prozessunterstützung



Abb. 11.14 Kategorien von Anwendungen des Mobile Business

Anwendungen im Privatkundenbereich sind den BtC- und AtC-Beziehungen im Leistungsaustausch zuzuordnen, Anwendungen im Geschäftskundenbereich dagegen den BtB-, BtA-, AtB- und AtA-Beziehungen. Gelegentlich werden auch innerorganisatorische Anwendungen als Leistungsaustausch interpretiert. Hierzu wird ein zusätzlicher Akteur eingeführt: Mitarbeiter bzw. Employee (E). Von einem Mitarbeiter in einem Unternehmen genutzte Anwendungen wären dann dem EtB-Bereich des Leistungsaustauschs zuordnen.

11.4.2 Anwendungen des Mobile Business im Privatkundenbereich

Anwendungen im Privatkundenbereich unterstützen den Leistungsaustausch zwischen Unternehmen/Verwaltungen und privaten Endverbrauchern. Die für Endkunden erbrachten Leistungen stellen (digitale) Produkte oder Dienstleistungen mit Produktcharakter dar, d. h. sie sind für die konsumptive Verwendung bestimmt. Die Anwendungen richten sich in der Regel an eine sehr große Anzahl von Nachfragern/Käufern. Die pro Käufer umgesetzten Mengen sind jedoch gering.

Die Unterteilung der Anwendungen im Privatkundenbereich orientiert sich etwa an den in Abschn. 11.3 vorgestellten Geschäftsmodellen des M-Business (vgl. Abb. 11.11 und 11.12). Anwendungskategorien im Privatkundenbereich sind demnach:

- Inhalt,
- Transaktion,
- Suche,
- Kommunikation,
- Telemetrie,
- Lokation.

Die weitere Unterteilung dieser Kategorien in Subkategorien und in (beispielhafte) Anwendungen ist in Abb. 11.15 dargestellt. Nachfolgend werden die Anwendungen kurz erläutert.

Apps/Anwendungen der Kategorie „Inhalt“ dienen der Bereitstellung aller Arten von Inhalten zu verschiedenen Themen und Interessengebieten. Abhängig von Art und Zweck des Inhalts lassen sie sich in folgende Subkategorien unterteilen:

- Information, d. h. Angebote zum Abruf von z. B. Börsen-, Verkehrs- und, Finanzinformationen.
- Unterhaltung, d. h. Angebote zum Download von z. B. Spielen, Musik und Filmen.
- Bildung, d. h. Bereitstellung eines mobilen Zugangs zu Aus- und Weiterbildungsangeboten.
- Werbung, d. h. Anzeige von Werbeinhalten auf dem Bildschirm des Endgeräts. Vorrangig nicht an den Rändern, sondern eingeblendet in Inhalte anderer Anwendungen.

Kategorie	Subkategorie	Anwendung (Beispiele)
Inhalt	Information	<ul style="list-style-type: none"> • Börseninformationen • Verkehrsinformationen • Wetterinformationen • Finanzinformationen
	Unterhaltung	<ul style="list-style-type: none"> • Spiele • Musik • Video
	Bildung	<ul style="list-style-type: none"> • Allgemeinbildung • Ausbildung • Weiterbildung
	Werbung	<ul style="list-style-type: none"> • Bannerwerbung • Audio-/Videowerbung
Transaktion	Auktionen	<ul style="list-style-type: none"> • Online-Auktionen • Internet-Live-Auktionen
	Bezahlung	<ul style="list-style-type: none"> • Micropayment • Bezahlplattformen
	Shopping	<ul style="list-style-type: none"> • Shopping-Apps
Suche	Allgemeine Suche	<ul style="list-style-type: none"> • Internet-Browser • Internet-Suchmaschinen
	Spezielle Suche	<ul style="list-style-type: none"> • Produktsuchmaschinen • Personensuchmaschinen
Kommunikation	Mailing	<ul style="list-style-type: none"> • SMS (Short Message Service) • MMS (Multimedia Message Service) • Instant Messaging
	Social Media	<ul style="list-style-type: none"> • Blogging • Soziale Netzwerke • Kollaborative Projekte • Content Sharing
Telemetrie	Objekt-Telemetrie	<ul style="list-style-type: none"> • Geräte-/Anlagensteuerung • Objektüberwachung
	Personen-Telemetrie	<ul style="list-style-type: none"> • Gesundheitsüberwachung • Personenüberwachung
Lokation	Navigation	<ul style="list-style-type: none"> • Mobilfunknetz-basierte Navigation • Satellitenfunk-basierte Navigation
	Location Based Services	<ul style="list-style-type: none"> • Point of Interest • Routenplaner • Ortsbezogene Spiele • Location Based Social Networks

Abb. 11.15 Anwendungskategorien des M-Business im Privatkundenbereich

Diese so genannten Mobile Ads (abgeleitet von Mobile Advertising) stellen entweder bildorientierte Werbebanner dar oder Werbeanzeigen mit eingebetteten Audio-/Video-inhalten (Rich Media Ads).

Apps/Anwendungen der Kategorie „Transaktion“ ermöglichen unabhängig von Ort und Zeit den Kauf von Produkten oder die entgeltliche Nutzung von Diensten. Sie sind dem Aktivitätsbereich des M-Commerce zuzuordnen. Wesentliche Subkategorien sind:

- Auktionen, d. h. Apps die den mobilen Zugang und die Teilnahme an netzbasierten Versteigerungen gestatten. Bei der mobilen Teilnahme an Online-Auktionen wie etwa eBay steht dem Käufer dann ein Widerrufsrecht zu, wenn der Kaufvertrag z. B. mit Ablauf einer vorgegebenen Laufzeit und nicht per Zuschlag zustande kommt. So genannte Internet-Live-Auktionen sind dagegen Versteigerungen gemäß § 156 BGB. Sie werden von einem Auktionator geleitet, der auch den Zuschlag erteilt. Dem Käufer steht daher kein Widerrufsrecht zu.
- Bezahlung, d. h. Anwendungen zur Nutzung mobiler Bezahlsysteme von Banken zur Durchführung von Finanztransaktionen. Systeme des Micropayment gestatten die Abrechnung von 0,01 bis 5,00 Euro-Beträgen für die Inanspruchnahme Mobilfunk-bezogener Dienste (Klingeltöne, Bilder-Download usw.). Nicht auf Kleinbeträge beschränkte Bezahlplattformen, auch bezeichnet als Handypayment, dienen der Abwicklung von Zahlungsvorgängen wie etwa Bezahlung von Parkscheinen oder Überweisung von Geldbeträgen mittels mobiler Endgeräte.
- Shopping, d. h. Apps/Anwendungen, die als Sonderformen des Versandhandels die Durchführung von Käufen per mobilem Endgerät ermöglichen. Shopping-Apps werden häufig von Online-Shops und Versandhändlern zur Verfügung gestellt. Genutzt werden sie vor allem für den Kauf von Büchern, Bekleidung, Schuhen, Sportartikeln, Fahrkarten/Tickets, Schmuck und Parfümerie.

Apps/Anwendungen der Kategorie „Suche“ dienen der Recherche von Dokumenten und Informationen im Internet. Zur Verfügung stehen mobil nutzbare Suchprogramme für die allgemeine und die spezielle Suche:

- Für die allgemeine, d. h. nicht ausschließlich auf ein bestimmtes Informations-/Wissensgebiet ausgerichtete Suche eignen sich an mobile Endgeräte angepasste Internet-Browser und Internet-Suchmaschinen. Anpassungen sind z. B. hinsichtlich der Bedienung (Touchscreen) und dem Layout der Oberfläche (kleiner Bildschirm) erforderlich.
- Die für die spezielle Suche verfügbaren Spezialsuchmaschinen dienen z. B. der Recherche nach Bildern, Personen und Produkten. Anpassungen von stationär einsetzbaren Produkten an mobile Endgeräte sind zu erwarten.

Apps/Anwendungen der Kategorie „Kommunikation“ lassen sich in die Subkategorien „Mailing“ und „Social Media“ unterteilen:

- Im Bereich Mailing war der zum Austausch kurzer Textnachrichten eingesetzte SMS-Dienst am weitesten verbreitet. Er wurde später durch den MMS-Dienst ergänzt, der die Übermittlung multimedialer Inhalte gestattet. Mit der zunehmenden Verbreitung des Instant Messaging, insbesondere mittels des Dienstes WhatsApp, verliert SMS sukzessive an Bedeutung. Das Instant Messaging dient der sofortigen (engl. instant) Nachrichtenübermittlung gemäß dem Push-Prinzip und ermöglicht daher Unterhaltungen (Chats) zwischen mehreren Teilnehmern. Für die Nachrichtenübermittlung und Chats sind viele und teils proprietäre Dienste verfügbar.
- Social-Media-Dienste werden sowohl privat als auch für Unternehmenszwecke eingesetzt. Aufgrund ihrer besonderen Bedeutung werden sie in einem separaten Kapitel behandelt (vgl. Kap. 12).

Apps/Anwendungen der Kategorie „Telemetrie“ gestatten die mobile Erhebung von Messdaten an Personen oder Objekten, die Auswertung der Messdaten und die mobile Einwirkung auf Personen/Objekte. Das Einwirken zielt auf ein bestimmtes Verhalten von Personen oder das Herstellen eines erwünschten Objektzustands ab. Im Privatkundenbereich sind demnach die Subkategorien „Objekttelemetrie“ und „Personentelemetrie“ zu unterscheiden:

- Die Objekttelemetrie betrifft hier privat genutzte Geräte und Anlagen. Ziel kann die Geräte-/Anlagensteuerung sein, wie etwa die Steuerung von Heizungsanlagen aus der Distanz, oder die Objektüberwachung, z. B. die Überwachung von Wohnhäusern mittels mobil gesteuerter Innen- und Außenkameras durch abwesende Eigentümer.
- Die Personentelemetrie wird zunehmend zur Gesundheitsüberwachung von Patienten eingesetzt. So z. B. zur Übertragung mobil aufgezeichneter EKG's an einen behandelnden Arzt im Falle unregelmäßig auftretender Herzrhythmusstörungen. Eine andere Anwendung ist die Personenüberwachung, d. h. die permanente Kontrolle des Aufenthaltsorts einer Person mittels eines mobilen Ortungsgeräts, das mit der Person fest verbunden ist und laufend Ortskoordinaten an eine Überwachungszentrale meldet.

Apps/Anwendungen der Kategorie „Lokation“ werden einerseits zur Ortsbestimmung und Navigation eingesetzt. Auf Ortsdaten aufsetzend können andererseits ortsbezogene Dienste (Location Based Services) realisiert werden. Unterschieden werden somit die Subkategorien „Navigation“ und „Location Based Services“:

- Navigation, d. h. Apps zur Ermittlung geografischer Ortskoordinaten mittels Mobilfunk- oder Satellitenfunk-basierter Navigation (vgl. Abschn. 11.2.3).
- Location Based Services, d. h. Apps/Anwendungen zur mobilen Übermittlung von Informationen über Points of Interest im Aufenthaltsbereich von Benutzern (Restaurants,

Einkaufsmöglichkeiten, Tankstellen, Hotels, Krankenhäuser, Denkmäler, Museen), zur mobilen Routenplanung, zur Durchführung von Spielen im Freien mit Ortsveränderung (GPS-Schnitzeljagd, Geocaching, Augmented-Reality-Spiele) sowie zum Social Networking mit Ortsangabe der Teilnehmer.

Die ökonomische Bedeutung mobiler Anwendungen variiert über die Kategorien gesehen erheblich. Hinweise gibt die Abb. 11.16, die eine Zusammenstellung der Marktpotenziale der zehn wichtigsten Teilmärkte des M-Business für das Jahr 2010 enthält. Demnach rängieren mobile Informationsrecherche (Browsen, Suche) sowie mobiler Abruf von Inhalten (Musik, Mitteilungen) mit Abstand im Vorderfeld. Für mobiles Bezahlen/Geldtransfer und andere Anwendungen bestehen dagegen noch Wachstumspotenziale.

11.4.3 Anwendungen des Mobile Business im Geschäftskundenbereich

Anwendungen im Geschäftskundenbereich unterstützen Kauf- und Verkaufstransaktionen zwischen Unternehmen und Verwaltungen, wobei diese jeweils als Leistungsanbieter oder -abnehmer auftreten können (BtB, BtA, AtB und AtA). Im Vergleich zum Privatkundengeschäft richten sich die Anwendungen im Mittel an geringere Anzahlen von Anwendern. Dagegen fallen die pro Transaktion getätigten Umsätze im Mittel mengen- und wertmäßig deutlich höher aus (vgl. Berger und Lehner 2002).

Anwendungen im Geschäftskundenbereich finden sich vor allem in Einkauf/Beschaffung, Verkauf/Kundenbeziehung, Supply Chain Management sowie in der güter- und finanzwirtschaftlichen Abwicklung von Transaktionen. Entsprechende Anwendungskategorien mit beispielhaft zugeordneten Anwendungen zeigt Abb. 11.17. Einzelne Anwendungen dieser Kategorien werden im Folgenden kurz erläutert.

Teilmärkte	Potenziale 2010 [Mrd. Euro]
1 Mobiles Browsen	17,4
2 Mobile Musik	12,2
3 Location Based Services	6,2
4 Mobile Werbung	5,2
5 Mobiles Bezahlen	3,5
6 Mobile Suche	2,8
7 Nahfeld-Kommunikation	2,6
8 Mobiler Geldtransfer	2,5
9 Mobile Mitteilungsdienste	2,4
10 Mobile Gesundheitsüberwachung	2,3

Abb. 11.16 Marktpotenziale der zehn wesentlichsten Teilmärkte des M-Business im Jahr 2010 (vgl. Wirtschaftswoche 2010, S. 41)

Kategorie	Anwendung (Beispiele)
Einkauf/ Beschaffung	<ul style="list-style-type: none"> • Mobile Auktionen • Mobiles Procurement • Mobile BtB-Marktplätze
Verkauf/ Kundenbeziehung	<ul style="list-style-type: none"> • Mobile Produktkataloge • Mobiler Absatzkanal • Mobile BtB-Marktplätze • Mobile Versandplanung • Mobiler Kundendienst • Mobile Kundenakquisition • Mobiles CRM
Supply Chain Management	<ul style="list-style-type: none"> • Supply Chain Integration
Finanzen	<ul style="list-style-type: none"> • Mobiles Bezahlen • Mobiles Banking

Abb. 11.17 Anwendungskategorien des M-Business im Geschäftskundenbereich

Anwendungen der Kategorie „Einkauf/Beschaffung“ setzen in der Regel auf stationären E-Business-Lösungen auf und zielen auf einen mobilen Zugang zu diesen Lösungen ab. Häufig in Verbindung mit einer Vorverarbeitung mobil erfasster Daten. Als Beispiel seien mit stationären Technologien realisierte BtB-Marktplätze betrachtet. Unter Vermittlung durch einen Marktplatzbetreiber gestatten sie die Beschaffung bestimmter Güter, wobei bereitgestellte Informationen über verschiedene Anbieter und ihre Angebote von besonderer Bedeutung sind. Halten sich Einkäufer selten am stationären Arbeitsplatz auf, wie etwa bei der Vermarktung landwirtschaftlicher Produkte, so ermöglicht der Marktplatzzugang per mobilem Endgerät die Unterstützung von Verhandlungen vor Ort. Beispielsweise kann ein Einkäufer Preise anderer Anbieter am Ort eines besuchten Produzenten einholen.

Anwendungen der Kategorie „Verkauf/Kundenbeziehung“ zielen z. B. auf die Intensivierung der Kundenakquisition und der Verkaufsaktivitäten ab. Dies kann durch die Einrichtung neuer Kommunikations- und Transaktionskanäle zwischen den prozessunterstützenden ERP-Systemen und den (potenziellen) Kunden geschehen. Beispiele für solche Kanäle sind:

- Im Bereich der Kundenakquisition die Nutzung von Daten über Kunden und ihre Profile, wie sie etwa von Netzwerkbetreibern bereitgestellt werden, für Zwecke der direkten Ansprache von Kunden (z. B. personalisierte Angebote) über ihre mobilen Endgeräte.
- Im Absatzbereich die Nutzung eines weiteren Absatzkanals, der die Produktpräsentation, die Bestellung und die Verkaufsabwicklung mittels mobiler Endgeräte ermöglicht.

Bei der Kategorie „Supply Chain Management“ geht es primär um die Supply Chain Integration, d. h. die Integration von Geschäftsprozessen entlang der unternehmensübergreifenden Versorgungskette. Flexibilität und Effizienz stationärer Integrationslösungen lassen sich durch den Einsatz mobiler Technologien noch erhöhen. So können auf der Zulieferer- wie auch auf der Abnehmerseite die jeweiligen Akteure durch die Kopplung ihrer mobilen Endgeräte mit den prozessunterstützenden ERP-Systemen in die Lage versetzt werden, orts- und zeitunabhängig Transaktionen z. B. Bestellungen und Lieferungen abzuwickeln.

Anwendungen der Kategorie „Finanzen“ knüpfen an stationären Online-Lösungen für die Abwicklung finanzieller Transaktionen an, wie sie von Online-Banken und Finanzdienstleistern angeboten werden. Diese E-Business-Lösungen können mittels mobiler Technologien um zusätzliche Distributionskanäle erweitert werden:

- Mobiles Bezahlen (Mobile Payment) ermöglicht das schnelle und unkomplizierte Bezahlern von Produkten oder Leistungen per mobilem Endgerät. Etabliert haben sich Mobile-Payment- und Mobile-Cash-Anwendungen z. B. in Bereichen wie Personennahverkehr (Fahrkarten), Unterhaltung (Kino-/Konzertkarten), an Automaten (z. B. Getränkeautomaten) sowie im Geldtransfer zwischen Endkunden.
- Mobile Banking ist eine Weiterentwicklung des Online-Banking, die Finanzdienstleistungen vereinfacht und zusätzliche Erlöse generiert. Per mobilem Endgerät können Kunden etwa Überweisungen tätigen, Kontostände abfragen und Informationen (Zinssätze, Börsenkurse) einholen.

11.4.4 Innerorganisatorische Anwendungen des Mobile Business

Der Trend zur Flexibilisierung menschlicher Arbeit nach Ort (z. B. Home-Office-Tage), Zeit (variable Arbeitszeiten) und Arbeitsplatz (variable Arbeitsplätze, Meetings, Besprechungen) begünstigt den Einsatz mobiler Technologien im Bereich der innerbetrieblichen Informationsverarbeitung. Innerorganisatorische Anwendungen des M-Business, auch bezeichnet als **Mobile Enterprise Management**, betreffen die Überwachung und Steuerung der unternehmensinternen Prozesse entlang der gesamten Wertschöpfungskette. Mittels mobiler Endgeräte können Informationen über Störungen in Prozessabläufen unmittelbar und verzögerungsfrei empfangen und erforderliche Eingriffe in Prozesse flexibel und zeitnah vorgenommen werden. Dies trägt zu einer medienbruchfreien, schnellen und effizienten Prozessabwicklung bei.

Ein weiteres innerorganisatorisches Anwendungsfeld bilden die mobilen Arbeitsplatzsysteme. Sie lassen sich unterteilen in mobile Arbeitsplatz-Informationssysteme und -Kommunikationssysteme. Erstere dienen der Beschaffung, Aufbereitung, Speicherung und Verwaltung von Informationen und Letztere dem Austausch von Nachrichten/Botschaften.

Bereich	Kategorie	Anwendung (Beispiele)
Mobile Enterprise Management	Lagerhaltung/ Außendienst	<ul style="list-style-type: none"> • Mobiles Bestandsmanagement • Mobile Verfügbarkeitsprüfung
	Produktion	<ul style="list-style-type: none"> • Mobile Produktionsüberwachung/-steuerung • Mobile Qualitätssicherung • Mobiles Projektmanagement
	Instandhaltung	<ul style="list-style-type: none"> • Mobiles Anlagen-/Maschinen-Monitoring • Mobile Wartungsmaßnahmen
	Logistik	<ul style="list-style-type: none"> • Mobiles Flottenmanagement • Mobiles Transportmittel-Monitoring
	Personal	<ul style="list-style-type: none"> • Mobile Personaleinsatzplanung • Mobiles Zeitmanagement • Mobiles Reisemanagement
	Finanzen/ Controlling	<ul style="list-style-type: none"> • Mobile Finanzwirtschaft • Mobiles Business Intelligence
Mobile Arbeitsplatz-systeme	Arbeitsplatz-Informations-systeme	<ul style="list-style-type: none"> • Mobile Office-Anwendungen • Mobiles Personal Information Management
	Arbeitsplatz-Kommunikations-systeme	<ul style="list-style-type: none"> • Mobile Instant Messaging • Mobile Unified Messaging

Abb. 11.18 Innerorganisatorische Anwendungen des M-Business

Eine Übersicht innerorganisatorischer Anwendungen des M-Business zeigt Abb. 11.18. Unterschieden wird hierbei nach Mobile Enterprise Management und Mobile Arbeitsplatzsysteme. Für diese Bereiche werden Anwendungskategorien und pro Kategorie Anwendungsbeispiele ausgewiesen. Einige der beispielhaften Anwendungen werden nachfolgend kurz erläutert.

Die mobile Verfügbarkeitsprüfung im Außendienst betrifft z. B. Servicetechniker, die für die Wartung komplexer Anlagen zuständig sind. Über mobile Endgeräte haben sie Zugang zu dem zentralen Bestandsführungssystem und können vor Ort die verfügbaren Bestände der benötigten Ersatzteile abfragen. Im Fall der Verfügbarkeit können Ersatzteile unmittelbar geordert oder reserviert werden.

Das mobile Anlagen-/Maschinen-Monitoring ist eine Maßnahme der Instandhaltung, die auf die unmittelbare Behebung von Betriebsstörungen abzielt. Mittels Monitoring-Systemen erkannte Zustandsänderungen oder Störungen von Anlagen/Maschinen werden z. B. per Funk über einen zentralen Leitstand an einen Servicetechniker gemeldet, der über sein mobiles Endgerät auch außerhalb der Zentrale erreichbar ist. Er kann Fehlerursachen unmittelbar identifizieren und kurzfristig beheben (z. B. Behebung fehlerhafter Einstellungen von Maschinen online oder Reparatur vor Ort).

Das mobile Flottenmanagement in der Kategorie Logistik zielt auf den effizienten Einsatz firmeneigener Fahrzeuge ab. Mittels mobiler Endgeräte mit integriertem Positionierungssystem sowie per Funk gekoppelten Sensoren im Laderaum der Fahrzeuge können laufend Informationen über den Aufenthaltsort und die Auslastung der Fahrzeuge

bereitgestellt werden. Auf der Basis dieser Informationen können, je nach Auftragslage und Fahrzeugauslastung, z. B. freie Transportkapazitäten auf Logistik-Marktplätzen verkauft oder fehlende Kapazitäten zugekauft werden.

Das mobile Reisemanagement in der Kategorie Personal kann z. B. durch ein Mitarbeiter-Portal realisiert werden, das einen mobilen Zugang zu den Prozessen des Reisemanagements (Planung, Genehmigung, Durchführung und Abrechnung von Reisen) ermöglicht. Mitarbeiter können dann auf sämtliche Prozesse zugreifen und z. B. bei Reiseänderungen auch während einer Reise Umbuchungen von Flügen und Übernachtungen vornehmen und den eigenen Terminkalender aktualisieren.

In die Kategorie „Arbeitsplatz-Informationssysteme“ fallen mobile Office-Anwendungen, die z. B. der Tabellenkalkulation oder dem Erstellen von Präsentationsgrafiken vor Ort dienen, sowie mobile Anwendungen des Personal Information Management für das Verwalten von Informationen wie Terminen, Adressen und Notizen per mobilem Endgerät.

Zur Kategorie „Arbeitsplatz-Kommunikationssysteme“ gehören das Mobile Instant Messaging und das Unified Messaging. Analog einem Chat-Raum ermöglicht das Mobile Instant Messaging den gleichzeitigen Austausch von Nachrichten zwischen mehreren Nutzern mittels mobiler Endgeräte. Unified Messaging gestattet dagegen den Empfang von Nachrichten unabhängig vom verwendeten Kommunikationsmedium (E-Mail, Fax, Mobiltelefon) in einheitlicher Weise per Mailbox und mobilem Endgerät.

Literatur

- Berger, S., Lehner, F.: Mobile B2B-Anwendungen. In: Hampe, J.F., Schwabe, G. (Hrsg.) Mobile and Collaborative Business 2002, GI-Edition – Lecture Notes in Informatics (LNI), P-16, S. 85–94. Bonn (2002)
- Gora, W., Röttger-Gerigk, S. (Hrsg.): Handbuch Mobile-Commerce. Springer, Berlin (2002)
- Graeve, C.: M-Commerce – Mobilität, Machbarkeit und Manie. HMD. **220**, 5–14 (2001)
- Herzig, M.: Basistechnologien und Standards des Mobile Business. Wirtschaftsinformatik. **43**(4), 397–404 (2001)
- Lehner, E.: Mobile Business – Mobile Service, Forschungsbericht Nr. 49, Universität Regensburg, WI3, Regensburg (2001)
- Robertson, A.: Wireless application architecture for business: key implementation considerations. Cutter IT J. **14**(3), 10–21 (2001)
- Scheer, A.-W., Feld, T., Göbl, M., Hoffmann, M.: Das mobile Unternehmen. In: Silberer, G., Wohlfahrt, J., Wilhelm, T. (Hrsg.) Mobile Commerce – Grundlagen, Geschäftsmodelle, Erfolgsfaktoren, S. 91–110. Gabler, Wiesbaden (2001)
- Schmitzer, B., Butterwegge, G.: M-Commerce. Wirtschaftsinformatik. **42**(4), 355–358 (2000)
- Wirtschaftswoche: Die neue Versuchung. Wirtschaftswoche. **5**, 38–45 (2010)
- Zobel, J.: Mobile Business und M-Commerce. Hanser, München (2001)



Kap. 12 ist das vierte Kapitel des Teils C. Es befasst sich mit dem Gebiet der Social Media. In Abb. 12.1 ist die Einordnung des Kap. 12 in den Teil C dargestellt.

Nach wie vor hat die Entwicklung und Nutzung neuer Dienste im Internet nicht an Dynamik eingebüßt. Dies gilt speziell auch für die unter dem Begriff der **Social Media** zusammengefassten Kommunikationsdienste. Ihre ursprünglich rasante Verbreitung im Bereich der privaten Kommunikation findet ihre Fortsetzung im Bereich der internen und externen Unternehmenskommunikation. Das aus betriebswirtschaftlicher Sicht mittlerweile sehr bedeutsame Phänomen der Social Media wird im vorliegenden Kapitel aus unterschiedlichen Perspektiven betrachtet (vgl. hierzu auch Gabriel und Röhrs 2017). Behandelt werden im Einzelnen:

- Begriff und Wesen der Social Media (vgl. Abschn. 12.1),
- Kategorien von Social Media (vgl. Abschn. 12.2),
- technologische Aspekte von Social Media (vgl. Abschn. 12.3) und
- Anwendungen von Social Media (vgl. Abschn. 12.4).

12.1 Begriff und Wesen der Social Media

Um das Wesen der Social Media aus der Unternehmensperspektive zu beleuchten, bietet es sich zunächst an, die Entwicklung der Unternehmenskommunikation zu betrachten. In Anlehnung an Bruhn (2007) können etwa folgende Entwicklungsphasen der Unternehmenskommunikation unterschieden werden:

C Interorganisatorische Anwendungssysteme**9 Grundlagen der netzbasierten Informationsverarbeitung****10 Electronic Business****11 Mobile Business****12 Social Media Business****Abb. 12.1** Einordnung des Kap. 12 in den Teil C

- 1950er-Jahre: unsystematische Kommunikation

Aufgrund der Dominanz von Verkäufermärkten stand die Angebotspolitik bei den Unternehmen im Vordergrund. Hierbei spielt die Kommunikation mit den Kunden allerdings keine besondere Rolle.

- 1960er-Jahre: Produktkommunikation mit starker Verkaufsorientierung

Das in den Vordergrund gerückte Bestreben der Produktvermarktung führte zum Aufbau schlagkräftiger Außendienste. Damit einher ging die Ausbildung einer im Dienste des Verkaufs stehenden Produktkommunikation mit den Kunden.

- 1970er-Jahre: Zielgruppenkommunikation aufgrund zunehmender Marktfragmentierung

Zunehmende Fragmentierung der Märkte und gezielte Ermittlung der Kundenwünsche mittels Instrumenten der Marktforschung gingen Hand in Hand. Die so ermöglichte differenzierte Bearbeitung von Marktsegmenten erforderte eine Ausrichtung der Kommunikation auf Zielgruppen.

- 1980er-Jahre: Wettbewerbskommunikation

Mittels neuer Marketinginstrumente wie Sponsoring, Event Marketing und Direct Marketing wurde versucht, den Kunden gegenüber in einer „Unique Selling Position“ aufzutreten und die Kundenbeziehung zu stärken. Mit dem Direct Marketing, also der Direktansprache von Kunden verbunden mit einer Antwort-Aufforderung, wurden die ersten systematischen Schritte hinsichtlich der Änderung der Rolle und des Verhaltens der Kunden unternommen.

- 1990er-Jahre: Integration der Kommunikationsinstrumente

In dieser Zeit verstärkter ökologischer, technologischer, politischer und rechtlicher Umwelteinflüsse waren die Unternehmen bemüht, durch Integration und gezielten Einsatz neuer Kommunikationsinstrumente der Umwelt ein einheitliches und glaubwürdiges Unternehmensbild zu vermitteln.

- Seit 2000: Dialogkommunikation

Neue netzbasierte Technologien und Medien verschafften Unternehmen, Kunden, Kommunen und Bürgern die zunehmend ergrieffene Möglichkeit der netzbasierten Interaktion mit anderen Unternehmen, Organisationen und Kunden. Unternehmen werden damit z. B. in die Lage versetzt, das Informations- und Kommunikationsbedürfnis einzelner Zielgruppen für die Etablierung eines zweiseitigen Kommunikationsprozesses zu nutzen und so eine Basis für die Erzielung von Wettbewerbsvorteilen zu schaffen.

Die Dialogkommunikation zwischen den Akteuren im Netz wurde durch neue Technologien/Medien ermöglicht, die man unter dem Begriff der Social Media subsumiert. Kaplan und Haenlein (2010, S. 61) verstehen darunter „a group of Internet-based applications that build on ideological and technological foundations of Web 2.0, and that allows the creation and exchange of User Generated Content“. User Generated Content (UGC) betrifft alle Nutzungsformen von Social Media und schließt unter anderem Texte, Bilder, Audio und Video ein. Nutzer treten hierbei in einer Doppelrolle als Produzenten und Konsumenten von Inhalten auf, die mit dem Kunstwort „**Prosumer**“ umschrieben wird. Die Aktivitäten von Nutzern erstrecken sich auf (vgl. Pleil 2011, S. 247):

- Authoring, d. h. Editieren und Publizieren von Inhalten ohne Inkaufnahme größerer technischer Barrieren.
- Tagging, d. h. Markieren von Schlagworten zum Zweck der besseren Orientierung.
- Scoring and Filtering, d. h. Bewerten von Inhalten und Aussortierung irrelevanter Inhalte.
- Networking, d. h. Vernetzung mit anderen Nutzern, Unternehmen und sonstigen Organisationen.
- Sharing, d. h. Teilen von Inhalten und Bewertungen mit anderen Nutzern.
- Collaboration, d. h. Zusammenarbeit mit anderen Nutzern in offenen oder geschlossenen Gruppen.

Unter Berücksichtigung der vorgetragenen Aspekte lassen sich Social Media etwa wie folgt abgrenzen:

► Als **Social Media** bezeichnet man alle im Internet verfügbaren Dienste, die es dem Nutzer ohne Überwindung größerer technologischer Barrieren gestatten, Inhalte aller unterstützter medialer Formen zu generieren, bearbeiten, bewerten und in offenen oder geschlossenen Gruppen auszutauschen.

Die Intensität, in der Nutzer in Social Media involviert sind, variiert erheblich. So kann in Anlehnung an Li und Bernoff (2008, S. 5) zwischen inaktiven Nutzern und aktiven Nutzern unterschiedlicher Aktivitätsgrade differenziert werden. Folgende Bezeichnungen aktiver Nutzergruppen spiegeln eine zunehmende Involviertheit in Social Media wider: Zuschauer, Neuankömmlinge, Sammler, Kritiker und Kreative (vgl. hierzu auch Wirtz 2013, S. 56 f.). Eine kurze Charakterisierung der unterschiedlichen Nutzergruppen findet sich in Abb. 12.2.

Die Eigenschaft von Social Media, sehr unterschiedliche Kommunikations- und Kooperationsinteressen von Nutzern einfach und effizient bedienen zu können, hat sicherlich zu ihrer rasanten Verbreitung beigetragen. Darüber hinaus gibt es vielfältige weitere Ursachen. Einige wesentliche Bedingungen und Gründe seien nachfolgend betrachtet.

Als ein Erklärungsansatz für den Erfolg der Social Media wird auch das „Kleine-Welt-Phänomen“ in sozialen Netzwerken von Milgram (1967) herangezogen. Demnach ist

Nutzergruppen	Charakterisierung
Inaktive	Personen, die an einer Präsenz in sozialen Medien nicht interessiert sind und auf ihre Nutzung verzichten.
Zuschauer	Personen, die lediglich auf solche Informationsangebote sozialer Medien lesend zugreifen, die keine Registrierung erfordern (z. B. Blogs, Produktbewertungen, Videos).
Neuankömmlinge	Personen, die sich neu in soziale Netzwerke mit ihrem persönlichen Profil einbringen und soziale Netzwerke/Plattformen nutzen.
Sammler	Personen, die insbesondere unter Nutzung von RSS-Feeds systematisch auf Inhalte zugreifen und sich mit Inhalten auseinander setzen (z. B. Bewertungen oder Veränderung von Inhalten).
Kritiker	Personen, die sich sehr aktiv mit Inhalten befassen und Inhalte kommentieren, bewerten oder modifizieren (z. B. Kommentierung von Blogs, Bewertung von Produkten, Modifikation von Wiki-Beiträgen).
Kreative	Personen, die eigene Plattformen gestalten sowie betreiben und hierzu selbst erstellte Inhalte in die Plattform einbringen (z. B. eigene Blogs, Artikel, Videos).

Abb. 12.2 Nach Nutzungsintensität unterschiedene Nutzergruppen von Social Media (vgl. hierzu Li und Bernoff 2008, S. 8 und Wirtz 2013, S. 56 f.)

jeder Mensch der Erde über durchschnittlich fünf Bekannte mit jedem anderen Menschen bekannt. Die mehrstufige Verknüpfung von Kontakten zwischen Bekannten eröffnet – in der Art eines Schneeballsystems – ein enormes Kontakt-Potenzial. Eine Einschränkung von Kontakt-Potenzialen, kann aus der Abschottungstendenz von Gruppen resultieren. So neigen speziell Gruppen, die sich durch starke persönliche Beziehungen zwischen ihren Mitgliedern auszeichnen, dazu, sich von der Außenwelt abzuschotten. Allerdings sind bereits weniger intensive bzw. „schwache“ Bekanntschaften geeignet, Grenzen zwischen Gruppen aufzubrechen und einen Austausch zwischen Gruppen herzustellen. Insofern sind auch schwache Kontakte für die Reichweite von Kontakten in **sozialen Netzwerken (Social Networks)** von Bedeutung.

Die Aufrechterhaltung oder gar Ausweitung sozialer Netzwerke setzt allerdings eine förderliche Motivationslage bei den Beteiligten voraus. Was beispielsweise das Verfassen von Kommentaren zu Marken und Produkten unter Nutzung von Social Media betrifft, hat eine von TNS Digital Life durchgeführte Studie folgende Motive zu Tage gefördert (vgl. o. V. 2011): Beratung für andere (57 %), Lob (53 %), Erfahrungsaustausch (46 %), Frage nach Beratung (43 %), Beantwortung einer Frage (41 %), Beschwerde (40 %). Demnach ist der prozentuale Anteil der Befragten, die positive Beweggründe nennen, größer als der Anteil der Beschwerdeführer.

12.2 Kategorien von Social Media

Eine interessante Klassifikation von Social Media aus der Anwendungsperspektive geht auf Kaplan und Haenlein (2010) zurück. Unter Heranziehung zweier Dimensionen, nämlich

- der medialen Dimension, beschrieben durch die Kriterien „social presence“ und „media richness“, und
- der sozialen Dimension, beschrieben durch die Kriterien „selfpresentation“ und „self-disclosure“,

spannen sie eine Klassifikation von Social Media in Form einer 2×3 Matrix auf (vgl. Abb. 12.3).

Die verwendeten Klassifikationskriterien werden von den Autoren etwa wie folgt interpretiert:

- Social presence: Akustischer, visueller und physischer Kontakt der zwischen zwei Kommunikationspartnern hergestellt werden kann.
- Media richness: Menge an Informationen, deren Austausch zwei Kommunikationspartner in einem gegebenen Zeitintervall gestatten.
- Self presentation: In jeder Art von sozialer Interaktion auftretender Wunsch von Menschen nach Kontrolle der Eindrücke, die sich andere Menschen über sie bilden.
- Self disclosure: Bewusste oder unbewusste Preisgabe persönlicher Informationen, die mit dem Bild übereinstimmen, das man (ab)geben möchte.

Von Interesse sind hier primär die in Abb. 12.3 hervorgehobenen **Social-Media-Dienste**, also Blogs, Social Networking Sites, Collaborative Projects und Content Communities. Dienste dieser Kategorien stehen in unterschiedlichen Ausprägungen zur Verfügung. Eine je auf einige Beispiele begrenzte Übersicht von Diensten dieser Kategorien zeigt Abb. 12.4.

		Mediale Dimension	Social presence/Media richness		
			Low	Medium	High
Soziale Dimension	High	Blogs	Social Networking Sites (e.g. Facebook)	Virtual Social Worlds (e.g. Second Life)	
	Low	Collaborative Projects (e.g. Wikipedia)	Content Communities (e.g. YouTube)	Virtual Game Worlds (e.g. World of Warcraft)	

Abb. 12.3 Klassifikation von Social Media (vgl. Kaplan und Haenlein 2010, S. 62)

Kategorien von Social Media	Social-Media-Dienste	Beispiele für Social-Media-Dienste
Blogs	Blogging-Dienste	Cirquent (IT-Beratung)
	Microblogging-Dienste	Twitter
Social Networks	Allgemeine Netzwerke	Google+, Facebook, WhatsApp
	Spezielle Netzwerke	XING, LinkedIn
Collaborative Projects	Wikis	Wikipedia
	Bewertungsportale	Qype, Yelp
	Social Bookmarking	Mister Wong, Delicious, StumbleUpon
Content Communities	Content-Sharing-Dienste	YouTube (Videomaterial) Slide Shows (Präsentationen) Flickr (Photos)

Abb. 12.4 Kategorisierung von ausgewählten Social-Media-Diensten

Blogging-Dienste unterstützen das Führen informeller Tagebücher bzw. Journale auf eigens bereitgestellten Websites. Die datierten Journale, auch bezeichnet als Weblogs oder abgekürzt **Blogs**, werden von den Nutzern/Bloggern chronologisch mit textbasierten Inhalten zu bestimmten Themen gefüllt. Die Inhalte können z. B. Meinungen, Gedanken und Erlebnisse von Einzelpersonen oder Gruppen betreffen. Zudem können Einträge durch Kommentare anderer Nutzer weitergeführt werden. Eine Sonderform stellen **Microblogging-Dienste** dar, die den (weltweiten) Austausch von kurzen Textnachrichten per Computer oder Smartphone gestatten. So können z. B. im Fall des Dienstes **Twitter** registrierte Benutzer Kurznachrichten mit maximal 140 Zeichen („Tweets“) versenden („twittern“) und so andere Nutzer („Follower“) in Echtzeit an „Ereignissen“ beteiligen. Follower wiederum haben die Möglichkeit, per „Reply“ zu antworten oder mittels „Retweets“ Nachrichten weiter zu verbreiten.

Social Networks, auch bezeichnet als **Social Communities**, stellen eine Art virtueller Treffpunkte von Nutzern dar. Die verfügbare Funktionalität ermöglicht registrierten Nutzern das Anlegen persönlicher Profile, das Finden anderer Nutzer, das Vernetzen mit anderen Nutzern, den Austausch von Informationen und das Bewerten von Informationen etwa per Gefällt-mir-Button. Häufig ist die Kommunikationsfunktion differenziert ausgestaltet und erstreckt sich z. B. auch auf Statusmeldungen, Pinnwandeinträge und Kommentierungen. Differenzierungen gibt es teils auch hinsichtlich des Nutzerkreises, z. B. in offene, geschlossene und geheime Gruppen. Bei allgemeinen Netzwerken orientiert sich der Informationsaustausch z. B. an regionalen Gegebenheiten, wie etwa bei dem Netzwerk lokallisten.de. Bei speziellen Netzwerken handelt es sich um spezialisierte Gemeinschaften. So dienen z. B. die beiden im professionellen Umfeld eingesetzten Netzwerke Xing und

LinkedIn speziell der Pflege von beruflichen Kontakten und der Personalsuche, allerdings auch – über entsprechende Foren – dem fachlichen und allgemeinen Meinungsaustausch.

Collaborative Projects sind auf die Zusammenarbeit von Gruppen mit dem Ziel der gemeinsamen Generierung, Bearbeitung und Bereitstellung von Inhalten ausgerichtet. Mit den vorwiegend textbasierten Inhalten verbinden sich unterschiedliche Zwecke. Im Falle von **Wiki-Diensten** stellen verschiedene Autoren gemeinsame Einträge zu einem Thema in eine Website ein. Das gemeinsame Verfassen und Korrigieren von Inhalten vermag allerdings falsche Informationen und die Manipulation von Informationen nicht ganz auszuschließen. Ein sehr bekannter Wiki-Dienst ist die Online-Enzyklopädie Wikipedia. Bewertungsportale kommen dem Bedürfnis von Nutzern nach unabhängigen Bewertungen von Produkten und Dienstleistungen entgegen. Die Funktionalität erstreckt sich auf das Abfassen, Einstellen und Abrufen von Bewertungen, die in der Regel auf einer vorgegebenen Skala basieren und durch individuelle Kommentare ergänzt werden können. Social-Bookmarking-Dienste haben letztlich das Ziel, aus der schier unüberschaubaren Fülle von Inhalten im Internet die „interessantesten“ Seiten herauszufiltern. Als Klassifizierungs- und Zugriffsinstrument dienen hierbei Bookmarks, d. h. auf Inhalte hinweisende Links/Lesezeichen. Registrierte Nutzer eines Bookmarking-Dienstes können zu bereitgestellten Linkssammlungen eigene Lesezeichen hinzufügen sowie Lesezeichen löschen, bewerten und kommentieren sowie mit anderen Nutzern teilen. Zudem können Bookmarks mittels „Tagging“, d. h. Zuordnen von Schlagworten/Tags, beschrieben und kategorisiert werden. Dies versetzt Nutzer in die Lage, auf neueste oder bekannteste Bookmarks zu vorgegebenen Schlagworten zuzugreifen und sie den eigenen Lesezeichen zuzufügen.

Content Communities zielen auf den Austausch von verschiedenen medialen Inhalten zwischen Nutzern ab. Sie werden auch als Content-Sharing-Dienste bezeichnet und gestatten registrierten Benutzern das Einstellen, Ansehen/Lesen, Bewerten (Kommentieren, Beschreiben oder Tagging) und Weiterleiten von Inhalten. Die verfügbaren Dienste sind auf verschiedene Arten von Inhalten spezialisiert. So z. B. YouTube auf Videomaterial, SlideShow auf Präsentationen und Flickr auf Fotos.

In der Praxis sind die Grenzen zwischen den vorgestellten (idealtypischen) Kategorien von Social Media fließend. So treten in der Kategorie Content Communities „Youtuber“ auf, die in der Rolle von Influencern z. B. modische Produkte mittels eigener Meinungen in einer Art bewerben, die auf die Vermittlung eines anzustrebenden Erscheinungsbildes abzielt. Im Gegensatz zu dieser Themenorientierung (Mode) kann der Austausch bei Social Networks apriori alle Lebensbereiche betreffen.

12.3 Technologische Aspekte von Social Media

Als netzbasierte Systeme weisen Social-Media-Dienste eine das Internet einbeziehende Mehrschichten-Architektur auf. Ein allgemein gehaltenes Architekturmodell, das den meisten Social-Media-Diensten zugrunde liegt, zeigt Abb. 12.5.

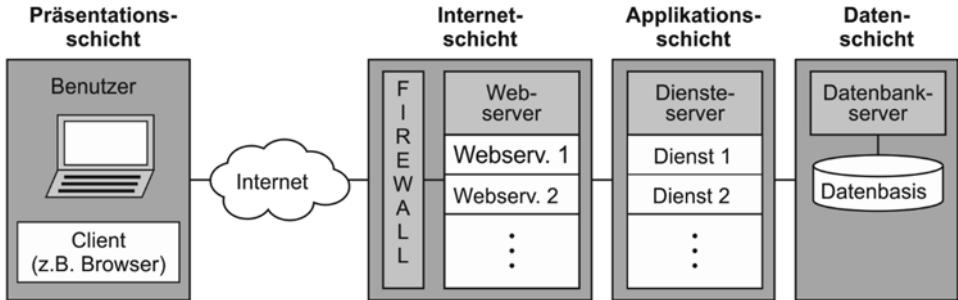


Abb. 12.5 Schematische Darstellung des Aufbaus von Social-Media-Diensten mit 4-Schichten-Architektur

In der Präsentationsschicht steht dem Benutzer beispielsweise ein Browser zu Verfügung, über den er sich bei einem Social-Media-Dienst anmeldet. So z. B. bei dem Social Network Facebook, um mit Freunden zu kommunizieren. Entsprechende Eingabedaten werden an den Webserver des Social-Media-Dienstes, hier Facebook, übertragen und mittels einer Firewall vor unbefugten Zugriffen geschützt. Der Webserver leitet die Eingabedaten im Zuge des Aufrufs von Funktionen des Dienste-Servers in der Applikationsschicht weiter. Beispielsweise könnte im Rahmen eines Dialogs mit Freunden die Funktion „Nachrichten schreiben“ aufgerufen werden. Der Dienste-Server führt die aufgerufene Funktion aus und greift hierbei, falls erforderlich, auf Funktionen des Datenbankservers in der Datenschicht zu. Bei dem betrachteten Beispiel könnte ein Datenzugriff z. B. erfolgen, um die Adressaten einer Nachricht aus der Kontaktliste auszulesen.

Die effiziente und durch relativ geringe Barrieren gekennzeichnete Nutzung von Social Media wurde erst durch die Entwicklung von neuen Konzepten und Technologien ermöglicht, die man unter dem Begriff des **Web 2.0** zusammenfasst (vgl. z. B. Kaplan und Haenlein 2010, S. 60). In konzeptioneller Hinsicht sind vor allem die neuen Nutzungsarten des Internets hervorzuheben. Sie rücken die Mitwirkung und Selbstdarstellung der Nutzer in den Vordergrund (vgl. z. B. Stecher 2012, S. 24). Angesprochen sind hierbei die verschiedenen Formen der gemeinschaftlichen Generierung von Inhalten (UGC), des Teilens von Inhalten, des Austauschs von Inhalten sowie z. B. der Veröffentlichung persönlicher Profile. In technologischer Hinsicht sind drei bereits in Abschn. 4.4.5 behandelte Web-Technologien von besonderer Bedeutung: das Authoring-System Adobe Flash zum Generieren multimedialer Inhalte, der Dienst RSS zum Abonnieren von Webinhalten und der Dienst AJAX zum effizienten Durchführen von http-Anfragen. Die drei genannten Technologien des Web 2.0 haben die Generierung sowie den Umgang mit multimedialen Inhalten im Internet drastisch vereinfacht und damit maßgeblich zu der Verbreitung von Social Media beigetragen.

12.4 Anwendungen von Social Media

Nach ihrer schnellen Verbreitung im Privatbereich fanden Social Media auch Eingang in Unternehmen und Verwaltungen. Dort nimmt ihre Anwendung beständig zu. Insofern kann man von einem ausgeprägten Social Media Business sprechen. Im vorliegenden Abschnitt werden die privaten und geschäftlichen Anwendungen zunächst übersichtsartig betrachtet. Danach wird auf zwei exemplarische Anwendungen in Unternehmen detaillierter eingegangen. Behandelt werden im Einzelnen:

- Übersicht der Anwendungen von Social Media (vgl. Abschn. 12.4.1),
- Anwendung von Social Media im Marketing (vgl. Abschn. 12.4.2) und
- Anwendung von Social Media im Crowdsourcing (vgl. Abschn. 12.4.3).

12.4.1 Übersicht der Anwendungen von Social Media

Die Abgrenzung von Anwendungskategorien des Social Media Business erfolgt hier in zwei Stufen:

- Unterscheidung von Anwendungen im privaten und geschäftlichen Bereich und
- im geschäftlichen Bereich Unterscheidung von inter- und innerorganisatorischen Anwendungen.

Die resultierende Untergliederung der **Anwendungen von Social Media** veranschaulicht Abb. 12.6.

Anwendungen im privaten Bereich sind durch die Nutzung von Social-Media-Diensten gegeben. Die wesentlichsten privaten Anwendungen sind:

- private soziale Netzwerke,
- Content-Sharing-Dienste,

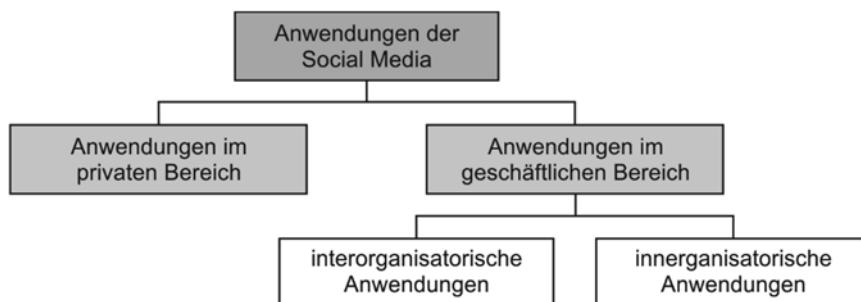


Abb. 12.6 Kategorien von Anwendungen der Social Media

Anwendungsbereich	Anwendung	Charakterisierung
interorganisatorische Anwendungen	Social Media Marketing	Nutzung von Social Media zur Initiierung von Gesprächen (potentieller) Kunden über Unternehmen/Produkte sowie Motive für den Kauf von (Konkurrenz-)Produkten mit dem Ziel der Imageverbesserung und Umsatzerhöhung.
	Social Media Vertrieb	Nutzung von Social Media/sozialer Netzwerke zur Suche nach (potentiellen) Kunden, zum Herstellen von Kundenkontakten incl. Verkaufsgesprächen und zum Aufbau einer Geschäftsbeziehung mit dem Ziel von Direktverkäufen über das Medium/Netzwerk.
	Social Media Kundenservice	Nutzung von Social Media/sozialen Netzwerken als Kommunikationsmittel für den Kundenservice, d. h. Kunden können sich bei Produkt- oder Serviceproblemen per Medium/Netzwerk direkt an die Serviceabteilung des fraglichen Unternehmens wenden.
	Social Media Personalgewinnung	Nutzung von Social Media/sozialen Netzwerken zur Suche nach potentiellen Kandidaten für offene Stellen, zum EInholen von Informationen über Kandidaten noch vor Einladungen zu Bewerbungsgesprächen (insbesondere über Kandidaten-Netzwerke) und zur Kontaktierung von Kandidaten.
	Social Media Monitoring	Systematische Suche und Auswertung relevanter Inhalte von Social Media (insbesondere Blogs, soziale Netzwerke, Diskussionsforen, Bewertungsportale) mit dem Ziel, aktuelle Meinungen, Beurteilungen, Anregungen und Verbesserungsvorschläge zu Produkten oder Dienstleistungen zu erhalten.
	Crowdsourcing	Nutzung von Social Media zur Auslagerung bislang unternehmensintern durchgeföhrter Arbeiten an eine undefinierte große Gruppe externer Personen per offenem Aufruf zwecks freiwilliger und unentgeltlicher Durchführung der Arbeiten.
innerorganisatorische Anwendungen	unternehmensinterne Kommunikation	Nutzung von Social Media/sozialen Netzwerken als Mittel der effizienten, multimedialen, unternehmensinternen Kommunikation, insbesondere auch in Unternehmen mit (global) verteilten Standorten.
	Wissensmanagement	Nutzung von Social Media, insbesondere so genannter Enterprise Wikis zum Erstellen, Bearbeiten, Pflegen und Strukturieren von Wissen/Inhalten sowie zur Wissenssuche und Navigieren in Wissensstrukturen.

Abb. 12.7 Übersicht inter- und innerorganisatorischer Anwendungen der Social Media

- kollaborative Projekte, insbesondere Wikis, und
- Blogs.

Im Vergleich zu den anderen Anwendungen fällt die Nutzungshäufigkeit von Blogs geringer aus.

Interorganisatorische Anwendungen von Social Media zielen auf die Transaktions-, Prozess- oder Kommunikationsunterstützung ab. Bei innerorganisatorischen Anwendungen liegt der Schwerpunkt auf der Kommunikationsunterstützung. Eine Übersicht inter- und innerorganisatorischer Anwendungen der Social Media einschließlich je einer kurzen Charakterisierung zeigt Abb. 12.7.

12.4.2 Anwendungen von Social Media im Marketing

Im Marketingbereich eröffnen Social-Media neue Kommunikationsmöglichkeiten zwischen Unternehmen und Kunden. Kennzeichnend für das „klassische“ Marketing sind z. B. von Marketingexperten entwickelte Kampagnen, bei denen die einseitige Kommunikation von Unternehmen zu Kunden dominiert. Social Media gestatten dagegen vielfältige zweiseitige Kommunikationsformen, die zur Imageverbesserung und zur Erhöhung des Produktabsatzes genutzt werden können. So sind z. B. Informationen darüber,

- was (potenzielle) Kunden bewegt oder davon abhält, bestimmte Produkte zu kaufen,
- wie (potenzielle) Kunden über bestimmte Produkte sprechen,
- wie (potenzielle) Kunden bestimmte Produkte im Vergleich zu Produkten der Konkurrenz beurteilen,

für die Erzeugung und das Aufrechterhalten eines positiven Image äußerst hilfreich. Derartige Informationen lassen sich mit Social Media gewinnen, allerdings am ehesten bei einem gut geplanten Einsatz.

In Bezug auf das planmäßige Agieren werden in der Literatur verschiedene Vorgehenskonzepte, Leitfäden sowie Kataloge von zu berücksichtigenden Punkten vorgeschlagen. Einen aus sieben Stufen bestehenden Leitfaden für das Vorgehen bei der Nutzung von Social Media für das Marketing schlägt Weber (2009, S. 65 ff.) vor. Er wird in Abb. 12.8 in kompakter grafischer Form veranschaulicht und kurz erläutert.

Ein Beispiel für einen Punktekatalog, der bei der Erstellung eines erfolgreichen Konzepts für das Marketing mit Social Media behilflich sein soll, zeigt Abb. 12.9. Die zu beachtenden Aspekte werden anhand von Fragen verdeutlicht.

Man beachte die erhebliche inhaltliche Überlappung der in den Abb. 12.8 und 12.9 unterbreiteten Vorschläge, die im Grunde nicht überraschen sollte.

Als Social-Media-Dienste im Marketing eignen sich beispielsweise Blogs wie etwa Twitter und soziale Netzwerke wie etwa Facebook. Diese Dienste sollten allerdings in sensibler Weise eingesetzt werden. Vermieden werden sollten der Gebrauch der üblichen Werbesprache, die zu aufdringliche Präsenz in der Community, der Mangel an Authentizität und das Honorieren von Nutzern für Meinungsäußerungen.

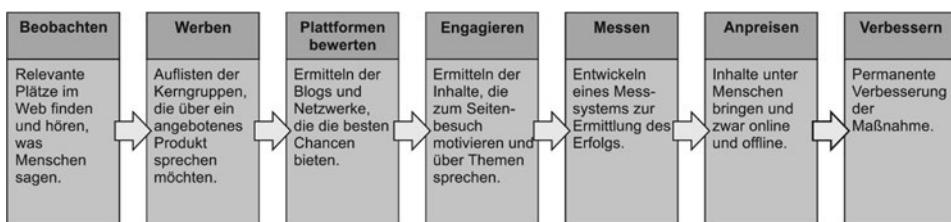


Abb. 12.8 Veranschaulichung eines von Weber (2009) vorgeschlagenen Leitfadens für das Marketing mit Social Media

Key Trends	Worüber sprechen die Menschen in der Kategorie/Branche?
Brand Performance	Wie wird die Marke diskutiert?
Competitive Benchmarking	Wo steht die Marke im Vergleich zum Wettbewerb?
Key Influences	Wo entstehen die Meinungen und wie verbreiten sie sich?
Tracking	Wie ist die Performance der Marke im Zeitablauf?

Abb. 12.9 Veranschaulichung eines von Löffler und Maier (2012, S. 286 ff.) vorgeschlagenen Punktekatalogs zur Analyse von Social Media im Marketing

12.4.3 Anwendung von Social Media im Crowdsourcing

Einen weiteren wichtigen Anwendungsbereich der Social Media stellt das Crowdsourcing dar, das als ein neuer Ansatz für die Leistungserstellung im Internet gesehen werden kann.

► Der Begriff **Crowdsourcing** wurde im Jahr 2006 von Jeff Howe eingeführt. Er bezeichnet Crowdsourcing als „the act of taking a job traditionally performed by a designated agent (usually an employee) and outsourcing it to an undefined, generally large group of people in the form of an open call“ (vgl. Howe 2006).

Nach HOWE versteht man unter Crowdsourcing somit das Auslagern (Outsourcing) von Arbeiten und Leistungen an unbekannte Akteure (Crowd oder auch Human Cloud). Eine weitere begriffliche Abgrenzung geht auf REICHWALD und PILLER zurück. Sie bezeichnen Crowdsourcing als eine spezielle Form der dezentralen Wertschöpfung, die eine Aktivitätsauslagerung an eine große Personengruppe per offenem Aufruf sowie die freiwillige Kooperation der dem Aufruf folgenden Personen einschließt (vgl. Reichwald und Piller 2009, S. 50). Hinweise auf weitere Aspekte des Crowdsourcing finden sich z. B. bei Hammon und Hippner (2012) sowie Schumann und Frerichs (2013). Insgesamt lässt sich das Crowdsourcing etwa durch folgende Merkmale charakterisieren:

- Interaktive Form der Leistungserbringung oder des Sammelns von Ideen oder Rückmeldungen von außerhalb für einen Crowdsourcer, d. h. ein Unternehmen, eine Institution oder eine bestimmte, definierte Personengruppe.
- Offener Aufruf des Crowdsourcers an eine undefinierte, große Gruppe von Personen zur Beteiligung an einem Projekt (Leistungserbringung oder Sammeln) des Crowdsourcers.
- Gewinnung von Crowdsourcees, d. h. freiwillig an einem Projekt beteiligten Personen, durch finanzielle Anreize wie etwa (geringere) Geldprämien, Vergünstigungen oder Entlohnungen oder Gewährung der Möglichkeit zum Erwerb von Wissen, zur Wissenssteilung, zur kreativen Betätigung oder zur Verfolgung gemeinsamer Ziele.

- Verwertung der durch die Crowdsourcees erbrachten Leistungen oder gelieferten Ideen/Rückmeldungen ausschließlich durch den Crowdsource.
- Technologische Realisierung mittels Crowdsourcing-Plattformen auf der Basis von Web 2.0-Technologien, die eine äußerst kostengünstige Projekteinbindung der Crowdsourcees unter Nutzung gängiger Community-Diensten ermöglichen.

Die konzeptionelle Grundidee des Crowdsourcing wird häufig mit „Weisheit der Vielen“ (engl. wisdom of the crowd) oder auch „**Schwarmintelligenz**“ umschrieben. Dies besagt, dass eine große, heterogene Menge von Personen über mindestens ebenso viel Lösungswissen/Problemlösungskompetenz verfügt, wie eine begrenzte Anzahl von Experten. Ein Crowdsource kann somit die für (teure) Experten anfallenden Kosten einsparen. Realisieren lassen sich zudem auch äußerst aufwendige Projekte von gesellschaftlichem Interesse, die – etwa im Naturschutz – ohne flächendeckende Beteiligung von Bürgern aus allen Landesteilen gar nicht durchführbar wären.

Aus der Sicht von Unternehmen zielt Crowdsourcing vornehmlich auf die Verteilung von Wertschöpfungsstufen an vertraglich nicht gebundene Akteure ab. Reichwald und Piller (2009) sprechen daher auch von interaktiver Wertschöpfung. Die Vorteilhaftigkeit der interaktiven Wertschöpfung ist etwa auf folgende Gründe zurückzuführen:

- Die auf eine große Gruppe von Menschen bzw. ein Community-Netzwerk ausgelagerte Aktivität/Wertschöpfungsstufe wird weitgehend unentgeltlich ausgeführt.
- Der Einsatz von Social Media bei der kooperativen Aufgabenausführung verursacht lediglich geringe Transaktionskosten.
- Die Kooperation mit einem Community-Netzwerk ermöglicht einem Unternehmen die Erschließung einer externen Kompetenzvielfalt, die intern in der Regel nicht gegeben ist.

Was die mit externen Kompetenzen erschließbaren Wertschöpfungspotenziale betrifft, verweisen Reichwald und Piller (2009, S. 27 ff.) auf folgenden Zusammenhang: Für jedes Produkt und jede Dienstleistung benötigen Unternehmen einerseits Bedürfnisinformationen, die der Effektivität der Auswahl von Produkteigenschaften dienen, und andererseits Lösungsinformationen, die eine auf die Bedürfnisbefriedigung ausgerichtete Produkt-/Leistungsgestaltung ermöglichen. Zur Generierung dieser Informationen, die zweifellos einen grundlegenden Wertschöpfungsbeitrag darstellen, können zwei Arten von Mitgliedern einer Community beitragen (vgl. Reichwald und Piller 2009):

- Kunden, die bereit sind, Informationen über ihre Bedürfnisse offenzulegen.
- Experten, die aufgrund ihrer Spezialkompetenz in der Lage sind, Lösungsinformationen zu liefern.

Während Kunden z. B. durch einen erwarteten höheren Produktnutzen zu einer Kooperation bewegt werden könnten, lässt sich die Bereitschaft zur Mitwirkung von Experten ggf.

durch Ansehensgewinn, Freude am Problemlösen oder eine ausgelobte Belohnung erklären.

Auch Hammon und Hippner (2012) sehen das Crowdsourcing als eine neue Form der Wertschöpfung, die sich durch folgende Eigenschaften auszeichnet:

- Die Crowd weist ausgeprägte kollektive Intelligenz und somit enormes Wissenspotenzial auf.
- Durch Crowdsourcing kann die Integration von Kunden auf alle interessierten Internetnutzer ausgedehnt werden.
- Crowdsourcing ermöglicht die Entwicklung innovativer Problemlösungen bei gleichzeitiger Nutzung von Kostensenkungspotenzialen.

Aus Unternehmenssicht ist Crowdsourcing somit geeignet, bislang ungenutzte Wissenspotenziale zu erschließen und für innovative geschäftliche Lösungen zu nutzen, die zur Verbesserung der Kundenbeziehungen und zur Ausschöpfung von Kostensenkungspotenzialen beitragen.

Neben den auf unternehmensbezogene Innovationen abzielenden Crowdsourcing-Projekten gibt es in der Praxis eine Vielfalt von Communities, die andere Ziele verfolgen. Entsprechende Angaben zu praktischen Anwendungen finden sich z. B. bei Hammon und Hippner (2012) und bei Schumann und Frerichs (2013). Im Folgenden wird eine Kategorisierung von Crowdsourcing-Anwendungen vorgenommen, die allerdings nicht überschneidungsfrei ist. Die Kategorien orientieren sich teils an bereits gebildeten Begriffen für Crowdsourcing-Varianten. Unterschieden werden:

- Innovatives Crowdsourcing, auch bezeichnet als **Open Innovation**, das Crowdsourcing-Projekte mit spezieller Ausrichtung auf Innovationen umfasst.
- **Open-Source-Projekte**, deren Zweck in der kooperativen (Weiter-)Entwicklung von Software besteht.
- Paid Crowdsourcing, das eine ergebnisabhängige geringfügige Bezahlung erbrachter Leistungen vorsieht und in das durchaus umstrittene **Crowdworking** übergehen kann.
- **Mobile Crowdsourcing**, bei dem das Erbringen von Leistungen/Beiträgen die Verwendung mobiler Technologien – häufig in Verbindung mit GPS-Ortung – erfordert.
- Sammelprojekte, die das Crowdsourcing für das Einsammeln von monetären Leistungen wie z. B. Spenden (Finanzierungszweck) oder von Ergebnissen geistiger Leistungen (z. B. Softwarefehler) nutzen.

Einige nach diesen Kategorien gegliederte Anwendungsbeispiele für das Crowdsourcing sind in Abb. 12.10 angegeben. Für einige der Kategorien existieren entsprechend bezeichnete Subkategorien. Die teils genannten konkreten Crowdsourcing-Plattformen gehen meist auf Hammon und Hippner (2012) zurück.

Anwendungskategorien	Subkategorien	Anwendungsbeispiele
Innovatives Crowdsourcing	-	<p>Lösung wissenschaftlich-technischer Probleme, für deren Behandlung ein Unternehmen nicht die erforderlichen Resourcen (Know-how, Personal, Mittel) verfügt. Plattform-Beispiel: Innoventive.com</p> <p>Lösung spezieller Design-Aufgaben wie etwa das Bedrucken von T-Shirts. Plattform-Beispiel: Threadless.com</p> <p>Beobachten/Feststellen neuer Entwicklungen im Bereich der Marktforschung mit Hilfe von z.B. Trend Scouts. Plattform-Beispiel: Trendwatching.com</p>
Open Source Projekte	-	Weiterentwicklung von quelloffenen aber auch lizenzierten Softwareprodukten, insbesondere Betriebssystemen wie etwa Unix-Derivaten, in einer teils weltweiten Community.
Paid Crowdsourcing	Nichtprofessionelles Paid Crowdsourcing	Geringfügige Entlohnung von Crowdsourcees für nicht routinemäßig erbrachte Leistungen (geringfügige Geldprämien oder Vergünstigungen).
	Professionelles Paid Crowdsourcing	<p>Bezahlung von freiberuflich tätigen Crowdsourcees, auch Clickworker genannt, für meist nebenbei erbrachte repetitive Umfrage-, Such-, Sortier-, Ordnungsarbeiten mit Massencharakter zu – ggf. umgerechnet – relativ geringen Stundensätzen. Plattform-Beispiel: Clickworker.de</p>
Mobile Crowdsourcing	-	<p>Erhebung von Daten zum Verkehrsaufkommen auf Autobahnen und Bundesstraßen für aktuelle Verkehrs Nachrichten.</p> <p>Erhebung des regionalen Vorkommens von Tier- und Pflanzenarten für die Erstellung aktueller Statusberichte wie etwa eines Brutvogelatlas. Plattform-Beispiel: ornitho.de</p>
Sammelprojekte	Crowdfunding	<p>Finanzielle Unterstützung verschiedenartiger Projekte durch kleine von einer großen Anzahl von Crowdsourcees geleistete Geldbeträge wie etwa Unterstützung musikalischer Projekte (z.B. Konzerttouren von Bands) bei ggf. gewährter Gegenleistung des Crowdsourcer (z.B. CDs). Plattform-Beispiel: Sellaband.com</p>
	Crowdtesting	<p>Test von Softwareprodukten, so z.B. für Smartphones entwickelte Apps, durch eine Vielzahl von Crowdsourcees für Crowdsource wie etwa Portal- oder Shop-Betreiber, wobei insbesondere das Rückmelden entdeckter Fehler interessiert.</p>
	Public-Repository-Projekte	<p>Sammeln und Bereitstellen von Wissen in teils enzyklopädischer Dimension, das von einer Masse von Crowdsourcees in Beitragsform abgefasst und aktualisiert wird. Plattform-Beispiel: Wikipedia.org</p> <p>Sammeln geografischer Daten wie etwa GPS-Daten für eine frei zugängliche Welt-Landkarte. Plattform-Beispiel: OpenStreetMap.org</p>

Abb. 12.10 Anwendungskategorien des Crowdsourcing (zu den Plattform-Beispielen vgl. auch Hammon und Hippner 2012)

Besondere Beachtung verdient das **Paid Crowdsourcing**, da es ein weltweit eingesetztes Arbeitsmodell mit erheblicher ökonomischer Bedeutung darstellt. Dieses Arbeitsmodell sieht in der Regel drei involvierte Parteien vor:

- (Internet-)Unternehmen, die am Computer ausführbare Arbeiten an professionelle Paid- Crowdsourcing-Unternehmen auslagern, um Zeit- und Kosteneinsparungen zu erzielen.
- Paid-Crowdsourcing-Unternehmen, die derartige Arbeitsaufträge übernehmen und mit Hilfe von Internetnutzern/Clickworkern ausführen. Zu einem übernommenen Auftrag gehören: Rekrutierung von Clickworkern, die Einarbeitung von Clickworkern (falls erforderlich), die Abwicklung der Auftragsarbeiten, die Qualitätskontrolle der Arbeitsergebnisse und die Bezahlung der eingesetzten Clickworker.
- Clickworker, d. h. Internetnutzer, die sich auf speziellen Plattformen von Paid-Crowdsourcing-Unternehmen für die Ausführung angebotener Arbeiten am Computer registrieren lassen. Voraussetzung für die Einstellung als Clickworker sind neben der Eingabe von Daten wie Name, Adresse, Geburtsdatum und Kontonummer auch Angaben zur Qualifikation (Kenntnisse, Fähigkeiten, Erfahrungen) sowie ggf. das erfolgreiche Absolvieren von Tests oder Probearbeiten.

Die Anwendungen des Paid Crowdsourcing sind sehr vielseitig. Wesentliche Anwendungskategorien sind etwa:

- Das Erstellen/Abfassen von Produktbeschreibungen (Katalogeinträge), Softwarebeschreibungen, Reisebeschreibungen, Glossareinträge.
- Das Kategorisieren/Einordnen von Shopprodukten, Webinhalten, Archivdaten.
- Die Recherche/Suche von Adressdaten, Produktpreisen, Produktmerkmalen, Herstellerdaten.
- Erhebung von Marktforschungsdaten.
- Taggen/Markieren von Objekten, Personen sowie kommunizierten Texten/Nachrichten.

Exemplarisch werden nachfolgend zwei Anwendungsbeispiele kurz skizziert.

Das erste Beispiel betrifft das autonome Fahren. Bestandteil eines selbst- oder autonom fahrenden Kraftfahrzeugs ist ein cyberphysisches System (vgl. Abschn. 6.2.1.5), dessen eingebettetes System eine kognitive Softwarekomponente enthält. Die kognitive Software interpretiert mit den Bordkameras erfasste Verkehrssituationen und veranlasst in Verbindung mit einem Navigationssystem Fahrmanöver (Beschleunigen, Bremsen, Lenken, Halten) derart, dass das Fahrziel erreicht wird. Um Unfälle mit Menschen zu vermeiden, muss die kognitive Software mittels einer sehr großen Anzahl von Verkehrsbildern trainiert werden, auf denen vorkommende Menschen markiert sind. Das Markieren von Menschen in den unterschiedlichsten Verkehrssituationen ist eine typische von Clickworkern ausgeführte Arbeitsaufgabe.

Das zweite Beispiel betrifft die „Saubерkeit“ der von Internet-Unternehmen betriebenen sozialen Netzwerke. Eingestellter Inhalt soll frei sein von „Schmutz“ wie Pornografie, Gewalt, und Rassismus. Intelligente Software vermag dies noch nicht mit hinreichender Zuverlässigkeit zu beurteilen. Die unumgängliche Beurteilung durch Menschen ist aufgrund des immensen „Traffics“ äußerst aufwendig und wird daher an Paid-Crowdsourcing-

Unternehmen ausgelagert. Letztere setzen geschulte Clickworker, auch bezeichnet als Content Reviewer, ein, um Inhalte zu markieren, die nicht den vorgegebenen Anforderungen an Inhalte entsprechen.

Das Crowdsourcing ist nicht unumstritten. Im Zentrum der Kritik steht insbesondere das professionalisierte Paid Crowdsourcing bzw. Clickworking. Das Auftreten von professionellen Crowdsourcing-Unternehmen, hat die Verbreitung des Clickworking wesentlich begünstigt. Kritisiert werden vor allem die zu geringe Entlohnung und die fehlende soziale Absicherung der Clickworker. Bestritten wird daher die Eignung des Clickworking zur alleinigen Existenzsicherung. Anknüpfend an die Initiative „Industrie 4.0“ befasst sich die Bundesregierung auch mit dem „Arbeiten 4.0“, d. h. dem zukünftigen Arbeiten in einer digitalisierten Welt. Informationen hierzu finden sich auf der Plattform „Arbeiten 4.0“, die auch das Clickworking aufgreift.

Literatur

- Bruhn, M.: Kommunikationspolitik, 4. Aufl. Vahlen, München (2007)
- Gabriel, R., Röhrs, H.-P.: Social Media – Potenziale, Trends, Chancen und Risiken. Springer Gabler, Berlin (2017)
- Hammon, L., Hippner, H.: Crowdsourcing. Bus. Inf. Sci. Eng. **4**(3), 163–166 (2012). Springer, Berlin/Heidelberg
- Howe, J.: The rise of crowdsourcing. Wired Mag. **14**(6), 1–4 (2006)
- Kaplan, A.M., Haenlein, M.: Users of the world, unite! The challenges and opportunities of Social Media. Bus. Horiz. **1**(53), 59–68 (2010)
- Li, C., Bernoff, J.: Why the Groundswell, and Why Now? Social Technologies Are Here to Stay. Harvard Business Press, Boston (2008)
- Löffler, R., Maier, F.: Die Sozialen Medien des Web 2.0. In: Michels, D., Schildhauer, T. (Hrsg.) Social Media Handbuch – Theorien, Methoden, Modelle und Praxis, 2. Aufl, S. 282–292. Nomos, Baden-Baden (2012)
- Milgram, S.: The SMALL-WORLD problem. Psychol. Today. **1**, 61–67 (1967)
- Pleil, T.: Public relations im Social Web. In: Walsh, G., Hass, B.H., Kilian, T. (Hrsg.) Web 2.0, Neue Perspektiven für Marketing und Medien, 2. Aufl, S. 235–251. Springer, Berlin (2011)
- Reichwald, R.; Piller, F.: Interaktive Wertschöpfung. Open Innovation. 2. Aufl. Gabler, Wiesbaden (2009)
- Schumann, M., Frerichs, A.: Masse mit Klasse – Crowdsourcing in der Praxis. Wirtschaftsinf. Manag. **5**(3), 20–28 (2013)., Springer/Gabler, Wiesbaden
- Stecher, M.: Enterprise 2.0, Sozio-technologische Neuaustrichtung von Unternehmen. Kovac, Hamburg (2012)
- Weber, L.: Marketing to the Social Web: How Digital Customers Communities Build Your Business. Wiley, Hoboken (2009)
- Wirtz, B.W.: Electronic Business, 4. Aufl. Springer Gabler, Wiesbaden (2013)

Teil D

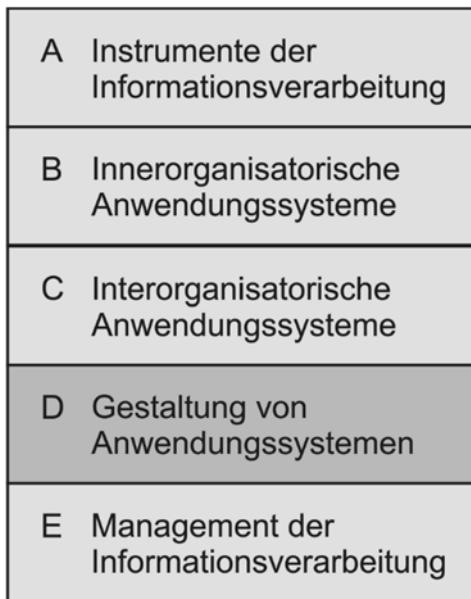
Gestaltung von Anwendungssystemen

Der vorliegende Teil D des Buches beantwortet die Frage: „Wie werden Anwendungs- bzw. Informationssysteme in Abstimmung mit Geschäftsprozessen gestaltet und bis zur Einsatzreife entwickelt?“ Ziel ist die Gestaltung computergestützter Anwendungssysteme und zwar sowohl der innerorganisatorischen (Teil B) als auch der interorganisatorischen Anwendungssysteme (Teil C). Die Einordnung des Teils D in die Gesamtstruktur des Buches veranschaulicht Abb. 1.

Eine Gestaltung von Anwendungssystemen, die sich auf softwaretechnische Aspekte beschränkt, würde wesentlich zu kurz greifen. Anwendungssysteme unterstützen in Unternehmen Leistungserstellungs- sowie Managementprozesse. Zudem verarbeiten sie Daten, die z. B. in Datenbanken geeignet zu organisieren sind. Die Systemgestaltung erfordert daher eine ganzheitliche Sichtweise, die alle Gestaltungsbereiche – System-, Prozess- und Datenwelt – einschließt. Die Strukturierung von Teil D folgt dieser Sichtweise.

Der Teil D „Gestaltung von Anwendungssystemen“ enthält die drei Kap. 13, 14 und 15. Alle drei Kapitel verstehen die Gestaltung von Anwendungssystemen als eine Managementaufgabe. Kap. 13 beschreibt das Entwicklungsmanagement, das sich mit der softwaretechnischen Systementwicklung bzw. dem Software Engineering auseinandersetzt. Kap. 14 widmet sich dem Geschäftsprozessmanagement, das die Gestaltung der mit Anwendungssystemen eng verbundenen Geschäftsprozesse in den Mittelpunkt stellt. Kap. 15 beinhaltet das Datenmanagement, dessen Schwerpunkt auf der Gestaltung der ebenfalls mit Anwendungssystemen eng verbundenen Datenbanken und Datenbanksysteme liegt. Die Einordnung der Kap. 13, 14 und 15 in den Teil D veranschaulicht Abb. 2.

Abb. 1 Einordnung des Teils D in die Gesamtstruktur des Buches



D Gestaltung von Anwendungssystemen

- 13 Entwicklungsmanagement
- 14 Geschäftsprozessmanagement
- 15 Datenmanagement

Abb. 2 Unterteilung des Teils D in Kapitel



Kap. 13 ist das erste Kapitel des Teils D. Es befasst sich mit dem Entwicklungsmanagement. In Abb. 13.1 ist die Einordnung des Kap. 13 in den Teil D dargestellt.

Das Entwicklungsmanagement befasst sich mit dem gesamten Lebenszyklus von Software (engl. software life cycle), von der Planung, Konzipierung, Programmierung und dem Test bis hin zu Inbetriebnahme, Wartung und Weiterentwicklung. Mit der im Zeitablauf dramatisch angestiegenen Komplexität von Anwendungssystemen war es unumgänglich, von dem anfänglich eher unsystematischen Vorgehen bei der Softwareerstellung zu einer systematischen und „ingenieurmäßigen“ Softwareentwicklung auf der Grundlage von Entwicklungsprinzipien, -methoden und -werkzeugen überzugehen. Das ingenieurmäßige Vorgehen schlägt sich in dem Begriff „Software Engineering“ nieder, der hier als Synonym zu Softwareentwicklung und Systementwicklung behandelt wird (vgl. Balzert 2009; Hansen et al. 2019, S. 331 ff.).

Aufgrund des Technologiefortschritts, der Ausweitung der Informationsverarbeitung auf neue Anwendungsgebiete und der veränderten Anforderungen an Anwendungssoftware unterliegt die Systementwicklung selbst einer beständigen Weiterentwicklung. Unterscheiden lassen sich etwa drei zeitlich aufeinander folgende „Entwicklungsansätze“, die durch charakteristische „Paradigmen“ geprägt sind: der strukturierte, der objekt-orientierte und der agile Entwicklungsansatz. Nebst einigen grundlegenden Aspekten der Systementwicklung befasst sich das vorliegende Kapitel mit den drei genannten Entwicklungsansätzen. Eingegangen wird im Einzelnen auf folgende Themenbereiche:

- Grundlegende Prinzipien und Strategien der Systementwicklung sowie verfügbare Programmiersprachen und Entwicklungswerkzeuge (vgl. Abschn. 13.1).
- Den strukturierten Entwicklungsansatz, bei dem Systematisierung und Strukturierung des Entwicklungsprozesses im Vordergrund stehen (vgl. Abschn. 13.2).

D Gestaltung von Anwendungssystemen
13 Entwicklungsmanagement
14 Geschäftsprozessmanagement
15 Datenmanagement

Abb. 13.1 Einordnung von Kap. 13 in den Teil D

- Den objektorientierten Entwicklungsansatz, dessen Leitgedanke in der Bildung von Systemen aus interagierenden „Objekten“ besteht, die je Daten und darauf ausführbare Operationen in einer Verarbeitungseinheit zusammenfassen (vgl. Abschn. 13.3).
- Den agilen Entwicklungsansatz, der auf die Erhöhung der Flexibilität der Softwareentwicklung und die Reduzierung der Entwicklungszeit abzielt (vgl. Abschn. 13.4).

13.1 Grundlagen der Systementwicklung

Konkrete Ansätze der Systementwicklung beruhen auf gewissen begrifflichen, konzeptionellen, methodischen und instrumentellen Grundlagen. Ihnen widmet sich der vorliegende Abschnitt. Behandelt werden im Einzelnen:

- Anwendungssysteme und Systementwicklung (vgl. Abschn. 13.1.1),
- Prinzipien und Strategien der Systementwicklung (vgl. Abschn. 13.1.2),
- Programmierung und Programmiersprachen (vgl. Abschn. 13.1.3) und
- Entwicklungswerzeuge (vgl. Abschn. 13.1.3.4).

13.1.1 Anwendungssysteme und Systementwicklung

Bezugsobjekte der **Systementwicklung** in der Wirtschaftsinformatik sind betriebliche Anwendungssysteme. Ihr Zweck besteht bekanntlich in der Unterstützung oder Automatisierung von Informationsverarbeitungsaufgaben in den verschiedenen Anwendungsbereichen. Zu den betrieblichen Anwendungssystemen zählen etwa die Administrations- und Dispositionssysteme zur Unterstützung operativer Aufgaben im Bereich der Leistungserstellung, die Planungs- und Kontrollsystme zur Unterstützung des Managements und die interorganisatorischen Informationssysteme (vgl. hierzu die Teile B und C). Betriebliche Anwendungssysteme werden auch als Anwendungssoftware oder Informationssysteme bezeichnet. Der Begriff Anwendungssoftware wurde bereits in Kap. 2 bei der Behandlung von Software-Kategorien grob abgegrenzt (vgl. Abschn. 2.4.1). Er zeigt demnach einerseits den immateriellen Charakter im Unterschied zur Hardware an und beinhaltet andererseits eine Abgrenzung gegenüber der Systemsoftware. Der Begriff Informationssystem lässt dagegen den Aspekt der Verarbeitung von Informationen an-

klingen. Im Folgenden werden diese Begriffe als synonym behandelt. Eine detailliertere Abgrenzung könnte etwa wie folgt lauten:

- Ein **Anwendungssystem** ist ein meist modular strukturiertes Softwaresystem, das der Unterstützung von Leistungserstellungs- oder Managementprozessen dient, auf die Bedürfnisse eines oder mehrerer Unternehmen zugeschnitten ist, auf spezifizierten Systemplattformen ausgeführt werden kann und im Fall eines kommerziellen Produkts auch zusammen mit Handbüchern, Systemdokumentationen und Referenzprozessen ausgeliefert wird

Anwendungssysteme zeichnen sich durch eine hohe Komplexität aus, und sie werden in einer komplexen Systemumgebung eingesetzt. Die hohe Systemkomplexität resultiert auch aus der Vielzahl und der fachlichen Differenziertheit der betrieblichen Informationsverarbeitungsaufgaben. Ihr trägt die bausteinartige Zusammensetzung aus Systemkomponenten, oft auch als Module bezeichnet, Rechnung. Module der im operativen Bereich eingesetzten Anwendungssysteme sind z. B. zugeschnitten auf das Finanz- und Rechnungswesen, den Vertrieb, die Materialwirtschaft und die Produktionsplanung und -steuerung. Eingebettet sind Anwendungssysteme in eine **Systemumgebung**, die folgende Bestandteile umfasst (vgl. Abb. 13.2):

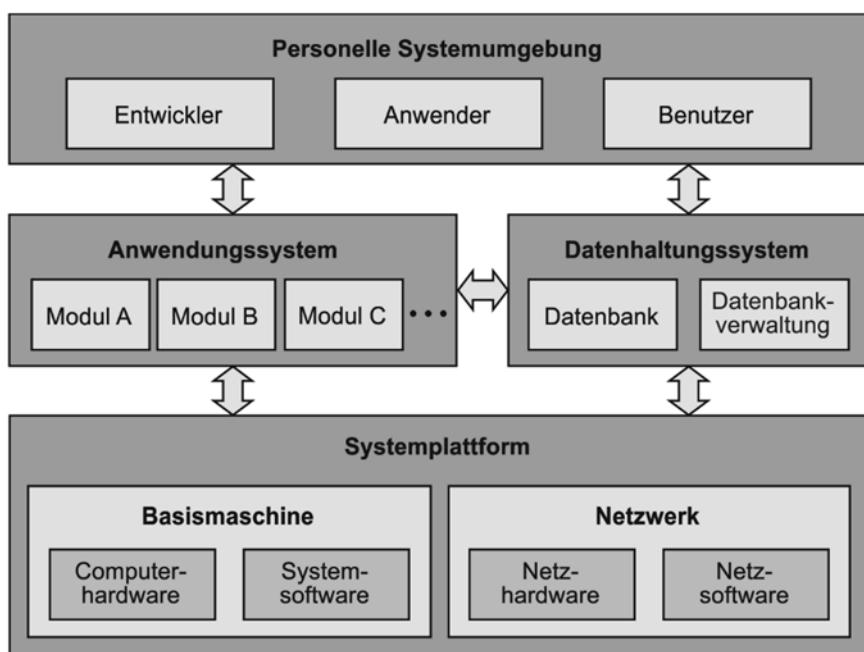


Abb. 13.2 Anwendungssystem mit Systemumgebung

- Die Systemplattform, auf der das Anwendungssystem ausgeführt wird. Sie besteht aus der Basismaschine, auch Basissystem genannt, und im Falle eines in einem Rechnernetz betriebenen Anwendungssystems aus zusätzlichen netzbezogenen Komponenten. Basismaschine und Netzwerk bestehen je aus Hardware und System- sowie Netzwerksoftware.
- Das Datenhaltungssystem, in dem die mit dem Anwendungssystem verarbeiteten Daten abgelegt sind (Komponente Datenbank) und verwaltet, also eingefügt, geändert und gelöscht, werden (Komponente Datenbankverwaltung).
- Die personelle Systemumgebung, die zunächst aus zwei Gruppen von Personen besteht: den Entwicklern des Anwendungssystems und den das System für fachliche Zwecke verwendenden Benutzern. Als Systemspezialisten sind Entwickler mit Computersystemen, Netzwerken und Datenbanksystemen vertraut, während die Kenntnis fachlicher Details der Anwendungsgebiete nicht selten begrenzt ist. Bei den als Fachspezialisten einzustufenden Benutzern liegen dagegen meist umgekehrte Verhältnisse vor. Hinzu kommt die Gruppe der Anwender, d. h. der/die Eigentümer eines Unternehmens, in deren Auftrag und geschäftlichem Interesse ein Anwendungssystem entwickelt und betrieben wird. Im Gegensatz zu Entwicklern und Benutzern sind sie nicht in den routinemäßigen Umgang mit Anwendungssystemen eingebunden.

Meist verbindet man mit dem Begriff des **Anwendungssystems** nicht nur die fachbezogene Software, d. h. eine Menge modular strukturierter Programme, sondern darüber hinaus auch die dazu gehörigen Daten und Dokumente. Die Daten können sich auf Stammdaten (z. B. Kundenstamm), Bestandsdaten (z. B. Artikelbestand) und Bewegungsdaten (z. B. Lagerzu- und -abgänge) erstrecken. Bei den Dokumenten kann man grob zwischen Entwicklungsdokumenten und Handbüchern unterscheiden. Erstere beschreiben das System selbst sowie die im Zuge der Systementwicklung erstellten Vorprodukte. Letztere geben Auskunft über den grundsätzlichen Systemaufbau, die mit dem System ausführbaren anwendungsbezogenen Funktionen (Systemfunktionalität), die Benutzung des Systems und die Anforderungen an die Systemplattform.

Im Falle von Standard-Anwendungssystemen der operativen Ebene werden von Herstellern mitunter auch Dokumente ausgeliefert, die das dem System zugrunde liegende Organisationskonzept betreffen. Hierbei handelt es sich z. B. um sogenannte **Referenzprozesse**, die weitgehend standardisierte, mit dem System unterstützte Arbeits- bzw. Geschäftsprozesse darstellen. Für den Kunden soll damit eine Hilfestellung bei der Abstimmung und Integration von Geschäftsprozessmodellierung und Anwendungssystem-Gestaltung gegeben werden.

Mit der Gestaltung und softwaretechnischen Erstellung von Anwendungssystemen beschäftigt sich die Systementwicklung.

► Die **Systementwicklung**, auch bezeichnet als **Software Engineering**, ist eine systematische Vorgehensweise zur Entwicklung, Anpassung und Einführung betrieblicher (Standard-)Anwendungssysteme einschließlich zugehöriger Dokumente und sonstiger

Systembestandteile, die auf ingenieurmäßigen Entwicklungsprinzipien und -methoden beruht und Anforderungen an die Systemfunktionalität und -qualität sowie an Entwicklungszeit und -kosten Rechnung trägt. Obwohl der Begriff des Software Engineering das ingenieurmäßige Vorgehen besonders betont, wird er mit etwa gleichem Bedeutungsgehalt wie der Begriff der Systementwicklung gebraucht.

Die Systementwicklung stellt eine eigenständige Fachdisziplin dar, die sich aus mehr oder weniger systematischen Vorgehensweisen der Programmierung etwa in folgenden groben Stufen herausgebildet hat:

- Bis in die 1960er-Jahre waren Anwendungsprogramme stark durch den Programmierstil des Programmentwicklers geprägt. Die erstellten Produkte wiesen erhebliche Schwächen auf (vgl. Dijkstra 1967): Sie waren für andere Personen schwer nachvollziehbar, umfassten keine oder unzureichende Dokumentationen und ließen sich nicht wieder verwenden.
- In den 1970er-Jahren mündete die von Dijkstra und anderen vorgetragene Kritik in ein systematisches Vorgehen bei der Softwareerstellung unter Anwendung von ingenieurmäßigen Entwicklungsprinzipien und -methoden im Rahmen des „strukturierten Entwicklungsansatzes“. Gegründet war damit die Disziplin des Software Engineering.
- In den 1980er-Jahren erfolgte der Durchbruch des bereits früher diskutierten „objekt-orientierten Entwicklungsansatzes“, in dem so genannte Objekte bestehend aus Daten und sie manipulierenden Operationen den konzeptionellen Kern bilden.
- Seit der Jahrtausendwende schiebt sich der „agile Entwicklungsansatz“ immer mehr in den Vordergrund, dessen Schwerpunkt allerdings nicht im softwaretechnischen Bereich liegt. Vielmehr geht es um eine Organisation des gesamten Vorgehens bei der Softwareentwicklung derart, dass Entwicklungszeiten und -kosten trotz häufiger Änderungen von Anforderungen nicht ausufern.

Mit diesen Entwicklungsstufen einher gingen die Entwicklung einer Vielzahl von Programmiersprachen und, ab den 1980er-Jahren, von Programmierwerkzeugen oder **CASE-Tools** (Computer Aided Software Engineering). Letztere zielen auf die Rationalisierung oder gar Automatisierung der Softwareentwicklung ab.

Angetrieben wurde der Entwicklungsverlauf des Software Engineering vor allem auch durch das beständige Anwachsen der Komplexität und des Umfangs von Anwendungssystemen. Bereits in den 1980er-Jahren bestand ein großes Softwaresystem aus mindestens 50.000 Zeilen Programmcode (vgl. z. B. Yourdon 1988). Das frühere, in den 1990er-Jahren auf den Markt gebrachte Standardsystem SAP R/3 umfasst bereits ca. 7.000.000 Zeilen Programmcode (vgl. Balzert 2009). Die Anforderungen an die Softwareentwicklung haben sich bis heute noch weiter verschärft. Grundlegende Anforderungsdimensionen sind Funktion, Qualität, Zeit und Kosten:

- Was die Funktionalität betrifft, muss ein Anwendungssystem definierte und vertraglich zugesicherte Leistungen erbringen.

- Zusätzlich sind regelmäßig bestimmte Qualitätsanforderungen zu erfüllen, die z. B. die Fehleranfälligkeit oder den Bedienungskomfort betreffen.
- Die Fertigstellung, Migration oder Einführung eines (Standard-)Systems soll einen vorgegebenen Zeitrahmen einhalten.
- Die Kosten für die Entwicklung, Anpassung und Einführung eines (Standard-)Systems soll ein vorgegebenes Budget nicht überschreiten.

Die gestiegenen Anforderungen führten zu einer weiteren Auffächerung der Disziplin der Systementwicklung. Neben den genannten Entwicklungsansätzen sowie den Bereichen Programmierung/Programmiersprachen umfasst sie auch Bereiche wie Software-Qualitätssicherung und Zertifizierung von Software.

Für die weiteren Betrachtungen ist es bedeutsam, wie sich die Systementwicklung als Disziplin aufgefächert hat. Einen Überblick der wesentlichen Teilgebiete gibt Abb. 13.3. Die Teilgebiete werden teils in den folgenden Abschnitten behandelt.

13.1.2 Prinzipien und Strategien der Systementwicklung

Der Anspruch des systematischen und ingeniermäßigen Vorgehens bei der Softwareentwicklung setzt die Beachtung gewisser Prinzipien und Strategien voraus. Sie wurden zwar bereits als Bestandteile des strukturierten Entwicklungsansatzes formuliert, haben aber ihre Bedeutung in den späteren Entwicklungsstufen nicht eingebüßt.

► **Prinzipien der Systementwicklung** sind Grundsätze für das Vorgehen bei der Konstruktion von Softwaresystemen. Zwischen Prinzipien bestehen teils inhaltliche Beziehungen, die ihr gemeinsame Berücksichtigung nahelegen.

In der Literatur findet sich eine Vielzahl von Prinzipien, die teils auch zueinander in Beziehung gesetzt werden (vgl. z. B. Balzert 1982). Einige der wichtigsten Prinzipien –

Systementwicklung als Fachdisziplin		
Vorgehensweise der Systementwicklung	Software-Qualitätssicherung	Software-Projektmanagement
<ul style="list-style-type: none"> • Phasenmodelle • Prinzipien, Methoden und Werkzeuge • Strukturierter, objektorientierter und agiler Entwicklungsansatz • Einführung von Standard-Anwendungssystemen 	<ul style="list-style-type: none"> • Software-Qualitätsfaktoren • Maßnahmen der Qualitätssicherung • Zertifizierung von Software 	<ul style="list-style-type: none"> • Projektplanung, -steuerung und -kontrolle • Terminplanung von Entwicklungsprojekten • Aufwandsschätzung von Entwicklungsprojekten

Abb. 13.3 Teilgebiete der Systementwicklung

Prinzip	Erläuterung
Strukturierung	Strukturierung bedeutet das Herausarbeiten und Darstellen der wesentlichen Merkmale eines Software-Systems. Abgezielt wird auf eine reduzierte Darstellung, die keine untergeordneten Details enthält. Eine enge Verbindung besteht z. B. zu den Prinzipien der Hierarchisierung und Modularisierung, die spezielle Formen der Strukturgebung ausdrücken.
Abstraktion	Abstraktion bezeichnet das Hervorheben allgemeiner und wesentlicher Zusammenhänge und das Vernachlässigen von zufälligen oder unwesentlichen Besonderheiten. Als Gegenteil von Konkretisierung bedeutet Abstraktion zugleich Loslösung vom Konkreten und Gegenständlichen. Das Begriffspaar „abstrakt – konkret“ findet sich der Unterscheidung von „abstrakte Benutzermaschine“ und „konkrete Basismaschine“ wieder.
Hierarchisierung	Mit Hierarchisierung bezeichnet man die hierarchische Strukturierung eines Systems, d. h. die Zerlegung in seine Teile – auch Komponenten, Module, Elemente genannt – und das Festlegen einer Rangordnung zwischen den Elementen. Systemelemente gleicher Rangordnung bilden eine Hierarchieebene. Im Falle baumartiger Hierarchien ist ein Element genau einem ranghöheren Element zugeordnet und im Falle der netzartigen Hierarchie mehreren ranghöheren Elementen. Geschachtelte Prozeduren in Programmen stellen z. B. meist baumartige Hierarchien dar, während z. B. ein Moduldiagramm als Ergebnis des Systementwurfs in der Regel eine netzwerkartige Hierarchie ist.
Modularisierung	Modularisierung beschreibt eine Form des groben Entwurfs von Softwaresystemen, die eine Zerlegung des Systems in Module beinhaltet. Dabei sind unter Modulen Systembausteine zu verstehen, die in sich möglichst homogen und gegenüber den übrigen Systemmodulen möglichst heterogen sind. Ein Modul besitzt z. B. dann eine hohe Homogenität, wenn es der Ausführung einer bestimmten Funktion dient.

Abb. 13.4 Einige Prinzipien der Systementwicklung

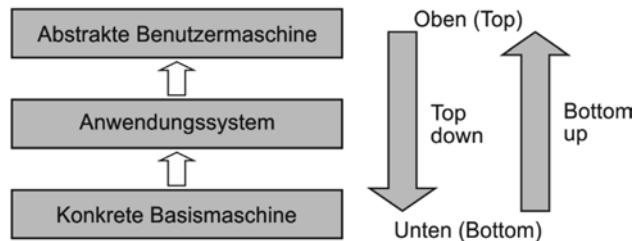


Abb. 13.5 Benutzer- und Basismaschine in der Systementwicklung

Strukturierung, Abstraktion, Hierarchisierung und Modularisierung – werden in Abb. 13.4 in kompakter Form erläutert.

Aus der Perspektive des Abstraktionsprinzips gesehen gibt es in der Systementwicklung ein „Oben“ und ein „Unten“. „Oben“ ist die „abstrakte Benutzermaschine“ angesiedelt und „unten“ die „konkrete Basismaschine“. Ein (zu entwickelndes) Anwendungssystem verbindet beide Maschinen, wie Abb. 13.5 zeigt.

Jedes Anwendungssystem wird auf einem konkreten, aus Prozessor, Speichern, Ein- und Ausgabegeräten und Betriebssystem bestehenden Rechnersystem ausgeführt – der **Basismaschine**. Ein Anwendungssystem transformiert diese Basismaschine in eine **Benutzermaschine**. Letztere präsentiert sich dem Anwender mit der Bedienoberfläche bzw. einer Menge ausführbarer, fachbezogener Anwendungsfunktionen.

In der Systementwicklung unterscheidet man zwei Strategien, die gegensätzliche Entwicklungsrichtungen zwischen Basis- und Benutzermaschine vorgeben. Verläuft der Entwicklungsprozess von der Benutzermaschine hin zur Basismaschine, so spricht man von der Top-down-Strategie und im umgekehrten Fall von der Bottom-up-Strategie (vgl. Abb. 13.5):

- ▶ Bei der **Top-down-Strategie** wird ein System zunächst auf einer groben, von der Basismaschine abstrahierenden Ebene in Systembereiche und Systemteile zerlegt und beschrieben. Im Weiteren werden die Systemteile sukzessive und Ebene für Ebene weiter zerlegt und beschrieben, bis schließlich eine hinreichend detaillierte Systemspezifikation vorliegt.
- ▶ Bei der **Bottom-up-Strategie** werden zunächst die Systemteile der untersten Beschreibungsebene abgegrenzt und beschrieben. Im Weiteren werden die Systemteile sukzessive zu Systemteilen höherer Ebenen zusammengefasst sowie hierbei ergänzt und beschrieben, bis schließlich eine Gesamtdarstellung des Systems vorliegt.

Besonders deutlich zeigt sich das Wesen des Top-down- und Bottom-up-Vorgehens bei dem Systementwurf. So wird z. B. bei dem Top-down-Entwurf das Gesamtsystem sukzessive in aufeinander folgende und sich der Basismaschine nähernenden Ebenen von Modulen zerlegt. Die Module der obersten Ebene stellen die fachbezogenen Anwendungsfunktionen der Benutzermaschine bereit und die Module der untersten Ebene setzen unmittelbar auf der Basismaschine auf.

Beide allgemeine Methoden besitzen Vor- und Nachteile. Die Top-down-Methode geht von der Benutzermaschine aus und erleichtert daher die Berücksichtigung von Anforderungen der Anwender; andererseits begünstigt sie das Abdrängen schwieriger Entwicklungsprobleme nach unten. Die Bottom-up-Methode begünstigt z. B. die Wiederverwendung von Softwarekomponenten, kann aber zu Problemen bei der Integration von Systemteilen zum Gesamtsystem führen. Da bei der Entwicklung eines Anwendungssystems in der Regel Neuland beschritten wird, aber auch auf bereits vorhandene, verwendbare Softwareteile zurückgegriffen werden kann, empfiehlt sich eine Kombination beider Strategien: Neue Systemkomponenten werden Top down entwickelt und wieder verwendbare Komponenten Bottom up in das Gesamtsystem integriert.

13.1.3 Programmierung und Programmiersprachen

Unabhängig vom verwendeten Entwicklungsansatz führt eine systematische Softwareentwicklung zu einem aus einem aus Bausteinen (z. B. Prozeduren, Modulen oder Objekten)

bestehenden Systementwurf, der hinsichtlich Funktionalität und Zusammenspiel der Bausteine detailliert spezifiziert ist. Aufgabe der Programmierung ist es, aus der Systemspezifikation ein (Anwendungs-)Programm abzuleiten, das auf einem Computer ausgeführt werden kann. Dazu ist es erforderlich, das in einer Programmiersprache abgefasste Programm in den Maschinencode des Computers zu übersetzen.

Die Programmierung kann nun auf verschiedenen konzeptionellen Grundsätzen oder Paradigmen der Programmierung beruhen. An den Paradigmen wiederum sind Programmiersprachen ausgerichtet. Im vorliegenden Abschnitt wird zunächst die Programmierung einschließlich der verschiedenen Programmierparadigmen behandelt (vgl. Abschn. 13.1.3.1). Danach werden die wesentlichsten Programmiersprachen kategorisiert und teils kurz charakterisiert (vgl. Abschn. 13.1.3.2). Abschließend wird auf den Aspekt der Übersetzung von Programmen eingegangen (vgl. Abschn. 13.1.3.3).

13.1.3.1 Programmierung

Bei der Programmierung führt der Weg zu einem Programm häufig über die Zwischenstufe des Algorithmus – dem gegenüber einem Programm allgemeineren Konzept.

- Ein **Algorithmus** ist eine in einer bestimmten Notation abgefasste Vorschrift, die aus einer endlichen Anzahl von auszuführenden eindeutigen Schritten besteht und der Lösung eines Problems oder einer Problemklasse dient.

Algorithmen können mit unterschiedlichen Darstellungs- und Sprachmitteln formuliert und notiert werden, u. a. natürliche Sprache, herkömmliche Flussdiagramme (vgl. hierzu DIN 66001), Struktogramme und Pseudocode. Algorithmen sollen eindeutig beschrieben sein, wertmäßig unterschiedlich ausgeprägte Probleme einer Problemklasse lösen können, für gegebene Problemwerte korrekte Ergebnisse liefern und terminieren, d. h. nicht in einen endlosen Berechnungszyklus münden. Algorithmen können auch in einer Programmiersprache abgefasst werden. Sie stellen dann auf Computern ausführbare Programme dar. In diesem Sinne ist der bereits in Kap. 2 eingeführte Programmabegriff zu verstehen (vgl. Abschn. 2.4.1).

Der auf dem Algorithmusbegriff beruhende Programmabegriff bedarf einer Erweiterung, da es Programmiersprachen gibt, die nicht den Lösungsweg (das „Wie“), sondern das Problem oder gewünschte Ergebnis (das „Was“) beschreiben.

- Ein **Programm** ist eine in einer Programmiersprache abgefasste eindeutige Vorschrift, die in Abhängigkeit von den der Sprache zugrunde liegenden Programmierparadigmen entweder den Weg zur Lösung eines Problems („Wie“) oder das Problem oder Ergebnis („Was“) beschreibt.

- Als **Programmierung** bezeichnet man bei enger Begriffsauslegung das Umsetzen eines Softwareentwurfs in ein (Anwendungs-)Programm und bei weiter Auslegung auch über die Programmierung i. e. S. hinausgehenden Tätigkeiten wie Anforderungsdefinition, Systementwurf und Testen.

Programmierparadigma	Beispiele für Sprachen	Erläuterung
Imperative Programmierung	Algol, Fortran, Cobol, PL/1, Pascal, C	Ein Programm besteht aus einer Folge von Anweisungen, die genau die von einem Computer zur Lösung eines Problems auszuführenden Arbeitsschritte beschreibt.
Prozedurale Programmierung	Algol, Fortran, Cobol, Pascal, C	Ergänzt die imperative Programmierung um das Prozedurkonzept, d.h. die hierarchische Zerlegung eines Programms in eine Hauptprozedur und von dieser aufrufbare untergeordnete Prozeduren (auch Unterprogramme oder Routinen genannt).
Strukturierte Programmierung	Algol, Fortran, Cobol, Pascal, C, C++, Java, Visual Basic	Erweitert die prozedurale Programmierung um das Konzept der Kontrollstrukturen, d.h. Programme werden auf der untersten Ebene aus den Kontrollstrukturen Sequenz, Auswahl und Wiederholung zusammengesetzt; die GOTO-Anweisung ist verboten.
Objektorientierte Programmierung	Cobol ISO 2002, Object Pascal, C++, Java, JavaScript, Perl, Python	Ein Programm besteht aus miteinander kommunizierenden Objekten, wobei ein Objekt ein Phänomen der dem Programm zugrunde liegenden Problemwelt durch bestimmte Daten und diese Daten manipulierende Operationen abbildet. Umgesetzt werden auch Konzepte wie Klassenbildung und Vererbung.
Deskriptive Programmierung	Lisp, Prolog, Haskell, SQL, Linda	Im Gegensatz zur imperativen Programmierung beschreibt ein Programm das zu lösende Problem bzw. das gewünschte Ergebnis; deskriptive Programme werden automatisch in ausführbaren Maschinencode umgesetzt.
Generative Programmierung	MDD-Tools, z.B. X2X	Mittels einer Modellierungssprache wird ein Problem in ein formales Modell abgebildet, aus dem mit einem Programm- bzw. Codegenerator ein (unvollständiges) Programm erzeugt wird.

Abb. 13.6 Wesentliche Programmierparadigmen

Programmierparadigmen bestimmen die Vorgehensweise bei der Programmierung wie auch die Art des Ergebnisses. In Abb. 13.6 werden wesentliche Programmierparadigmen benannt und kurz erläutert.

Zwischen einigen der Paradigmen bestehen unmittelbare Beziehungen. So beinhaltet das prozedurale und das strukturierte Paradigma je das imperative Paradigma. Viele Programmiersprachen basieren auch aus diesem Grund auf mehreren Paradigmen.

Einen Sonderfall stellt die generative Programmierung dar, die auf die automatische Softwareerstellung abzielt. Ein Weg hierzu besteht in der modellgetriebenen Softwareentwicklung (engl. model-driven software development, MDD), die in Abb. 13.6 kurz charakterisiert wurde. Nicht selten werden bei diesem Vorgehen unvollständige Programme, z. B. Programmrümpfe, oder nur bestimmte Programmteile, z. B. Programmschnittstellen, erzeugt. Erforderlich ist dann eine Codeergänzung durch Programmierer.

13.1.3.2 Programmiersprachen

Programmiersprachen dienen der Auffassung von Computerprogrammen. Sie lassen sich begrifflich etwa wie folgt abgrenzen.

► **Programmiersprachen** sind künstliche, formale Sprachen, die – ebenso wie natürliche Sprachen – über Syntax und Semantik verfügen. Die Syntax umfasst eine Menge von grammatischen Regeln für das Abfassen von Programmtexten. Die Semantik definiert die Bedeutung der in den Programmtexten niedergelegten Aussagen. Im Interesse von Eindeutigkeit und Handhabbarkeit sind die sprachlichen Freiheitsgrade im Vergleich zu natürlichen Sprachen deutlich eingeschränkt.

Die Entwicklung von Programmiersprachen ist durch nachhaltige Dynamik gekennzeichnet. Die inzwischen existierende Sprachvielfalt und -vielzahl erschwert die Kategorisierung. Eine an Entwicklungsstufen orientierte Einteilung sieht z. B. folgende Generationen von Programmiersprachen vor:

- 1. Generation (1GL): Maschinensprachen
- 2. Generation (2GL): Assemblersprachen
- 3. Generation (3GL): höhere prozedurale und objektorientierte Sprachen
- 4. Generation (4GL): Tabellenkalkulations- und Datenbanksprachen
- 5. Generation (5GL): deskriptive Sprachen der KI und Wissensverarbeitung

Die stark ausdifferenzierte Welt der für universelle und spezielle Zwecke entwickelten Universal- und Spezialsprachen hat schließlich die ausschließliche Einteilung nach Generationen gesprengt. Zudem erschwert die Entwicklung „hybrider“ Sprachen, die unterschiedliche Sprachkonzepte kombinieren, eine Systematisierung. In Abb. 13.7 wird daher

Sprachkategorie	Subkategorien	Beispiele
Imperative Sprachen	Maschinensprachen	Maschinencode konkreter Rechner
	Assemblersprachen	Assemblercode konkreter Rechner
	Höhere prozedurale Sprachen	Fortran, Cobol, Basic, Pascal, C
Objektorientierte Sprachen	Rein objektorientiert	Smalltalk, Java
	Hybrid	C++, Visual Basic
Deskriptive Sprachen	Deskriptiv-funktional	Lisp, Haskell
	Deskriptiv-logisch	Prolog, OPS-2
Domänen-spezifische Sprachen	Datenbanksprachen	SQL, XQUERY
	CNC-Sprachen	APT, EXAPT
	Auszeichnungssprachen	SGML, HTML, XML, WML
Script-sprachen	Scriptsprachen von Programmen	VBA, Tcl, Apple Script
	Scriptsprachen im WWW	PHP, Python, Perl, Java Script
	Selbständige Scriptsprachen	Perl, PHP, Python, Ruby, Tcl
Visuelle Sprachen	–	Baltie, Kodu, Scratch, Snap!

Abb. 13.7 Kategorien von Programmiersprachen

eine nicht strikt systematische Spracheinteilung präsentiert, die lediglich zum Teil eine Unterteilung nach Paradigmen vornimmt. Die folgende Beschreibung der Programmiersprachen orientiert sich an den in Abb. 13.7 dargestellten Kategorien.

Imperative Programmiersprachen

Auf dem **imperativen Paradigma** beruhen Maschinensprachen, Assemblersprachen und höhere prozedurale Programmiersprachen. Letztere setzen zusätzlich das Prozedurkonzept oder prozedurale Paradigma sowie in der Regel auch das Paradigma der strukturierten Programmierung um.

- Maschinensprachen (1. Generation)

Eine **Maschinensprache** besteht aus der Menge der auf einem Rechnertyp unmittelbar ausführbaren Maschinenbefehle, auch Instruktionen (engl. instructions) genannt. Die Maschinenbefehle bewirken die Ausführung von Grundoperationen wie Rechen-, Vergleichs-, Sprung-, Eingabe-, Ausgabenoperationen, auf die letztlich alle Aufgaben der Informationsverarbeitung zurückgeführt werden. Eine Folge von Maschinenbefehlen zur Ausführung einer Informationsverarbeitungsaufgabe heißt **Maschinenprogramm**; man spricht hier auch von Maschinencode. Maschinenbefehle sind binär codiert und für den Menschen schwer verständlich. Auch aufgrund weiterer Defizite, wie z. B. fehlende Portierbarkeit, hoher Änderungsaufwand, keine Kommentierungsmöglichkeit, eignen sich Maschinensprachen nicht für die Programmierung von Anwendungssystemen.

- Assemblersprachen (2. Generation)

Eine **Assemblersprache**, auch maschinenorientierte Sprache genannt, besteht ebenfalls aus einer Menge Befehlen, die auf einen Rechnertyp zugeschnitten sind. Allerdings sind nun der Operations- und der Operandenteil der Befehle symbolisch dargestellt. Beispielsweise steht ADD für eine Addition und BMEN für die Adresse des Speicherplatzes der Größe „Bestellmenge“. Außerdem können in Assemblersprachen definierte Befehlsfolgen, z. B. für die Auswertung von Funktionen, zu so genannten **Makros** zusammengefasst und im Assemblerprogramm durch einen Makroaufruf ersetzt werden. Zwar wird dadurch die Programmierung erleichtert, doch wesentliche Defizite wie hoher Änderungsaufwand und eingeschränkte Portierbarkeit bleiben bestehen. Auf Assemblersprachen greift man daher nur bei besonderen Anforderungen (sehr kurze Ausführungszeiten, geringer Speicherplatzbedarf) sowie bei der Erstellung von Systemsoftware zurück.

- Höhere prozedurale Programmiersprachen (3. Generation)

Eine **höhere prozedurale Programmiersprache** besteht aus einer Menge von Sprachregeln, gemäß denen Anweisungen (anstelle von Befehlen) formuliert und zu Prozeduren und Programmen zusammengesetzt werden können. So erstellte Programme sind weitgehend rechnerunabhängig und müssen zwecks Ausführung auf einem Rechner – ebenso wie Assemblerprogramme – erst in die Maschinensprache des Rechners „übersetzt“ werden. Der daraus resultierende Nachteil längerer Programmlaufzeiten wird

Sprache	Erläuterung
FORTRAN (Formula Translator)	1957 von IBM für technisch-wissenschaftliche Anwendungen eingeführte Sprache (FORTRAN I); schrittweise weiterentwickelt zum aktuellen Standard FORTRAN 2018.
COBOL (Common Business Oriented Language)	Seit etwa 1960 für kaufmännische Anwendungen verfügbare Sprache, die sich stark an die englische Sprache anlehnt und auf die Datenverarbeitung ausgerichtet ist; schrittweise Weiterentwicklung durch die Arbeitsgruppe CODASYL. Der aktuelle Standard ist der 2014 veröffentlichte ISO-Standard ISO/IEC 1989:2014. Weite Verbreitung für die Programmierung von Anwendungssystemen.
BASIC (Beginners All-purpose Symbolic Instruction Code)	Etwa Mitte der 1960er-Jahre in den USA für Programmieranfänger entwickelte und an FORTRAN angelehnte Sprache, für die mittlerweile viele Dialekte existieren. Visuelle BASIC-Dialekte sind im Bereich der PC-Programmierung weit verbreitet.
PASCAL (nach dem Mathematiker Pascal benannt)	1969 von dem Zürcher Hochschullehrer WIRTH für Lehrzwecke eingeführte Sprache, die stark an den Prinzipien der strukturierten Programmierung ausgerichtet ist. Als Sprache für die Programmierausbildung an Hochschulen stark verbreitet. Es existieren verschiedene Implementierungen sowie Weiterentwicklungen von PASCAL (z. B. die ebenfalls von WIRTH entwickelte Programmiersprache MODULA; zur Sprachversion MODULA-2 vgl. z. B. GEHRING und RÖSCHER).
C	Etwa Mitte der 1970er-Jahre in den USA für das Betriebssystem UNIX entwickelte Sprache, die sich an den Prinzipien der strukturierten Programmierung orientiert, maschinennah gestaltet ist und daher die Erstellung laufzeit- und speichereffizienter Programme ermöglicht. Inzwischen für viele Betriebssysteme verfügbar und als Sprache für (Standard-)Anwendungssysteme weit verbreitet. Die neueste Sprachversion C18 wurde 2018 als ISO-Standard ISO/IEC 9899:2018 veröffentlicht. Syntax und weitere Konzepte von C wurden in andere Sprachen übernommen, z. B. C++, Perl, PHP, Java, JavaScript.

Abb. 13.8 Kurze Charakterisierung einiger höherer prozeduraler Programmiersprachen

durch Vorteile wie leichtere Erlernbarkeit, einfache Programmierung, geringerer Änderungsaufwand und höhere Portabilität mehr als wettgemacht. Einige dieser Sprachen wurden für bestimmte Anwendungsgebiete konzipiert, was ihre universelle Verwendbarkeit allerdings nicht grundsätzlich in Frage stellt, bei anderen wird der universelle Charakter betont. Für die meisten Sprachen dieser Gruppe existieren (internationale) Normen, in Einzelfällen sind auch verschiedene Sprachdialekte entstanden. Eine Zusammenstellung einiger höherer prozeduraler Programmiersprachen mit kurzer Erläuterung zeigt Abb. 13.8.

Objektorientierte Programmiersprachen

Objektorientierte Sprachen enthalten Sprachkonstrukte, die der Umsetzung objektorientierter Konzepte wie Objekt, Klasse und Vererbung dienen. In einem Objekt werden Daten und darauf anwendbare Operationen zusammengefasst. Objekte stellen logische in sich abgeschlossene Programmteile dar, die durch den Austausch von Botschaften mit-

einander kommunizieren. Jedes Objekt leitet sich aus einer so genannten Klasse ab. Als eine Art abstraktes Objekt definiert eine Klasse einen bestimmten Typ von Objekten. Durch die Bereitstellung von Bibliotheken von Klassen wird bei der objektorientierten Programmierung die Idee der **Wiederverwendung von Software** umgesetzt. Die objektorientierten Sprachen lassen sich in zwei Gruppen einteilen:

- Reine objektorientierte Programmiersprachen, die durchweg auf die Umsetzung objektorientierter Konzepte ausgerichtet sind.
- Hybride objektorientierte Programmsprachen, die auf der Erweiterung prozeduraler Sprachen um objektorientierte Konzepte beruhen.

Eine kurze Charakterisierung einiger objektorientierter Programmiersprachen gibt Abb. 13.9.

Deskriptive Sprachen

Auf dem Paradigma der deskriptiven Programmierung basierende **deskriptive Programmiersprachen** stehen im Gegensatz zu den imperativen Sprachen. Beschrieben

Gruppe	Sprache	Erläuterung
Reine objekt-orientierte Sprachen	Smalltalk	1972 im Xerox Research Center entwickelte Sprache, deren weiterentwickelte Version Smalltalk 80 zur Verbreitung objektorientierter Konzepte in der Informatik beigetragen hat. Aktuelle Smalltalk-Versionen werden primär zur Programmierung von Benutzerschnittstellen verwendet.
	Java	In den 1990er-Jahren von Sun eingeführte Sprache, die auf komplexe Sprachkonstrukte (Zeigerkonzept, Mehrfachvererbung usw.) verzichtet und so die Programmierung vereinfacht. Auf allen Rechnerplattformen einsetzbar, da Java-Programme nicht in die Maschinensprache, sondern in den sogenannten Java Bytecode übersetzt werden. Dieser Code kann nun mit der „Java Virtual Maschine“, einem Interpreter, auf dem Zielrechner ausgeführt (Nachteil lange Laufzeit) oder mit „Just-In-Time-Compilern“ in die Maschinensprache des Zielrechners übersetzt (Vorteil kürzere Laufzeiten) werden. Wegen der hohen Plattformunabhängigkeit eignet sich Java besonders für Internet-Anwendungen. Umfangreiche Java-Klassenbibliotheken erleichtern die Programmierung.
Hybride objekt-orientierte Sprachen	C++	1984 bei der Firma AT&T entwickelte Sprache, die durch das Hinzufügen objektorientierter Sprachkonstrukte zur Sprache C entstanden ist. Daher relativ großer Sprachumfang. Wegen der Kompatibilität zu C weit verbreitete Sprache, für die sehr umfangreiche C++-Klassenbibliotheken verfügbar sind.
	Visual Basic	1991 von Microsoft entwickelte objektorientierte Scriptsprache, die für die Erstellung von PC-Software mit grafischen Oberflächen für das Betriebssystem Windows eingesetzt wird. In die erstellten Programme bzw. Scripts können insbesondere vorhandene, objektorientierte Softwarekomponenten eingebunden werden.

Abb. 13.9 Kurze Charakterisierung einiger objektorientierter Programmiersprachen

Gruppe	Sprache	Erläuterung
Funktionale Sprachen	Lisp (List Processing)	1958 am MIT entwickelte Sprache, von der viele teils heute noch lebende Dialekte abgeleitet wurden. Definition von Daten und Anweisungen erfolgt in Listenform (in runden Klammern angeordnete Listenelemente). Komplexe Strukturen möglich, da Listenelemente selbst Listen sein können. Erstes Listenelement bezeichnet jeweils die auszuführende Funktion (funktionaler Paradigma). Übersetzung mittels Compiler oder Interpreter.
	Haskell	1990 veröffentlichte funktionale Sprache, für die verschiedene Implementierungen existieren. Orientiert sich im Sprachaufbau am Lamda-Kalkül sowie an dem Listenkonzept von Lisp. Verwendete funktionale Sprachkonzepte wie etwa Bildung höherer Funktionen wurden von vielen neueren Sprachen übernommen (z.B. Perl, Java, Python, JavaScript).
Logische Sprachen	Prolog (Programming in Logic)	1972 veröffentlichte Sprache, für die sich nach verschiedenen Derivaten/Implementierungen 1995 der Standard ISO-Prolog (ISO/IEC 13211-1:1995) herausgebildet hat. Ein Prolog-Programm besteht aus einer auf der Prädikatenlogik 1. Ordnung bestehenden Wissensdatenbank, an die die Prolog-Anfragen gerichtet werden. Die Anfragen werden per Breitensuche mit Backtracking durch Interpreter-basierte Auswertung von Fakten/Regeln beantwortet.

Abb. 13.10 Kurze Charakterisierung einiger deskriptiver Programmiersprachen

wird nicht die Abfolge der durchzuführenden Schritte zum Erreichen eines Ergebnisses, sondern das angestrebte Ergebnis selbst. Dazu bieten sich zwei Sprachkonzepte an:

- Die deskriptiv-funktionale Programmierung, die in der Formulierung von Programmen mittels funktionaler Sprachkonstrukte besteht, die sich an dem so genannten Lamda-Kalkül orientieren. Das Lamda-Kalkül ist eine formale Sprache zur Beschreibung und Analyse von mathematischen Funktionen.
- Die deskriptiv-logische Programmierung, die auf Ausdrücken der mathematischen Prädikatenlogik beruht.

Funktionale und logische Programmiersprachen werden auch als KI-Sprachen bezeichnet, da sie für die Entwicklung von Anwendungen in den Bereichen Künstliche Intelligenz, Wissensverarbeitung und Expertensysteme eingesetzt werden. Eine kurze Charakterisierung einiger KI-Sprachen findet sich in Abb. 13.10.

Domänenspezifische Sprachen

Im Unterschied zu Universalssprachen (engl. general purpose languages) sind Spezialsprachen oder **domänenspezifische Sprachen** (engl. domain-specific languages, DSL) auf ein bestimmtes Problem- oder Anwendungsgebiet zugeschnitten. Sie verfügen in der Regel über eine einfachere Sprachsyntax, lassen sich relativ leicht erlernen und sind als Endbenutzersprachen für die interaktive Nutzung vorgesehen. Drei wesentliche Gruppen sind:

- **Datenbanksprachen**, die sich weiter unterteilen lassen in:
 - Datendefinitionssprachen (engl. data definition languages, DDL), zur Definition und Beschreibung der in Datenbanken verwalteten Daten und

- Datenmanipulationssprachen (engl. data manipulation languages, DML) zur Manipulation (Speichern, Ändern, Löschen) und Abfrage von Datenbankdaten.
- **CNC-Sprachen** (engl. computerized numeric control) zur computergestützten Steuerung von Werkzeugmaschinen bzw. CNC-Maschinen im Fertigungsbereich.
- Auszeichnungssprachen (engl. **markup languages**) zur Strukturierung und Formatierung von Texten, Druckseiten und Geschäftsdokumenten unter strikter Trennung von Struktur und Darstellung.

Eine kurze Charakterisierung einiger wesentlicher domänenpezifischer Sprachen zeigt Abb. 13.11.

Gruppe	Sprache	Erläuterung
Datenbanksprachen	SQL (Structured Query Language)	In den 1970er Jahren von IBM eingeführte Sprache zum Einrichten, Manipulieren und Abfragen von relationalen Datenbanken. SQL (engl. structured query language) wurde von ISO/IEC standardisiert (ISO/IEC 9075:2016). Spracherweiterungen sind SQL/PSM (Einbeziehung prozeduraler Sprachelemente wie Schleifen) und SQL/XML (Speicherung von XML-Dokumenten in SQL-Datenbanken). SQL wird ausführlich in Kapitel 15 behandelt.
CNC-Sprachen	APT (Automatically Programmed Tools)	APT ist eine in den 1950er Jahren in den USA entwickelte Sprache zur geometrischen Beschreibung von mit CNC-Maschinen ausgeführten Bearbeitungsvorgängen an Werkstücken.
	EXAPT (Extended APT)	EXAPT ist ein durch Erweiterung von APT ständig weiterentwickeltes Programmiersystem (Programmiersprache und CAD/CAM-Werkzeuge) für alle CNC-Bearbeitungsvorgänge (Drehen, Fräsen, Bohren, Schneiden, Roboterbearbeitung). Erweiterungen betreffen z.B. Fertigungsplanung, Rüstoptimierung, Bestandsverwaltung.
Auszeichnungssprachen	SGML (Standard Generalized Markup Language)	SGML ist eine in den 1980er Jahren entwickelte allgemeine Auszeichnungssprache, die der Beschreibung der Struktur von Dokumenten ohne Berücksichtigung des Layouts dient. SGML wurde von ISO standardisiert (ISO 8879:1986). SGML ist als Metasprache abgefasst und bildet daher die Basis für die Entwicklung weiterer Auszeichnungssprachen, insbesondere HTML und XML.
	HTML (Hypertext Markup Language)	HTML ist eine von SGML abgeleitete textbezogene Auszeichnungssprache, die der Strukturierung der Inhalte digitaler Dokumente dient. HTML gehört zu den Standards, auf denen das World Wide Web aufsetzt. HTML wird in Kapitel 4 detailliert behandelt (vgl. Abschnitt 4.4.2).
	XML (Extensible Markup Language)	XML ist ein vereinfachtes Derivat von SGML, das der (hierarchischen) Strukturierung des Inhalts von textuellen Dokumenten dient. XML ist z.B. im Geschäftsdatenaustausch von großer Bedeutung. XML wird in Kapitel 10 detailliert behandelt (vgl. Abschnitt 10.3.3.1).
	WML (Wireless Markup Language)	WML ist eine stark verschlankte Version von HTML, die der genauen Darstellung von textlichen Inhalten auf Mobiltelefonen dient. Aufgrund der exakten Beschreibung der Textdarstellung wird sie als Seitenbeschreibungssprache bezeichnet.

Abb. 13.11 Kurze Charakterisierung einiger domänenpezifischer Sprachen

Scriptsprachen

Scriptsprachen dienen der Erstellung von Programmen, die als Scripts oder Skripte bezeichnet und in der Regel per Interpreter ausgeführt werden. Ursprünglich für eher kleinere automatisch ausgeführte Programme vorgesehen, werden modernere Scriptsprachen auch zur Erstellung komplexer Anwendungen eingesetzt. Einsatzschwerpunkte von Scriptsprachen sind die Programmierung von Systemoberflächen und insbesondere von Anwendungen im WWW. Einige wesentliche Gruppen von Scriptsprachen sind:

- Scriptsprachen in Programmen zur Automatisierung von Aufgaben oder zur Erweiterung von Anwendungsprogrammen.
- Scriptsprachen im WWW zur Erstellung von Webseiten oder ganzen Webanwendungen.
- Selbstständige Scriptsprachen zur Erstellung von eigenständigen Anwendungen, die unabhängig von anderen Programmen mittels Interpreter ausgeführt werden können.

Eine kurze Charakterisierung einiger Skriptsprachen findet sich in Abb. 13.12.

Visuelle Programmiersprachen

Visuell, also bildlich mit dem Auge, können neben Grafiken auch Texte wahrgenommen werden. Visuelle Programmiersprachen bilden jedoch das Gegenstück zu (rein) textuellen Programmiersprachen. Insofern ist die Bezeichnung als „visuell“ nicht ganz klar. Den grafischen Aspekt betonend wird hier folgende Abgrenzung vorgenommen:

Gruppe	Sprache	Erläuterung
Scriptsprachen von Programmen	Tcl (Tool command language)	Tcl ist eine 1988 entwickelte Open-Source-Scripsprache (aktuelle Version 8.6.9, 2018), zur Formulierung von Kommando-Folgen, die per Interpreter übersetzt und in anderen Programmen ausgeführt werden. Damit lassen in anderen Programmen Berechnungen durchführen, grafische Benutzeroberflächen programmieren oder Datenbankoperationen/-abfragen formulieren. Tcl ist unter Linux, vielen weiteren Unix-Derivaten, Windows, mac OS und einigen weiteren Betriebssystemen lauffähig.
Scriptsprachen im WWW	PHP (PHP: Hypertext Preprocessor)	PHP ist eine 1995 veröffentlichte und sprachlich an C und Perl angelehnte Skriptsprache, die ständig weiter entwickelt wurde (2018 Version PHP 7.3). Sie ist die weltweit mit Abstand am häufigsten eingesetzte serverseitige Programmiersprache zur Erstellung dynamischer Webseiten oder ganzer Webanwendungen. PHP-Programme laufen per Interpretation auf Servern ab; Verarbeitungsergebnisse werden an Browser übertragen. PHP ist als Open-Source-Software verfügbar (lizenziert von der PHP Group).
Selbstständige Scriptsprachen	Perl	Perl ist eine 1987 veröffentlichte Scriptsprache, die von der Perl-Gemeinschaft ständig weiterentwickelt wird (2019 Version 5.30.0). Ursprünglich für Zwecke der Textverarbeitung vorgesehen, wird Perl in vielen anderen Anwendungsgebieten eingesetzt. Dazu gehören z.B. Webanwendungen, Wiki-Software, Verwaltungssoftware in Betriebssystemen und Bioinformatik. Perl ist als freie Software verfügbar (lizenziert von GPL und Artistic License).

Abb. 13.12 Kurze Charakterisierung einiger Scriptsprachen

► Eine **visuelle Programmiersprache** (engl. visual programming language) dient der Abfassung von Computerprogrammen auf einer hohen Abstraktionsebene unter weitgehender Verwendung von grafisch notierten Sprachelementen.

Typische Sprachelemente von visuellen Programmiersprachen sind grafische Objekte, denen charakterisierende Attribute zugeordnet werden. Die Ablauflogik eines visuellen Programms wird durch die Anordnung der Objekte vorgegeben. Eine ausgereifere visuelle Sprache unterstützt den Benutzer durch Hinweise auf Stellen, an denen weitere Objekte syntaktisch korrekt angefügt werden können. Weitere Unterstützungsformen wie Konsistenzprüfungen, Fehlermeldungen und Hilfefunktionen erleichtern das Erlernen und die Handhabung visueller Sprachen. Sie werden daher auch im Erziehungsbereich eingesetzt. Erziehungsorientierte visuelle Programmiersprachen gibt es für Kinder/Jugendliche (z. B. Scratch) und für fortgeschrittene Schüler/Erwachsene (z. B. Snap!).

13.1.3.3 Übersetzung von Programmen

Ein in Assemblersprache oder höherer Programmiersprache geschriebenes Programm muss vor seiner Ausführung erst in die Maschinensprache des Zielrechners übersetzt werden. Das zu übersetzende Programm heißt auch **Quellenprogramm** (engl. **source code**) und das erzeugte Maschinenprogramm auch **Objektprogramm** (engl. **object code**) oder Maschinencode. Für die Übersetzung und anschließende Programmausführung gibt es zwei grundlegende Verfahrensweisen.

- Übersetzung des Quellenprogramms mit einem Assembler oder Compiler in die Maschinensprache des gegebenen Computers sowie Binden und Laden des erzeugten Objektprogramms zwecks Ausführung mit dem Computer.
- Übersetzung des Quellenprogramms mit einem Interpreter in einen Zwischen-Code, der dann mit Hilfe des Interpreters Anweisung für Anweisung ausgeführt wird.

Die erstgenannte Vorgehensweise mit z. B. einem Compiler wird in Abb. 13.13 veranschaulicht.

Liegt ein Quellenprogramm in Assemblersprache vor, so wird als Übersetzungsprogramm ein **Assembler** eingesetzt. Die in einer Assemblersprache abgefassten Assemblerbefehle werden 1:1 in Maschinenbefehle übersetzt, Makrobefehle dagegen in ganze Folgen von Maschinenbefehlen.

Ist das Quellenprogramm in einer höheren Programmiersprache geschrieben, so wird zur Übersetzung ein **Compiler** verwendet. Häufig wird mit einem Compiler das Quellen-

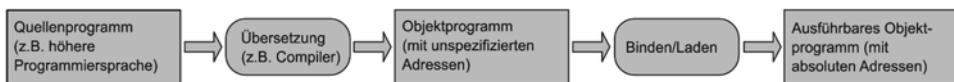


Abb. 13.13 Erzeugung eines ausführbaren Objektprogramms durch Übersetzen sowie Binden/Laden

programm zunächst in eine Assemblersprache und in einem zweiten Schritt mit einem Assembler in die Maschinensprache übersetzt. Aus einer Anweisung des Quellenprogramms werden hierbei in der Regel mehrere Maschinenbefehle erzeugt. Zudem wird bei bestimmten Anweisungen, z. B. bei Ein- und Ausgaben, auf bereits übersetzte und in Programmbibliotheken bereitgestellte Softwarekomponenten zurückgegriffen. Die Erzeugung eines ausführbaren Objektprogramms bedarf daher noch weiterer Aktivitäten.

Mit einem weiteren Systemprogramm, dem **Binder** (engl. **linker**), werden das erzeugte Objektprogramm sowie in diesem Programm referenzierte Objektprogramme aus der Programmbibliothek zu einem gemeinsamen Objektprogramm zusammengefasst. Die zwischen den Objektprogrammen bestehenden Beziehungen, d. h. Aufrufe anderer Softwarekomponenten, werden durch Sprung- und Rücksprungadressen konkretisiert. Unter Berücksichtigung der aktuellen Belegung des Arbeitsspeichers weist ein weiteres Systemprogramm, der **Lader** (engl. **loader**), den Adressen des gebundenen Objektprogramms absolute Werte zu und stößt schließlich die Ausführung des Programms an.

Bei der zweiten Vorgehensweise, dem Einsatz eines **Interpreters**, wird in der Regel schrittweise verfahren und jede Anweisung des Quellenprogramms in einen Zwischencode übersetzt und unmittelbar ausgeführt. Ein gesamtes ausführbares Objektprogramm wird also nicht erzeugt. In Interpretersprachen abgefasste Programme weisen höhere Laufzeiten auf als compilierte Programme, lassen sich aber leichter auf andere Systemplattformen portieren, schneller entwickeln und testen.

13.1.3.4 Entwicklungswerkzeuge

Zur Unterstützung und Rationalisierung der Systementwicklung wird eine breite Palette von Werkzeugen, auch Tools genannt, auf dem Softwaremarkt angeboten. Der Begriff des Werkzeugs lässt sich etwa wie folgt umreißen:

- Ein **Werkzeug** (engl. **tool**) ist ein auf marktüblichen Rechnersystemen lauffähiges Softwaresystem, das der Unterstützung der Entwicklungsaktivitäten in einzelnen oder allen Phasen der Entwicklung eines Anwendungssystems mit dem Ziel der Erhöhung der Entwicklungsproduktivität und der Softwarequalität dient.

Auf den anfänglichen (isolierten) Einsatz einzelner Werkzeuge folgten später sogenannte Software-Entwicklungsumgebungen (SEU), auch **CASE-Umgebungen** (Computer Aided Software Engineering) genannt, die eine breit gefächerte Unterstützung quasi aus einer Hand ermöglichen. Für eine umfassende SEU gilt etwa:

- Eine **Software-Entwicklungsumgebung** besteht aus einer Menge von aufeinander abgestimmten Werkzeugen, die in Verbindung mit einer Entwicklungsdatenbank, auch Repository genannt, eingesetzt werden und die der durchgängigen Unterstützung der Analyse-, Entwurfs-, Implementierungs- und Testaktivitäten bei der Systementwicklung, der Dokumentation und Verwaltung aller Entwicklungsergebnisse und Produktversionen

sowie der Unterstützung des Managements, d. h. der Planung, Steuerung und Kontrolle von Software-Entwicklungsprojekten, dienen.

Demnach umfasst eine ausgebauten SEU Werkzeuge der folgenden Kategorien:

- CASE-Tools,
- Verwaltungs-Tools und
- Management-Tools.

CASE-Umgebungen sind nicht nur äußerst komplexe Systeme, sie werden auch in komplexen und vernetzten Rechnerwelten eingesetzt. Von der Vielzahl der Anforderungen, denen CASE-Umgebungen genügen müssen (vgl. z. B. Balzert 1992), seien einige wesentliche genannt: die Werkzeuge sollen über eine einheitliche Benutzerschnittstelle zur Verfügung stehen, interaktiv und simultan von vielen Benutzern verwendet werden können, alle Entwicklungsphasen unterstützen sowie durch selbst entwickelte oder andere Werkzeuge über vorhandene Schnittstellen erweitert werden können.

Nachfolgend werden nun die einzelnen Kategorien von Werkzeugen behandelt. Was den phasenbegleitenden Werkzeugeneinsatz betrifft, wird hierbei zwischen Upper **CASE-Tools** und Lower CASE-Tools unterschieden. Die folgenden Ausführungen zu den CASE-Tools gelten uneingeschränkt für den bis in die 1990er-Jahre vorherrschenden strukturierten Entwicklungsansatz. Für später aufgekommene Ansätze, z. B. die agile Softwareentwicklung, stehen spezifische Tools für die jeweils angewandten Entwicklungsmethoden zur Verfügung,

Upper CASE-Tools sind auf die Phasen Analyse und Entwurf zugeschnitten, d. h. auf Entwicklungsaktivitäten, die näher an der Benuttermaschine liegen – daher die Spezifikation „Upper“. Die in der **Analysephase** verfügbaren Werkzeuge wie Modeler, Diagrammer, Design-Editoren und Design-Transformer gestatten z. B.:

- die grafisch-sprachliche Modellierung von Systemanforderungen in Form von so genannten Datenflussdiagrammen oder ähnlichen Darstellungsformen auf unterschiedlichen Detaillierungsebenen,
- die Beschreibung der Elemente solcher Systemmodelle, z. B. auszuführende Funktionen, Datenspeicher und -flüsse sowie Organisationseinheiten, mittels eines sogenannten Data-Dictionary bzw. Repository,
- die Prüfung der Konsistenz der Beschreibungen und die automatische Generierung von Modelldiagrammen verschiedener Detaillierungsgrade und
- die Generierung separater Funktionsdiagramme, Entity-Relationship-Diagramme, Organisationsdiagramme u. ä. auf der Basis des Repository.

Bezüglich der **Entwurfsphase** sind beispielsweise Werkzeugfunktionen für folgende Zwecke verfügbar:

- grafisch-sprachliche Modellierung der Struktur von Anwendungssystemen in Form von so genannten Moduldiagrammen,
- Beschreibung der von den Modulen ausführbaren Funktionen und der Modulschnittstellen mittels einer Sprache zur Modulspezifikation und
- Prüfung der Konsistenz der Modulspezifikationen und automatische Generierung von Moduldiagrammen.

Zudem stehen für beide Phasen z. B. Funktionen zur Verwaltung der phasenbezogenen Entwicklungsdokumente auf Repository-Basis zur Verfügung.

Lower CASE-Tools beziehen sich auf die Phasen Implementierung und Test, also auf die näher an der Basismaschine liegenden Entwicklungsaktivitäten – daher die Charakterisierung „Lower“. Zu den Werkzeugen der **Implementierungsphase** gehören z. B. (Programm-)Editoren, (Programm-)Generatoren, Compiler, Lader/Binder. Sie gestatten beispielsweise:

- das automatische Generieren von Programmen, Programmteilen oder -gerüsten auf der Basis von Modulspezifikationen,
- das automatische Generieren von Datenstrukturen aus Datenspezifikationen, z. B. gemäß dem relationalen Modellierungsansatz, und
- das Binden von Programmteilen zu vollständigen Programmen und das Erzeugen von auf der Basismaschine ausführbarem Programmcode.

Für die **Testphase** stehen beispielsweise Werkzeuge für folgende Zwecke zur Verfügung:

- das automatische Erzeugen von Testdaten, deren Werte das Spektrum möglicher Werte von Daten hinreichend repräsentieren, mit Hilfe von Testdaten-Generatoren und
- die Unterstützung der Testdurchführung durch Überwachung des Ablaufs von Testserien und das Protokollieren von Testergebnissen mittels so genannter Testhilfen.

Verwaltungs-Tools dienen der Dokumentation des gesamten Entwicklungsprozesses, d. h. der systematischen Ablage aller Entwicklungsdokumente und (Zwischen-) Produkte und der gezielten Bereitstellung von Dokumenten im Entwicklungsbetrieb unter Nutzung einer Entwicklungsdatenbank bzw. eines Repository. Mit der zunehmenden Komplexität und fachlichen Ausdifferenzierung von Anwendungssystemen haben in diesem Zusammenhang zwei Tool-unterstützte Aufgabenbereiche besondere Bedeutung erlangt, die Versionsverwaltung und das Änderungsmanagement.

- Die Versionsverwaltung dient der Dokumentation und Bereitstellung sämtlicher im Zeitablauf erstellter Versionen eines Anwendungssystems einschließlich der den Produktversionen zugeordneten Entwicklungsdokumente wie Modelldiagramme, Modulspezifikationen, Programmcode, Testfälle und Testergebnisse.

- Gegenstand des Änderungsmanagement ist die systematische Erfassung und Dokumentation von Änderungswünschen sowie deren Umsetzung unter Nutzung von CASE-Tools und unter Gewährleistung der Vollständigkeit, Konsistenz und Korrektheit der Systemänderungen.

Projektmanagement-Tools schließlich unterstützen die Planung, Steuerung und Kontrolle von Projekten der Systementwicklung. Sie gestatten beispielsweise:

- die Beschreibung und Verwaltung von Projektstrukturen und -ressourcen (Projektstrukturpläne, personelle Projektorganisation bzw. Entwicklungsteams, Projekt-budgets),
- die Durchführung von Termin-, Kosten- und Ressourcenplanungen und -abgleichen und
- die Generierung und Bereitstellung von Termin-, Kosten- und Ressourcenberichten für Zwecke der Projektfortschrittskontrolle und der Anpassung der Planungen.

Ein gezielter und richtig dosierter Werkzeugeinsatz bewirkt positive Effekte. So tragen CASE-Tools zur disziplinierten und einheitlichen Umsetzung von Entwicklungsmethoden und damit zur Verbesserung der **Softwarequalität** bei. Die Entlastung von Routinetätigkeiten, vor allem durch Generierungswerkzeuge, führt zu einer höheren Produktivität und ermöglicht eine stärkere Befassung mit kreativen Entwicklungsaufgaben. Allerdings kann menschliche Kreativität nicht durch Entwicklungs-Tools ersetzt werden, und im Managementbereich kann ein übertriebener Werkzeugeinsatz zur Bürokratisierung und Demotivation der Entwickler führen.

13.2 Strukturierter Entwicklungsansatz

Bei dem Übergang von der ursprünglich unsystematischen zur systematisch betriebenen Softwareerstellung stand zunächst die Strukturgebung des Prozesses und des Produkts der Softwareentwicklung im Vordergrund. Entstanden ist ein variantenreiches Entwicklungs-konzept, das auch mit Begriffen wie „strukturierte Softwareentwicklung“ und „strukturierter Entwicklungsansatz“ umschrieben wird. Wesentliche Bestandteile sind einerseits ein in Phasen gegliedertes Vorgehensmodell für die Softwareentwicklung und andererseits in den Phasen einzusetzende „strukturierte“ Entwicklungsmethoden. Gegenstand des vorliegenden Abschnitts ist die strukturierte Softwareentwicklung. Behandelt werden:

- Abgrenzung des strukturierten Entwicklungsansatzes (vgl. Abschn. 13.2.1),
- Vorgehensmodelle der strukturierten Softwareentwicklung (vgl. Abschn. 13.2.2) und
- Methoden der strukturierten Systementwicklung (vgl. Abschn. 13.2.3).

13.2.1 Abgrenzung des strukturierten Entwicklungsansatzes

Als Ausgangspunkt der strukturierten Systementwicklung, und damit auch des strukturierten Entwicklungsansatzes, kann die Arbeit von Dijkstra (1968) zur „strukturierten Programmierung“ gelten. In den Jahren danach folgten Arbeiten verschiedener Autoren zur „strukturierten Analyse“ und zum „strukturierten Entwurf“. Begleitend wurden Überlegungen zum Lebenszyklus von Software (engl. software life cycle) und, daran anknüpfend, zu Vorgehensmodellen der Softwareentwicklung angestellt. Das resultierende Gesamtkonzept, der strukturierte Entwicklungsansatz, lässt sich etwa wie folgt abgrenzen:

- Der **strukturierte Entwicklungsansatz** ist ein umfassendes Konzept für die systematisch-ingenieurmäßige Softwareentwicklung, das ein in Phasen untergliedertes Vorgehensmodell und in den Phasen eingesetzte Methoden der strukturierten Analyse, des strukturierten Entwurfs und der strukturierten Programmierung umfasst.

Vorgehensmodelle orientieren sich mehr oder weniger stark am **Software-Life-Cycle**. Dieser unterteilt die gesamte Lebenszeit eines Softwareprodukts in abgrenzbare, charakteristische Phasen seiner Entstehung und Nutzung, vom Entwicklungsbeginn bis zum Nutzungsende. Häufig genannte Life-Cycle-Phasen sind: Analyse, Entwurf, Implementierung, Test und Betrieb/Wartung. Die ersten vier Phasen betreffen die Entwicklung und die letzte die Nutzung eines Softwareprodukts.

Die Life-Cycle-Phasen aufgreifend wurden insbesondere folgende Vorgehensmodelle entwickelt, die sich dem strukturierten Ansatz zuordnen lassen: das Wasserfallmodell, das V-Modell und das Spiralmodell. Sie werden teils in Abschn. 3.2.2 näher betrachtet.

Was phasenspezifische Methoden betrifft, wurde in den 1970er-Jahren eine Vielzahl von teils alternativ und teils kombiniert einsetzbaren Entwicklungsmethoden vorgeschlagen. Eine nach Phasen gegliederte Auswahl ist in Abb. 13.14 zusammengestellt.

Die in der ersten Spalte angegebene Phasenfolge ist eine konkrete Ausprägung des Wasserfallmodells. Hinsichtlich der in den Phasen einsetzbaren Methoden offeriert Abb. 13.14 Freiheitsgrade. In Abschn. 13.2.3 werden einige der angegebenen Methoden näher betrachtet.

13.2.2 Vorgehensmodelle der strukturierten Softwareentwicklung

Die dem strukturierten Ansatz der Systementwicklung zuordenbaren Vorgehensmodelle unterscheiden sich in der Anzahl und der Anordnung der einbezogenen Entwicklungsphasen. Sie weisen spezifische Stärken und Schwächen auf und sind teils auf bestimmte Anwendungssituationen zugeschnitten. Zur Kompensation von Defiziten wurden sie auch erweitert oder modifiziert. Nachfolgend werden zwei bekanntere Vorgehensmodelle vorgestellt: das Wasserfallmodell und das V-Modell.

Strukturierter Ansatz der Systementwicklung	
Phasen	Methoden
Analyse	Methoden der strukturierten Analyse wie z. B. „Structured Systems Analysis“ (GANE UND SARSON (1979)), „Structured Analysis and System Specification“ (DE MARCO (1979)), „SADT-Structured Analyses and Design Technique“ (Ross und SCHOMAN (1977)).
Entwurf	Methoden des modularen bzw. strukturierten Grob-Entwurfs wie z. B. „Structured Design“ (YOURDON und CONSTANTINE (1979)).
	Methoden des Fein-Entwurfs bzw. des Modulentaufwurfs (Modulspezifikation) wie z. B. Pseudocodes.
Implementierung	Methoden der strukturierten Programmierung wie z. B. Nassi-Shneiderman-Diagramm (NASSI und SHNEIDERMAN (1973)), „Jackson Structured Programming“ (JACKSON (1975)) und Pseudocodes.
	Methoden der Codierung bzw. Programmiersprachen zur Abfassung von Programmen wie z. B. COBOL, C und BASIC.
Test	Methoden des computergestützten Testens wie z. B. „Black Box -Test“ und „White Box-Test“ und zur Erzeugung von Testdaten wie z. B. Bildung von Äquivalenzklassen und Grenzwertanalyse.

Abb. 13.14 Methoden des strukturierten Ansatzes der Systementwicklung



Abb. 13.15 Beispiel für ein Wasserfallmodell

Wasserfallmodell

► Das **Wasserfallmodell** ist ein in der strukturierten Softwareentwicklung gebräuchliches Vorgehensmodell, das in seiner ursprünglichen Form eine strikt einzuhaltende, lineare Abfolge von Entwicklungsphasen vorsieht, wobei die Ergebnisse einer Phase eine bindende Ausgangsbasis für die folgende Phase darstellen.

Ein Beispiel für ein Wasserfallmodell der strikten Form zeigt Abb. 13.15.

Gegenstand der **Analyse** (engl. **analysis**) ist die Festlegung der Anforderungen (engl. requirements) der Anwender/Kunden an das zu entwickelnde Anwendungssystem. Im Kern geht es dabei um die von dem System zu erbringenden Leistungen bzw. seine Funktionalität – oder anders ausgedrückt, das „Was“. Der **Entwurf** (engl. **design**) richtet sich dagegen auf die (innere) Systemstruktur und legt fest, mit welcher Anordnung von Komponenten, Modulen und Submodulen die Systemleistungen erbracht werden sollen. Er definiert also das „Wie“. Die anschließende **Implementierung** (engl. **implementation**) umfasst die Realisierung des Systems in einer Programmiersprache. Es entsteht damit ein auf einem Computersystem ausführbares Softwareprodukt. Da grundsätzlich jedes komplexe Softwareprodukt mit Fehlern behaftet ist, bezweckt der **Test** (engl. **test**) das

Aufdecken möglichst vieler Fehler. Gemeint sind damit nicht nur Programmierfehler, sondern auch Analyse- und Entwurfsfehler. Letztere können ebenfalls zu einem Verhalten des Systems führen, das den Anforderungen der Anwender/Kunden nicht entspricht. Während Programmierfehler unmittelbar behoben werden können, erfordern Analyse- und Entwurfsfehler einen erneuten Durchlauf des Phasenmodells.

Ein getestetes und gegebenenfalls von einem Auftraggeber abgenommenes Anwendungssystem kann nun auf einem Anwender-Rechner(netz) installiert und in Betrieb genommen werden. In der die Entwicklungsdauer meist weit überschreitenden Nutzungsdauer treten erfahrungsgemäß verschiedenste Ereignisse ein, die nachträgliche Eingriffe in das System erforderlich machen wie etwa: erst im Betrieb entdeckte Fehler, geänderte Anforderungen an das System oder Portierung des Systems auf eine andere Systemplattform. Entsprechende Maßnahmen der **Wartung** (engl. maintenance) eines Anwendungssystems fallen von Zeit zu Zeit praktisch während der gesamten Nutzungsdauer an. Erst die Außerbetriebnahme eines Anwendungssystems setzt der Wartung ein Ende.

Die Eigenschaften des Wasserfallmodells lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Strikte Phasenabfolge, d. h. erst nach Abschluss einer Phase beginnt die folgende Phase.
- Das Ergebnis einer Phase, d. h. die erstellten Dokumente, bilden die Arbeitsgrundlage für die folgende Phase; man bezeichnet den Ansatz daher auch als „document-driven“.
- Nachträgliche Änderung, z. B. der Anforderungen, erfordern einen erneuten Durchlauf.
- Kunden/Auftraggeber werden nur in der ersten Phase, der Anforderungsdefinition, am Entwicklungsprozess beteiligt.

Das Wasserfallmodell eignet sich daher nur für Vorhaben, die sich durch gute Vorhersagbarkeit der Anforderungen und stabile Einsatzbedingungen der erstellten Software auszeichnen.

Obwohl das Wasserfallmodell wesentlich zur Bewältigung der Komplexität der Systementwicklung beiträgt, besitzt es erhebliche Nachteile: Angesichts der Unvermeidbarkeit von Entwicklungsfehlern ist die nicht vorgesehene Rückkehr zu früheren Entwicklungsphasen unrealistisch. Die strikt serielle Phasenausführung lässt eine Parallelisierung von Phasenaktivitäten nicht zu und vereitelt mögliche Zeiteinsparungen. Änderungen von Systemanforderungen während der Entwicklungszeit lassen sich nur schwer berücksichtigen. Schließlich liegt ein lauffähiges Produkt erst am Ende der Entwicklung vor, was die sehr späte Entdeckung früher Entwicklungsfehler – insbesondere das Verfehlen von Anforderungen der Anwender – begünstigt. Vorgeschlagen wurden daher modifizierte Wasserfallmodelle wie etwa das Life-Cycle-Modell von Boehm (1976) (vgl. Abb. 13.16).

Das Vorgehensmodell nach Boehm (1976) gestattet zwar Rücksprünge zu Vorphasen, besitzt aber noch die übrigen der oben genannten Nachteile.

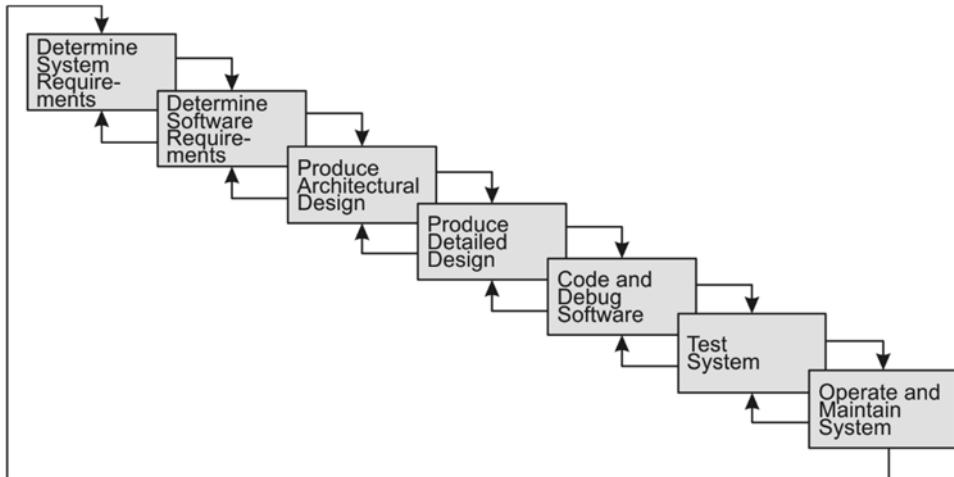


Abb. 13.16 Software Life Cycle nach Boehm (1976)

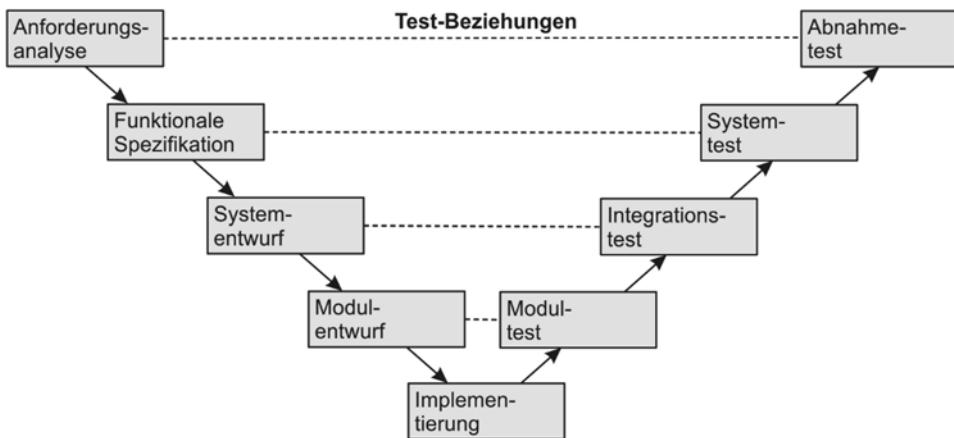


Abb. 13.17 Beispiel für ein V-Modell

V-Modell

► Das **V-Modell** ist eine von Boehm (1979) vorgeschlagene Weiterentwicklung des Wasserfallmodells, das eine der Systemkonstruktion und -spezifikation dienende Phasenabfolge einer dem Test und der Qualitätssicherung dienenden Phasenabfolge in V-Form gegenüberstellt. Mit jeder Konstruktionsphase der linken Seite des V korrespondiert genau eine Testphase der rechten Seite. Die Spitze des V besteht in der Implementierungsphase.

Anzahl und Bezeichnungen der Phasen des V-Modells variieren in der einschlägigen Literatur. Ein hinsichtlich Phasenzahl und -gegenstand üblicheres V-Modell zeigt Abb. 13.17.

Die Eigenschaften des V-Modells entsprechen weitgehend denen des Wasserfallmodells. Eine namensgebende Besonderheit stellt die in der Modellstruktur angelegte hohe Gewichtung der Qualitätssicherung dar. Das hierbei verfolgte Konzept besteht in Test-Beziehungen, bei denen die Implementierung Stufe für Stufe gegen die Ergebnisse (Spezifikationen/Dokumente) der Konstruktions- und Spezifikationsaktivitäten getestet wird. Dabei ist zu beachten, dass nacheinander zunächst alle Konstruktionsphasen von oben nach unten und danach alle **Testphasen** von unten nach oben durchlaufen werden (siehe Pfeilrichtung). Im Einzelnen gilt:

- Anwenderanforderungen vs. Abnahmetest
Bezugsbasis des **Abnahmetests** ist die Anforderungsspezifikation, d. h. ein Dokument, in dem die Leistungen verzeichnet sind, die der Anwender von dem System fordert. Beispielsweise die Durchführung einer bestimmten Verarbeitungsaufgabe mit einem bestimmten Mengengerüst von Geschäftsvorfällen in einer bestimmten Zeit. Zweck des Abnahmetests ist der Nachweis, dass das fertig gestellte System die geforderten Leistungen unter Betriebsbedingungen erbringt.
- Funktionale Spezifikation vs. Systemtest
Bezugsbasis des **Systemtests** ist die Funktionale Spezifikation, d. h. ein Dokument, das die über die Benutzeroberfläche laut Anforderungsspezifikation bereit zu stellenden Systemfunktionen präzise spezifiziert. Wie die Systemfunktionen softwaretechnisch realisiert werden, wird hierbei explizit ausgeklammert. Der Systemtest soll nachweisen, dass die spezifizierten Funktionen im Rahmen der spezifizierten Systemoberfläche tatsächlich zur Verfügung stehen und von den Nutzern des Systems fehlerfrei ausgeführt werden können.
- Systementwurf vs. Integrationstest
Bezugsbasis des **Integrationstests** ist der Systementwurf, d. h. ein Dokument, das die aus der Funktionalen Spezifikation abzuleitende Systemarchitektur beschreibt. Die Systemarchitektur besteht z. B. aus einer Anordnung miteinander interagierender Module, die der Bereitstellung der geforderten Systemfunktionen dienen. Der Integrationstest soll nachweisen, dass die erstellten Module gemäß der spezifizierten Systemarchitektur zu einem funktionsfähigen Anwendungssystem zusammengefügt (integriert) werden können.
- Modulentwurf vs. Modultest
Bezugsbasis des **Modultests** ist die Modulspezifikation, d. h. ein Dokument, das die in der Systemarchitektur ausgewiesenen Module und Modulbeziehungen hinsichtlich Modulfunktionen und -schnittstellen spezifiziert. Der Modultest soll nachweisen, dass der in der Phase der Implementierung erstellte Modulcode der Spezifikation entspricht und dass die Modulfunktionen korrekt ausgeführt werden.

Das V-Modell besitzt erhebliche praktische Bedeutung. Einerseits wird es in der Privatwirtschaft eingesetzt, und andererseits stellt es einen Standard für IT-Entwicklungsprojekte der Bundesrepublik Deutschland dar. Was die Bundesrepublik Deutschland betrifft, wird

seine Anwendung für zivile und militärische IT-Entwicklungsprojekte empfohlen. Ab dem Jahr 1986 wurde das ursprüngliche V-Modell sukzessive weiterentwickelt und an Neuerungen in der Softwaretechnik (z. B. Objektorientierung, Agilität) angepasst. Das derzeit gültige V-Modell XT (aktuelle Version 2.3 vom März 2019) umfasst eine Vielzahl von so genannten Vorgehensbausteinen, die z. B. Entwicklungsaktivitäten aus den Bereichen Projektmanagement, Qualitätssicherung, Konfigurations- und Änderungsmanagement abdecken. Die Bausteinkonzeption gestattet die Anpassung des V-Modells an z. B. unterschiedliche Projektgrößen (ausgedrückt durch XT für Extreme Tailoring), die stärkere Einbindung des Auftraggebers mittels spezieller Vorgehensbausteine und die Ausrichtung auf agile Ansätze. So wird z. B. keine strikte zeitliche Abfolge von Aktivitäten vorgeschrieben.

13.2.3 Methoden der strukturierten Systementwicklung

Von den in Abb. 13.14 genannten Methoden der strukturierten Systementwicklung wird nachfolgend eine Auswahl behandelt. Gewählt wird eine Gliederung nach den zentralen Entwicklungsaktivitäten Analyse, Entwurf, Implementierung und Test.

Analyse

In der strukturierten Softwareentwicklung spielt die **Anforderungsanalyse** eine zentrale Rolle. Einerseits bildet sie den Ausgangspunkt für den Systementwurf und die Bezugsbasis für die Systemabnahme. Andererseits resultiert ihre Bedeutung aus dem besonders hohen Aufwand, den die (späte) Behebung von frühen Entwicklungsfehlern verursacht. Auch aus diesem Grunde sind Anwender und Benutzer unbedingt in die Analyse einzubeziehen.

Eine Analysemethode, die

- gleichermaßen für Systementwickler und Benutzer verständlich ist,
- von ab dem Entwurf zu klarenden Realisierungsdetails abstrahiert und
- die Spezifizierung sehr komplexer Zusammenhänge der Informationsverarbeitung gestattet,

ist z. B. die Methode „**Structured Systems Analysis**“ (SSA) von Gane und Sarson (1979a, 1979b). Sie dient der Datenfluss-orientierten Beschreibung von Informationsverarbeitungsprozessen und umfasst zwei Kernkomponenten:

- eine grafischen Sprache zur Erstellung von Datenflussdiagrammen (**Data Flow Diagram**, DFD) und
- ein Datenlexikon (**Data Dictionary**, DD) zur Beschreibung der Elemente eines DFDs.

Ein DFD wird mittels der in Abb. 13.18 gezeigten Notation erstellt. Sie umfasst lediglich vier Grundelemente, ist aber aufgrund eines verwendeten Verfeinerungskonzepts äußerst mächtig. Den Symbolen wurden in Abb. 13.18 konkrete Beispiele für die in der Notation vorgesehenen Identifier und Bezeichner zugeordnet.

Einen Auszug aus einem Datenflussdiagramm, das ein Tourenplanungssystem spezifiziert, zeigt Abb. 13.19. Pfeile mit zwei Spitzen repräsentieren zwei identische Datenflüsse mit gegensätzlicher Richtung.

Als Quellen und Senken treten hier Stelleninhaber (z. B. Lademeister) und Abteilungen (z. B. Fuhrparkverwaltung) eines Unternehmens sowie dessen Kunden (Kunde) auf. Der Prozess Aufträge verwalten dient der Erfassung und Aufbereitung von Aufträgen. Dazu wird auch auf Artikel- und Kundenstammdaten zugegriffen. Die aufbereiteten Aufträge werden im Speicher Auftragsbestand abgelegt. Neben Artikel- und Kundenstammdaten gehören auch Fahrzeug- und Fahrerstammdaten zu den mit dem Prozess Stammdaten verwalten erfassten und aktualisierten Daten. Für die Pflege des Entfernungswerks ist der Prozess Entfernungswerkverwaltung vorgesehen. Die Planung von Touren übernimmt der Prozess Touren planen, der hierzu auf eine ganze Reihe von Datenspeichern zugreift.

Sämtliche genannten Prozesse sind komplex und bedürfen daher der Verfeinerung. Die SSA-Methode sieht hierzu das Konzept der „Prozess-Explosion“ (engl. process explosion) vor. Er macht das Innere eines Prozesses sichtbar. Ergebnis sind eine Zerlegung des Prozesses in Subprozesse sowie zusätzliche Datenspeicher und Datenflüsse. Bei Bedarf kann

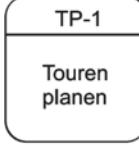
Symbol	Benennung	Bedeutung
	doppeltes Quadrat	Quelle oder Senke von Daten (mit Beispiel für Bezeichner)
	Pfeil	Datenfluss (mit Beispiel für Bezeichner)
	abgerundetes Rechteck	Prozess, der Datenflüsse transformiert (mit Beispiel für Identifier und Bezeichner)
	offenes Rechteck	Datenspeicher (mit Beispiel für Identifier und Bezeichner)

Abb. 13.18 Notation zur Erstellung von Datenflussdiagrammen (vgl. Gane und Sarson 1979)

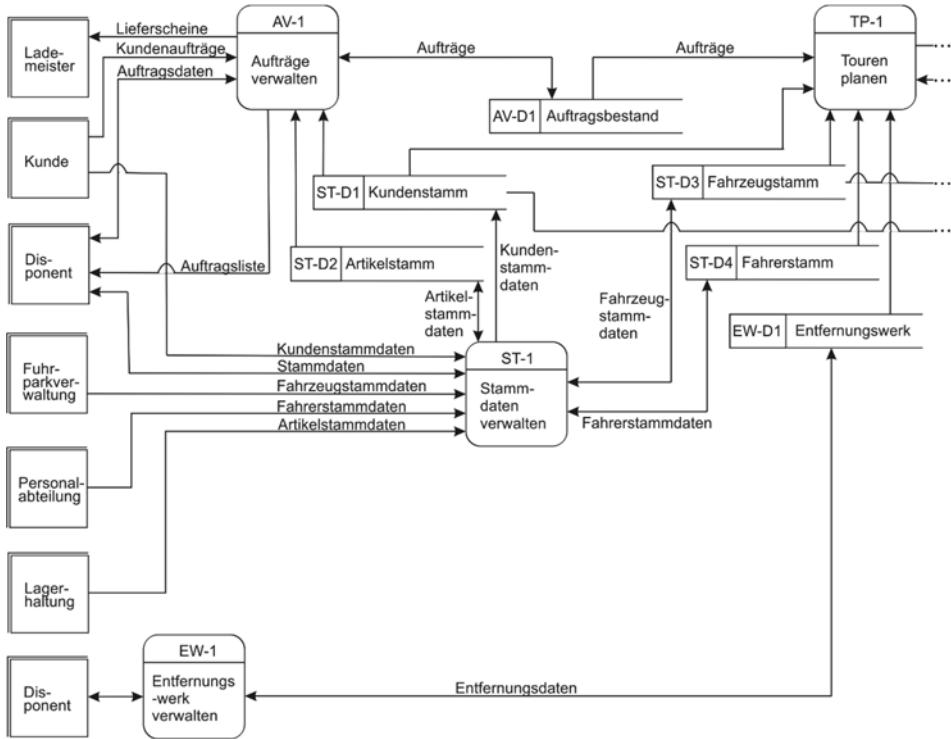


Abb. 13.19 Beispiel für Datenflussdiagramm (Auszug)

die Verfeinerung über mehrere Stufen hinweg erfolgen. Ein Beispiel für die Prozessverfeinerung zeigt Abb. 13.20.

Die Verfeinerung des Prozesses Touren planen führt zu drei Subprozessen. Der erste Subprozess dient der Bereitstellung spezieller, für die Tourenberechnung benötigter Daten durch den Disponenten. Die Tourenberechnung selbst erfolgt über die Ermittlung einer Ausgangslösung und deren anschließende Verbesserung. Das Berechnungsergebnis wird im Speicher Tourenpläne abgelegt.

Die zweite Kernkomponente der SSA-Methode, das Datenlexikon, dient der Detailspezifikation der Elemente von DFDs. Es enthält detaillierte Beschreibungen von:

- Datenelementen mit Angaben wie Name, Kurzbeschreibung, Synonyma, Wertebereich und Länge in Zeichen.
- Datenstrukturen mit Angaben wie Name, Kurzbeschreibung, enthaltene Sub-Datenstrukturen und Datenelemente.
- Datenflüssen mit Angaben wie Name, Kurzbeschreibung, Quellenreferenz, Senkenreferenz, enthaltene Datenstrukturen und Datenelemente.
- Datenspeichern mit Angaben wie Name, Kurzbeschreibung, Datenflüsse hinein, Datenflüsse hinaus, enthaltene Datenstrukturen und Datenelemente.

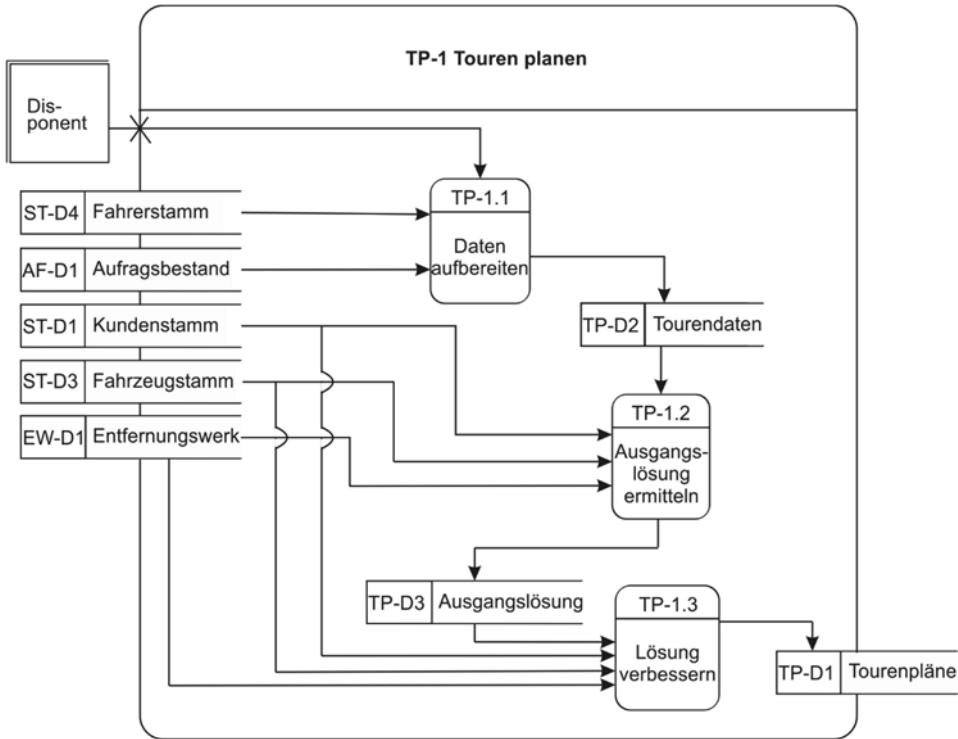


Abb. 13.20 Verfeinerung des Prozesses Touren planen

- Prozessen mit Angaben wie Name, Kurzbeschreibung, Datenflüsse hinein, Datenflüsse hinaus, Beschreibung Prozesslogik.

Auf der Grundlage dieser Angaben können DFDs automatisch generiert sowie hinsichtlich Vollständigkeit und Konsistenz überprüft werden.

DFDs ermöglichen in Verbindung mit einem Datenlexikon eine sehr detaillierte Spezifikation von Systemanforderungen. Sie ist nicht nur für Auftraggeber, Anwender, Nutzer und Entwickler verständlich, sondern bildet auch eine geeignete Grundlage für den Systementwurf und die Systemabnahme.

Entwurf

Ausgehend von der Spezifikation der Anforderungen an ein Anwendungssystem befasst sich der **Entwurf** mit der Zerlegung des Systems in Systembausteine und der Spezifizierung der Systembausteine. Die Spezifikation des Entwurfs bildet die Grundlage für die Systemimplementierung.

In den 1970er-Jahren haben sich verschiedene Autoren mit dem Softwareentwurf befasst. Bekannt geworden sind u. a. die Entwurfskonzepte „**Structured Design**“ (vgl.

z. B. Stevens et al. 1974; Yourdon und Constantine 1979) und „Composite Design“ (vgl. Myers 1975) sowie das für den Entwurf bedeutsame Geheimnisprinzip (vgl. Parnas 1972). Entstanden ist ein Entwurfskonzept der strukturierten Softwareentwicklung, das zwei aufeinander folgende Entwurfsaktivitäten vorsieht:

- den Systementwurf und
- den Modulentwurf.

► **Definition** Der **Systementwurf**, auch bezeichnet als Entwurf der **Systemarchitektur** (engl. architectural design) oder Grobentwurf, beinhaltet die strukturelle Gestaltung eines Softwaresystems und erstreckt sich auf folgende Gestaltungsaufgaben:

- Zerlegung des Systems in interagierende Systembausteine bzw. Module,
- Festlegung der von den Modulen zu erbringenden Leistungen (Modulfunktionen) und
- Definition der Schnittstellen, über die sich der Leistungsaustausch vollzieht (Modulschnittstellen).

Ein Softwaresystem besteht demnach aus einer Anordnung von Modulen, die per Leistungsaustausch über Schnittstellen interagieren. Zu unterscheiden ist dabei zwischen Leistungsimport und -export.

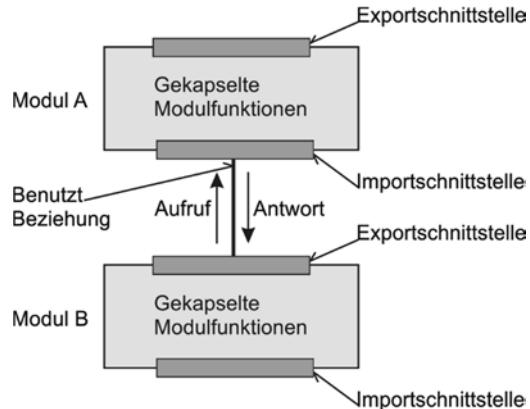
► Ein **Modul** ist ein Softwarebaustein, der bestimmte Modulfunktionen zur Erstellung von Leistungen umfasst und hierzu benötigte Leistungen von anderen Modulen über seine Importschnittstelle bezieht und/oder eigene Leistungen anderen Modulen über seine Exportschnittstelle zur Verfügung stellt.

Export und Import von Leistungen werden durch den Aufruf von Modulfunktionen initiiert. Hierbei liegt eine hierarchische Austauschbeziehung vor. Sie wird auch als **Benutzt-Beziehung** bezeichnet, da ein übergeordneter Modul Funktionen eines untergeordneten Moduls benutzt. Ein schematisches Beispiel zeigt Abb. 13.21.

Die mittels einer Verbindungsleitung zwischen den Modulen A und B repräsentierte **Benutzt-Beziehung** steht für folgenden Zusammenhang: Der hierarchisch übergeordnete Modul A fordert von Modul B eine Leistung durch Aufruf einer Modulfunktion des Moduls B an. Der hierarchisch untergeordnete Modul B führt die fragliche Funktion aus und stellt das Ergebnis dem Modul A als Antwort zur Verfügung.

Die Bezeichnung „gekapselte Modulfunktionen“ deutet auf das Geheimnisprinzip (engl. information hiding) hin. Demnach soll die Art und Weise der Implementierung der Modulfunktionen, also das „Wie“, verborgen bzw. in einen Modul eingeschlossen werden (Kapselung). Für die Benutzung genügt die Kenntnis des „Was“, also die Art der aufrufbaren Funktionen und der Schnittstelle für den Aufruf. Änderungen von Modulinterna, z. B. zur Verbesserung des Laufzeitverhaltens, wirken sich daher bei unveränderter Schnittstelle nicht auf andere Module aus.

Abb. 13.21 Schematische Darstellung der Benutzt-Beziehung zwischen zwei Modulen



Auf dem Modulkonzept und der Benutzt-Beziehung beruhende Architekturen von Softwaresystemen besitzen eine hierarchische Struktur. Ihre grafische Darstellung bezeichnet man als **Moduldiagramm** (engl. **structure chart**). Die Moduldiagramme komplexerer Anwendungssysteme zeigen eine strukturelle Gemeinsamkeit: Sie bestehen aus mehreren übereinander liegenden Schichten von Modulen, wobei die Module einer Schicht schichtspezifische Aufgaben übernehmen. So unterscheidet z. B. Schaede (1981) vier Schichten von Modulen:

- 1. Schicht: Steuermodule; sie repräsentieren die Benutzeroberfläche (engl. graphical user interface, GUI) und steuern den Arbeitsablauf durch Aufruf untergeordneter Module gemäß den Benutzereingaben.
- 2. Schicht: problemorientierte Module; sie stellen Funktionen zur Bearbeitung von Problemen des zugrunde liegenden Anwendungsbereichs bereit.
- 3. Schicht: Verwaltungsmodule; sie dienen der Aufbereitung und Manipulation der von den problemorientierten Modulen benötigten Daten.
- 4. Schicht: Zugriffsmodule; sie extrahieren von Verwaltungsmodulen angeforderte Daten aus der Datenbasis bzw. Datenbank.

Von einer schichtartigen Systemarchitektur verspricht man sich Vorteile für die Systempflege. So sollten sich Hardware- und Betriebssystemänderungen allenfalls auf die beiden unteren Schichten auswirken. Änderungen von Anforderungen, die nicht die Datenhaltung betreffen, sollten dagegen nur Module der beiden oberen Schichten tangieren. Die Vorteilhaftigkeit der nach Systemsteuerung/Benutzeroberfläche, Problembehandlung und Datenhaltung differenzierenden Schichtenarchitektur zeigt sich auch daran, dass sie in das später entwickelte Client/Server-Computing eingeflossen ist.

Ein stark vereinfachtes Beispiel eines Moduldiagramms für ein Tourenplanungssystem zeigt Abb. 13.22.

Der Hauptmodul „Tourenplanungssystem“ ermöglicht per Hauptmenü die Verzweigung in drei weitere Steuermodule. Nach Wahl des Moduls „Datenverwaltung“ können ent-

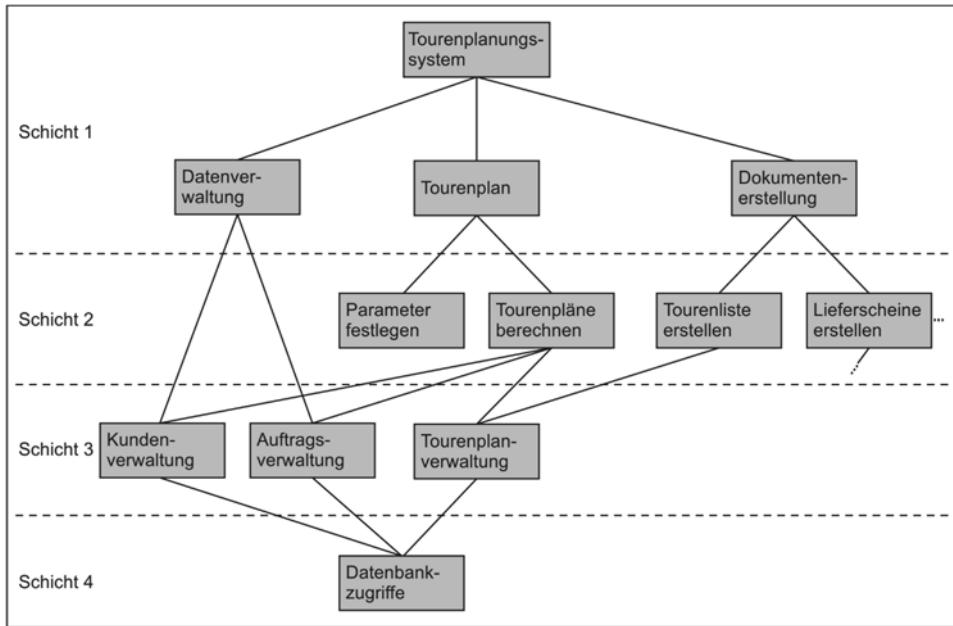


Abb. 13.22 Demonstrationsbeispiel für ein Moduldiagramm

weder Kunden- oder Auftragsdaten verwaltet, d. h. eingegeben, geändert oder gelöscht, werden. Die Zugriffe zu den in einer Datenbank abgelegten Dateien (Kunden- und Auftragsdatei) übernimmt der Modul „Datenbankzugriffe“. Nach Verzweigung zum Modul „Touren planen“ können zunächst Parameter des Planungsverfahrens eingegeben oder verändert werden. Danach können unter Zugriff auf Kunden- und Auftragsdaten Tourenpläne berechnet und unter Nutzung der Module „Tourenpläne verwalten“ und „Datenbankzugriffe“ in einer Datenbank abgelegt werden (Tourenplandatei). Nach Verzweigung zum Modul „Dokumente erstellen“ kann z. B. zum Modul „Tourenliste erstellen“ weiterverzweigt werden und unter Nutzung der Module „Tourenpläne verwalten“ und „Datenbankzugriffe“ eine Tourenliste erstellt und ausgegeben werden.

Unter „Verzweigung zum Modul ...“ und „unter Nutzung des Moduls ...“ ist jeweils der Aufruf von Funktionen des referenzierten Moduls durch einen übergeordneten Modul zu verstehen. Im Moduldiagramm sind diese Funktionen nicht sichtbar. Sichtbar werden sie erst in der zweiten Entwurfsaktivität, dem Modulentwurf.

► Der **Modulentwurf**, auch bezeichnet als Feinentwurf (engl. detailed design), beinhaltet die Spezifikation der Module eines Softwaresystems und erstreckt sich auf zwei Gestaltungsaufgaben:

- Detaillierte Spezifikation der Import- und Exportschnittstellen der Module und
- detaillierte Spezifikation der in den Modulen gekapselten Daten und Funktionen.

Eine detaillierte Spezifikation ist erforderlich, um eine präzise Grundlage für die Modulimplementierung zu schaffen. Als Spezifikationsmittel bieten sich an:

- Ein einheitliches Modulbeschreibungsschema, das die grundsätzliche Struktur eines Moduls abbildet.
- Eine semiformale Beschreibungssprache wie etwa ein Pseudocode, um weitgehend eindeutige Beschreibungen zu ermöglichen.

► Ein **Pseudocode** ist eine Kunstsprache, die Ähnlichkeiten mit Programmiersprachen aufweist und der Beschreibung von Algorithmen dient. Verbindliche Sprachregeln existieren nicht. Üblich ist jedoch die Verwendung von auch in Programmiersprachen gebräuchlichen Schlüsselwörtern sowie von Konstrukten der strukturierten Programmierung in Verbindung mit verbal-sprachlichen Formulierungen.

Ein Beispiel für ein Modulbeschreibungsschema zeigt Abb. 13.23. Schlüsselwörter sind in Großbuchstaben und Bezeichner in Kleinbuchstaben dargestellt.

Aus Vereinfachungsgründen wurden in Abb. 13.23 die Kapselung von Daten im Modulrumpf und der Export von Daten in der Exportschnittstelle nicht berücksichtigt. Die Exportliste in der **Modulschnittstelle** beinhaltet die exportierten Funktionen, hier bezeichnet als Prozeduren. Auf den Prozedurnamen folgt jeweils eine Parameterliste, in der unter „IN“ die mit dem Prozeduraufrufl übergebenen Daten und unter „OUT“ die als Ergebnis der Procedurausführung zurückgegebenen Daten benannt werden. Die Importliste verzeichnet dagegen nur die importierten Prozeduren, allerdings unter Angabe ihrer

Abb. 13.23 Einfaches Beispiel für ein Modulbeschreibungsschema

MODUL modulname	Modul- identifikation
SCHNITTSTELLE EXPORTLISTE PROC prozedurname (IN: ...; OUT: ...); ... IMPORTLISTE PROC prozedurname FROM modulname; ... END-SCHNITTSTELLE	Modul- schnittstelle
FUNKTION EXPORTIERE PROZEDUREN prozedurname; {Beschreibung der Prozedur} END prozedurname; ... MODULINTERNE PROZEDUREN prozedurname; {Beschreibung der Prozedur} END prozedurname; ...	Modul- rumpf
END FUNKTION END MODUL modulname	

MODUL Tourenplanungssystem	MODUL Datenverwaltung
SCHNITTSTELLE IMPORTLISTE PROC datverw FROM Datenverwaltung; PROC tourplan FROM Tourenplan ; PROC dokerst FROM Dokumentenerstellung; END SCHNITTSTELLE	SCHNITTSTELLE EXPORTLISTE PROC datverw: IMPORTLISTE PROC kdndatverw FROM Kundenver- waltung; PROC aufrdatverw FROM Auftragsver- waltung; END SCHNITTSTELLE
FUNKTION MODULINTERNE PROZEDUREN zugberprüfen: Prüfen der Zugangsberechtigung mittels Passwortmethode; END zugberprüfen fktnberwahl: Anzeige des Hauptmenüs mit den drei Aufga- benbereichen „Datenverwaltung“, „Touren- plan“ und „Dokumentenerstellung“; IF fktnber = „Datenverwaltung“ THEN CALL datverw; IF fktnber = „Tourenplan“ THEN CALL tourplan; IF fktnber = „Dokumentenerstellung“ THEN CALL dokerstell; END fktnberwahl; END FUNKTION END Tourenplanungssystem	FUNKTION EXPORTIERTE PROZEDUREN datverw: Anzeige Datenverwaltungs-Menü; IF datber = „Kundenverwaltung“ THEN CALL kdndatverw; IF datber = „Auftragsverwaltung“ THEN CALL aufrdatverw; END datverw; END FUNKTION END MODUL Datenverwaltung

Abb. 13.24 Einfache Beispiele für die Beschreibung von zwei Steuermodulen

Herkunft. Im Modulrumpf werden die exportierten sowie die modulinternen Prozeduren benannt und beschrieben.

Als vereinfachte Beispiele sind auszugsweise Modulbeschreibungen der Module „Tourenplanungssystem“ und „Datenverwaltung“ des obigen Moduldiagramms in Abb. 13.24 dargestellt. Mit der Darstellung sollen die Realisierung der Benutzt-Beziehung über Prozeduraufrufe und (ansatzweise) die semiformalen Prozedurbeschreibung demonstriert werden.

Der Hauptmodul „Tourenplanungssystem“ an der Spitze der Modulhierarchie importiert lediglich die in der Importliste verzeichneten Prozeduren. Daher fehlt eine Exportliste und der Modulrumpf umfasst nur interne Prozeduren. Die erste gelistete Prozedur wird kurz verbal beschrieben, die zweite dagegen auch semiformal unter Verwendung üblicher Schlüsselwörter. Die zweite Prozedur dient der Menü-gesteuerten Auswahl eines der drei Aufgabenbereiche des Systems mittels dreier IF-THEN-Bedingungen. Wird im Hauptmenü z. B. „Daten-verwaltung“ gewählt, dann ist die erste IF-THEN-Bedingung erfüllt und es wird die Prozedur „datverw“ des Moduls „Datenverwaltung“ aufgerufen. Diese Prozedur ist in der Exportliste des Moduls „Datenverwaltung“ verzeichnet und wird in dessen Rumpf beschrieben. Der Aufruf erfolgt mit der Anweisung „CALL datverw“. Die Prozedur dient der Auswahl des zu verwaltenden Datenbereichs mittels zweier IF-THEN-Bedingungen wie eben beschrieben.

Implementierung

► Als **Implementierung** (engl. implementation) bezeichnet man die Programmierung eines Softwaresystems unter Verwendung einer Programmiersprache, aber auch seine Konfigurierung und Anpassung. Bei modular strukturierten Softwaresystemen umfasst die Implementierung auch die Zusammenfassung/Integration der programmierten Module zu einem Gesamtsystem.

Im Folgenden steht die für den **strukturierten Entwicklungsansatz** charakteristische Vorgehensweise bei der Programmierung im Vordergrund, die strukturierte Programmierung. Sie beruht auf Konzepten, die über den strukturierten Ansatz hinaus Verbreitung gefunden haben und nahezu in allen heute gebräuchlichen Programmiersprachen zur Verfügung stehen.

Anlass für die Entwicklung der strukturierten Programmierung in den 1960er-Jahren waren Schwierigkeiten beim Nachvollziehen von Programmen, die im schlechten Programmierstil abgefasst wurden. Als besonders problematisch erwies sich die undisziplinierte Verwendung der Sprunganweisung, d. h. des GOTO. Es führt zu einem undurchschaubaren „Spaghetticode“. Einem GOTO sieht man nämlich nicht an, ob es z. B. das Ende einer Wiederholungsschleife oder den Abschluss einer Fallunterscheidung bezeichnet. Dijkstra (1968) hat daher vorgeschlagen, auf das GOTO völlig zu verzichten.

Angestrebt wurde seither eine Strukturierung von Programmen derart, dass die Abfolge der Aktivitäten im Programmablauf – der so genannte Kontrollfluss – klar erkennbar ist. Erreicht wurde dies mit der strukturierten Programmierung.

► Als **strukturierte Programmierung** bezeichnet man den Aufbau von Programmen als lineare Abfolgen von so genannten **Kontrollstrukturen** derart, dass eine Kontrollstruktur die Kontrolle von ihrem unmittelbaren Vorgänger erhält und an ihren unmittelbaren Nachfolger weitergibt. Bei den Kontrollstrukturen kann es sich um elementare oder aber um komplexe Strukturen handeln, die aus elementaren Strukturen zusammengesetzt sind.

Auf die Frage, aus welchen (elementaren) Kontrollstrukturen Algorithmen oder Programme zu bilden sind, gibt der „Satz von Böhm und Jacopini“ eine Antwort. Er lautet sinngemäß (vgl. Böhm and Jacopini 1966):

► Zu jedem **Algorithmus** gibt es einen äquivalenten Algorithmus, der sich durch je ein Sprachmittel zur Beschreibung von Sequenz, Auswahl und Wiederholung darstellen lässt.

Demnach kann jedes Programm aus drei Grundbausteinen, nämlich je einem für Sequenz, Auswahl und Wiederholung gebildet werden. Aus Flexibilitätsgründen ist es sinnvoll, mehr als drei Grundbausteine zu verwenden. Eine Auswahl üblicher Grundbausteine bzw. elementarer Kontrollstrukturen der strukturierten Programmierung zeigt Abb. 13.25 in drei verschiedenen Notationsformen mit gleicher Bedeutung.

Kontrollstruktur	Erläuterung	Notationsform		
		Flussdiagramm	Struktogramm	Pseudocode (Beispiel)
Sequenz	Die lineare Abfolge der Strukturböcke A, B, C wird in dieser Reihenfolge ausgeführt.	<pre> A B C </pre>	<pre> A B C </pre>	A; B; C;
Einseitige Auswahl	Falls die Bedingung bed erfüllt ist, wird Strukturblock A ausgeführt.	<pre> graph TD bed{bed} -- TRUE --> A[A] bed -- FALSE --> Next[] A --> Next </pre>	<pre> bed / \ TRUE FALSE A </pre>	IF bed THEN A;
Zweiseitige Auswahl	Falls die Bedingung bed erfüllt ist, wird Strukturblock A ausgeführt, andernfalls Block B.	<pre> graph TD bed{bed} -- TRUE --> A[A] bed -- FALSE --> B[B] A --> Next[] B --> Next </pre>	<pre> bed / \ TRUE FALSE A B </pre>	IF bed THEN A ELSE B;
Wiederholung mit Anfangsabfrage	Solange die Bedingung bed erfüllt ist, führe Strukturblock A wiederholt aus.	<pre> graph TD bed{bed} -- TRUE --> A[A] A --> bed bed -- FALSE --> Next[] </pre>	<pre> bed / \ TRUE FALSE A </pre>	WHILE bed DO A;
Wiederholung mit Endabfrage	Führe Strukturblock A aus und wiederhole die Ausführung von Block A solange bis die Bedingung bed erfüllt ist.	<pre> graph TD A[A] --> bed{bed} bed -- FALSE --> Next[] bed -- TRUE --> A </pre>	<pre> A bed / \ TRUE FALSE A </pre>	REPEAT A UNTIL bed;

Abb. 13.25 Einige Kontrollstrukturen der strukturierten Programmierung in unterschiedlicher Notationsform

Aufgrund ihrer blockartigen grafischen Darstellung werden A, B und C in Abb. 13.25 auch als Strukturböcke bezeichnet. Ein solcher Strukturblock kann aus einer einzelnen Anweisung, Auswahl oder Wiederholung, aber auch aus einer komplexen Kontrollstruktur bestehen.

Test

Der **Test** eines Softwaresystems ist kein einmaliger, punktueller Vorgang, sondern ein mehrstufiger Prozess. Er umfasst mehrere aufeinander folgende Testphasen, die bereits bei der Behandlung des V-Modells vorgestellt und erläutert wurden (vgl. Abschn. 13.2.2):

- Modultest,
- Integrationstest,
- Systemtest und
- Abnahmetest.

Aus Effizienzgründen ist es nicht sinnvoll, strikt sequenziell vorzugehen und zuerst alle Module zu implementieren, dann einzeln zu testen und erst danach zu einem System zusammenzufügen und zu testen. Sinnvoll ist vielmehr eine inkrementelle Vorgehensweise, die eine Überlappung von Modulimplementierung, Modultest und Integrationstest vorsieht. Hierzu bieten sich verschiedene Strategien, bezeichnet als Implementierungs- und Teststrategien, an. Zur Durchführung von Tests in den genannten Testphasen stehen verschiedene Testmethoden zur Verfügung. Bei ihrer Anwendung spielt die Bereitstellung geeigneter Testdaten eine zentrale Rolle. Behandelt werden daher im Folgenden:

- Implementierungs- und Teststrategien
- Testmethoden und
- Auswahl von Testdaten.

Inkrementelle Implementierungs- und Teststrategien besitzen gegenüber nicht-inkrementellen Vorgehensweisen erhebliche Vorteile. So werden z. B. nicht verträgliche Schnittstellen zwischen Modulen frühzeitig entdeckt, weniger Hilfsmodule für die Tests benötigt und sukzessiv erweiterte, lauffähige Teilsysteme erzeugt. Hilfsmodule dienen der Nachbildung der Umgebung von Testobjekten. Zu unterscheiden ist zwischen Treiber- und Stubmodulen:

- ▶ Ein **Treibermodul**, oder kurz Treiber, ist z. B. eine vorläufige Version eines Moduls, die dem Aufruf sämtlicher Prozeduren der diesem Modul unmittelbar untergeordneten Module zu Testzwecken dient.
- ▶ Ein **Stubmodul**, oder kurz Stub, ist z. B. eine vorläufige Version eines Moduls, die es diesem Modul unmittelbar übergeordneten Modulen gestattet, „Dummies“ anstelle fertiger Prozeduren zu Testzwecken aufzurufen.

Treiber und Stubs ermöglichen somit den Test der Export- und Importschnittstellen eines Moduls. Sofern sie als vorläufige Modulversionen realisiert werden, können sie später zu vollständigen Modulen ausgebaut werden und damit zur Reduzierung des Entwicklungsaufwands beitragen.

Man unterscheidet zwei Grundformen des inkrementellen Vorgehens, die Top-down- und die Bottom-up-Vorgehensweise. Sie führen zu unterschiedlichen Implementierungs- und Testplänen, wie das einfache Beispiel in Abb. 13.26 zeigt.

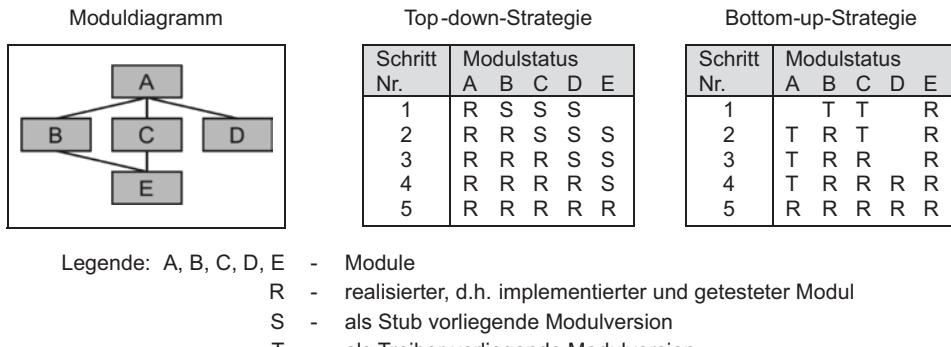


Abb. 13.26 Einfache Beispiele für Implementierungs- und Testpläne

Beide Implementierungs- und Testpläne führen in fünf Schritten für alle fünf Module zu dem Status R, d. h. implementiert und getestet. Als Hilfsmodule für den Test werden bei der Top-down-Strategie nur Stubs und bei der Bottom-up-Strategie nur Treiber benötigt. Beide Strategien besitzen spezifische Vor- und Nachteile. Als Vorteile der Top-down-Strategie gelten z. B. das frühzeitige Entstehen arbeitsfähiger Systemversionen und der frühzeitige Test wichtiger, die Systemfunktionen betreffender Schnittstellen. Nachteilig ist dagegen der erst relativ spät mögliche Aufbau von Datenbeständen. Bei der Bottom-up-Strategie liegen etwa umgekehrte Verhältnisse vor. Nachteile dieser beiden ebenenweise vorgehenden „reinen“ Strategien lassen sich durch Modifikation des Vorgehens erheblich mildern. Im Fall der Top-down-Strategie z. B. durch die Anwendung einer „Tiefenstrategie“, bei der statt des ebenenweisen Vorgehens („Breitenstrategie“) jeweils frühzeitig zu tieferen Ebenen fortgeschritten wird. So entsteht zunächst ein alle Ebenen umfassendes „schmales“ Teilsystem, das dann in die Breite wächst.

Den bei der Softwareentwicklung angewandten Testmethoden liegt ein bestimmtes Verständnis des Softwaretests zugrunde. Es wird besonders deutlich, wenn man es der Verifikation von Software gegenüberstellt.

► Als **Software- oder Programmverifikation** bezeichnet man in der Theoretischen Informatik den mathematischen Korrektheitsbeweis eines Programms in Bezug auf die zugrunde liegende Programmspezifikation.

Methoden des Korrektheitsbeweises stellen sehr hohe Anforderungen an die Genaugigkeit der Programmspezifikation, denen die in der Softwareentwicklung praktizierten Spezifikationsmethoden nicht genügen. Vielmehr bedarf es exakterer Methoden, wie z. B. der algebraischen Spezifikation. Derartige Methoden spielen jedoch in der routinemäßig betriebenen Softwareentwicklung eine (noch) unbedeutende Rolle.

Bescheidener ist der Anspruch, von dem der Softwaretest ausgeht. Abgezielt wird nicht auf den Beweis der Fehlerfreiheit, sondern auf die Fehlerentdeckung:

- Als **Softwaretest** bezeichnet man die Anwendung von Testmethoden auf Testobjekte (Module, Teilsysteme, Systeme) mit dem Ziel, möglichst viele Fehler in Bezug auf die Spezifikation des Testobjekts aufzudecken.

Der Softwaretest geht von der Annahme aus, dass ein neu erstelltes Testobjekt Fehler enthält. Ein Test ist folglich erfolgreich oder produktiv, wenn er viele Fehler aufdeckt. Er wird beendet, wenn er unproduktiv wird.

Die Breite möglicher **Softwarefehler** ist enorm. Unterscheiden lassen sich z. B. Fehler in Entwicklungsphasen, also Analyse-, Entwurfs- und Implementierungsfehler, sowie Fehler im Programmcode wie Datenreferenzfehler, Datendeklarationsfehler, Berechnungsfehler, Vergleichsfehler, Schnittstellenfehler und Ein-/Ausgabefehler. Im Einzelfall kann die Frage, ob tatsächlich ein Softwarefehler vorliegt, Interpretationsprobleme aufwerfen. So z. B. in der Analysephase, wie folgender von Myers (1976) mit „Is the moon an enemy rocket?“ umschriebene Problemfall zeigt:

Eine entwickelte frühe Version eines US-amerikanischen Frühwarnsystems sollte unbekannte Flugobjekte ausfindig machen, identifizieren und, wenn nötig, Abwehrmaßnahmen einleiten. Bei einem Test wurde mit dem System der aufgehende Mond als feindliches Flugobjekt erfasst. Vom Standpunkt des Anwenders, dem Department of Defense, sicherlich ein Softwarefehler. Aus der Sicht des Softwareentwicklers möglicherweise nicht, da die Anforderung gegeben war, jedes bewegliche Objekt aufzuspüren, das kein friedliches Flugzeug ist.

Vor der Anwendung einer **Testmethode** muss folglich die Bezugsbasis des Tests, also die Spezifikation des Testobjekts, eindeutig und zweifelsfrei vorgegeben sein. Im Einzelfall haben sich Auftraggeber/Anwender, Entwickler und Benutzer über die Bezugsbasis zu verständigen.

Was den Bereich der Testmethoden betrifft, ist zwischen personellen und computergestützten Vorgehensweisen zu unterscheiden. Abb. 13.27 enthält eine Übersicht wesentlicher personeller und computergestützter Testmethoden.

- Als **personelles Testen** (engl. human testing) bezeichnet man Methoden des nicht computergestützten Testens, die der Entdeckung von Softwarefehlern auf dem Wege des Nachvollziehens oder des „Durchspielen“ eines Testobjekts dienen.

Die Anwendung personeller Testmethoden empfiehlt sich vor Beginn des computergestützten Testens. Laut Myers (1991) wurden bei Experimenten durchschnittlich 40 % der gefundenen Programmfehler mit personellen Methoden entdeckt. Auf ihren Einsatz sollte man daher nicht verzichten. Zur Verfügung stehen die Methoden Codeinspektion, Walk-through und Schreibtischtest. Die Ideen zu den beiden ersten Methoden gehen auf Weinberg (1971) zurück. Sie liegen in eingeschränkter Form auch dem Schreibtischtest zu grunde. Eine kurze Charakterisierung der Methoden findet sich in Abb. 13.28.

Neben der Fehlerentdeckung sind bei personellen Testmethoden auch Seiteneffekte von Nutzen. Beispielsweise erhalten Programmautoren Rückmeldungen hinsichtlich

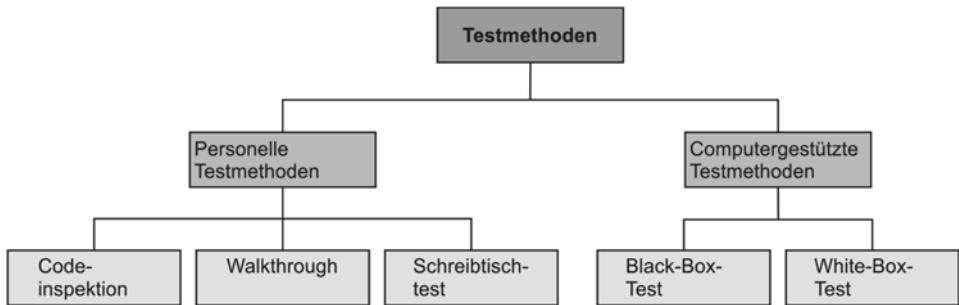


Abb. 13.27 Übersicht einiger wesentlicher Testmethoden

Personelle Testmethode	Durchführende Personen	Vorgehensweise
Code-inspektion	1 Moderator 1 Programmautor 1 Designer 1 Testspezialist	Der Moderator organisiert, leitet und protokolliert mehrere bis zu 2 Stunden dauernde Sitzungen, bei denen das Testteam den Programmcode liest und versucht, Fehler zu entdecken durch: <ul style="list-style-type: none"> • Nachvollzug der Programmlogik unter Anleitung eines der Programmautoren, • Analyse des Testobjekts anhand einer Checkliste mit bekannten Fehlern.
Walkthrough	1 Moderator 1 Programmautor 1 Testspezialist 1 Mitglied eines anderen Teams (optional)	Der Moderator organisiert, leitet und protokolliert mehrere etwa zweistündige Sitzungen, bei denen das Testteam unter Anleitung durch den Testspezialisten das Testobjekt im Geiste unter Verwendung einiger von dem Testspezialisten vorbereiteter Testfälle ausführt und zwar in der Absicht, Fehler zu entdecken.
Schreibtisch-test	1 Entwickler (kein Programmautor)	Einmanntest in der Form einer Codeinspektion oder eines Walkthrough.

Abb. 13.28 Kurze Charakterisierung personeller Testmethoden

Programmierstil und Programmiertechnik. Außerdem lernen alle Teammitglieder aus Fehlern.

- Als **computergestütztes Testen** bezeichnet man die Ausführung von Testobjekten unter Nutzung von Testdaten bzw. Testfällen, um aus dem Vergleich von so erzeugten und erwarteten Testergebnissen auf das Vorliegen von Softwarefehlern schließen zu können. Insbesondere wird durch Variation der Testdaten/Testfälle versucht, Umstände zu entdecken, unter denen sich Testobjekte nicht gemäß der jeweiligen Spezifikation verhalten, und auf diese Weise Softwarefehler einzugrenzen.

Bekanntere computergestützte Testmethoden sind der Black-Box-Test und der White-Box-Test. Während beim **Black-Box-Test** das Innere des Testobjekts nicht bekannt ist, beruht der **White-Box-Test** auf der Kenntnis der inneren Struktur des Testobjekts. Bei dem komplexeren White-Box-Test wird das Testobjekt durch den Einbau von z. B. Zählern in das Programm instrumentiert und es werden Testfälle aus der Programmstruktur abgeleitet und ausgeführt. Die Instrumentierung dient der Überprüfung des dynamischen Verhaltens des Datenobjekts, also des Kontroll- oder Datenflusses. Im Folgenden wird nicht weiter auf den White-Box-Test eingegangen.

Bei dem Black-Box-Test ist das Innere eines Testobjekts nicht von Interesse. Bekannt und für den Test von Interesse sind vielmehr:

- die Schnittstellen des Testobjekts, im Fall eines Moduls also die Export- und die Importschnittstelle, und
- die Funktion des Testobjekts, im Fall eines Moduls die exportierten Prozeduren (nicht aber deren Code).

Schnittstellen- und Funktionsbeschreibung gehen aus der Spezifikation des Testobjekts hervor. Sie bilden die Bezugsbasis für die Ausführung von Testfällen. Aus Aufwandsgründen ist ein vollständiger Test mit allen möglichen Testfällen nicht durchführbar. Der Black-Box-Test ist daher grundsätzlich nicht dazu geeignet, sämtliche Fehler eines Testobjekts aufzudecken. Jedoch kann durch die Verwendung auch einer begrenzten Anzahl geeigneter Testfälle eine hohe Produktivität erzielt werden.

Für die Auswahl von Testdaten/Testfällen wurden verschiedene Verfahren vorgeschlagen. Zwei bekanntere Verfahren werden nachfolgend kurz betrachtet:

- die Bildung von Äquivalenzklassen und
- die Grenzwertanalyse.

► Als **Äquivalenzklasse** bezeichnet man eine Menge von Testfällen, für die gilt: Für einen Testfall der Äquivalenzklasse verhält sich das Testobjekt in der gleichen Weise wie für alle anderen Testfälle der Äquivalenzklasse.

Als einfaches Beispiel für die Bildung von Äquivalenzklassen sei das Problem der Flächenberechnung eines gleichseitigen Dreiecks betrachtet, dessen ganzzahlige Seitenlänge einen gegebenen Maximalwert nicht überschreitet. Zu unterscheiden ist nun zwischen zulässigen und unzulässigen Dreiecken.

Für zulässige gleichseitige Dreiecke existiert eine Äquivalenzklasse, deren Testfälle aus drei gleichen ganzen Zahlen im Wertebereich von 1 bis zum Maximalwert sowie aus der zu einem Zahlentripel gehörigen Dreiecksfläche gehören. Im Fall beliebiger zulässiger Dreiecke wären dagegen deutlich mehr Äquivalenzklassen zu bilden, z. B. für gleichseitige, gleichschenklige und nicht gleichschenklige.

Einzubehalten sind allerdings auch unzulässige Testfälle. Beispiele für Äquivalenzklassen sind dann:

- Testfälle mit nicht ganzzahligen Werten.
- Testfälle mit negativen Werten.
- Testfälle mit weniger als drei Seitenangaben.

► Als **Grenzwertanalyse** bezeichnet man die Verwendung von Testfällen, die die Grenzen von Äquivalenzklassen abdecken oder in unmittelbarer Nähe der Grenzen liegen.

Die Grenzwertanalyse geht davon aus, dass bei der Behandlung von Grenzen in Programmen häufig(er) Fehler gemacht werden. Ihre Anwendung ist daher vergleichsweise produktiv. Bei dem Beispiel des gleichseitigen Dreiecks würde man z. B. folgende Testfälle (ohne Flächenwert) vorsehen: (0,0,0), (1,1,1), (2,2,2). Die Grenzwertanalyse ist allerdings nur für Testfälle mit Datenobjekten praktizierbar, deren Werte sich in eine Rangfolge bringen lassen (Ordinal- oder Kardinalskala). Dies trifft z. B. für die Datenobjekte „Auftragsnummer“ mit dem Wertebereich (000001, ..., 999999) und „Monat“ mit dem Wertebereich (1,2, ..., 12) zu, nicht aber für „Familienstand“ mit dem Wertebereich (ledig, verheiratet, geschieden, verwitwet).

13.3 Objektorientierter Entwicklungsansatz

Defizite des strukturierten Entwicklungsansatzes führten ab den 1980er-Jahren zu einem Paradigmenwechsel in der Systementwicklung, dem Übergang zur Objektorientierung (vgl. Balzert 1999). Die Neuorientierung betraf weniger das Vorgehen in Phasen. Dieses wurde beibehalten. Vielmehr ging es um ein phasenübergreifendes Gestaltungskonzept, das „Brüche“ in der Entwicklungstätigkeit vermeidet und ein anfänglich erstelltes Systemmodell durch sukzessive Konkretisierung in ein Anwendungssystem überführt. Der resultierende objektorientierte Entwicklungsansatz wird im vorliegenden Abschn. 13.3 behandelt. Da für die Implementierung verfügbare Programmiersprachen bereits in Abschn. 13.1.3.2 vorgestellt wurden und die in Abschn. 13.2.3 erläuterten Testkonzepte auch in der objektorientierten Systementwicklung von Bedeutung sind, liegt der Schwerpunkt auf der Analyse und dem Entwurf. Im Einzelnen wird eingegangen auf:

- Grundkonzepte der Objektorientierung (vgl. Abschn. 13.3.1),
- die objektorientierte Analyse (vgl. Abschn. 13.3.2) und
- den objektorientierten Entwurf (vgl. Abschn. 13.3.3).

Zur grafischen Veranschaulichung von objektorientierten Konzepten und Modellierungsbeispielen wird durchgängig die Modellierungssprache UML (Unified Modeling Lan-

guage) verwendet. Sie gilt inzwischen als allgemein anerkannter Sprachstandard für die objektorientierte Systementwicklung (vgl. Booch et al. 1998).

13.3.1 Grundkonzepte der Objektorientierung

Im vorliegenden Abschnitt wird zunächst der objektorientierte Entwicklungsansatz abgegrenzt (vgl. Abschn. 13.3.1.1). Hierbei werden wesentliche Grundkonzepte angesprochen, auf denen objektorientierte Analyse und Entwurf aufsetzen. Sie werden in den folgenden Abschnitten im Detail behandelt. Es sind dies:

- Objekte und Klassen (vgl. Abschn. 13.3.1.2),
- Botschaften (vgl. Abschn. 13.3.1.3),
- Assoziationen (vgl. Abschn. 13.3.1.4) und
- Vererbung (vgl. Abschn. 13.3.1.5).

13.3.1.1 Abgrenzung des objektorientierten Entwicklungsansatzes

Zweifellos hat der strukturierte Entwicklungsansatz zu einer signifikanten Steigerung der Entwicklungseffizienz und der Softwarequalität geführt. Funktionsfähige Anwendungssysteme von größerer Komplexität hätten ohne ingenieurmäßiges, methodisches Vorgehen kaum entwickelt werden können. Andererseits weist der strukturierte Ansatz einige Defizite auf. Insbesondere den oft beklagten Strukturbruch bei dem Übergang von der Analyse zum Entwurf. So wird bei dem Entwurf mit neuen Methoden völlig neu aufgesetzt und nicht etwa das Analyseergebnis unmittelbar in den Entwurf überführt. Forderungen nach „Durchgängigkeit“ der Methodik und Wiederverwendbarkeit der Entwicklungsergebnisse haben zur Entwicklung objektorientierter Programmiersprachen sowie des objektorientierten Entwicklungsansatzes geführt. Letzterer lässt sich etwa wie folgt abgrenzen:

- Der **objektorientierte Entwicklungsansatz** ist ein umfassendes, an Vorgehensphasen (Analyse, Entwurf, Implementierung und Test) orientiertes Konzept für die Softwareentwicklung, das die Konstruktion von Softwaresystemen aus Objekten vorsieht, die aus Daten und darauf ausführbaren Operationen bestehen und durch den Austausch von Botschaften interagieren.

Ein Strukturbruch bei dem Übergang zwischen Entwicklungsphasen tritt bei dem objektorientierten Ansatz nicht auf. Einerseits basieren Analyse und Entwurf auf den gleichen Grundkonzepten und andererseits unterstützen die in der Implementierungsphase verwendeten objektorientierten Programmiersprachen diese Konzepte. Wie bereits angedeutet, besteht die Entwicklung in einem kontinuierlichen Konkretisierungsprozess. Er umfasst etwa folgende Schritte:

- In der **Analysephase** wird ein aus Klassen von Objekten und Beziehungen zwischen Klassen (Assoziationen, Vererbung) bestehendes, noch grobes Systemmodell, das Klassendiagramm, konstruiert.
- In der **Entwurfsphase** wird das Klassendiagramm u. a. durch die Einführung zusätzlicher Klassen und die Vervollständigung der Klassendaten bzw. -attribute weiter konkretisiert.
- In der **Implementierungsphase** erfolgt mit der Programmierung der Klassen der letzte Konkretisierungsschritt.

Das Klassendiagramm stellt ein statisches Systemmodell dar. Was die dynamische Sicht, also die Modellierung von Benutzerinteraktion und Systemverhalten, betrifft, stehen mehrere Sprachmittel zur Verfügung. Wie die sprachlichen Konstrukte zur Modellierung der statischen Sicht sind sie Bestandteil des Sprachstandards UML. Als Beispiele seien das Anwendungsfalldiagramm zur Beschreibung von Anwendungsfällen (engl. use cases) und das Sequenzdiagramm zur Beschreibung des durch Benutzerinteraktionen ausgelösten Botschaftenaustauschs genannt.

Die genannten Konzepte und Methoden der objektorientierten Systementwicklung wurden primär in den 1990er-Jahren veröffentlicht. Anfänglich unterschiedliche Methoden und Notationen gingen relativ zügig in dem umfassenden **Sprachstandard UML** auf. Eine Übersicht wesentlicher Methoden und Sprachmittel des objektorientierten Ansatzes enthält Abb. 13.29.

13.3.1.2 Objekte und Klassen

Objekte und Klassen sind die grundlegenden Modellelemente des objektorientierten Entwicklungsansatzes.

Objektorientierter Ansatz der Systementwicklung	
Phasen	Methoden
Analyse und Entwurf	Objektorientierte Analyse-/Entwurfsmethoden gemäß den Vorschlägen von BOOCHE (1991), COAD und YOURDON (1991a und b), RUMBAUGH u.a. (1991) und JACOBSON u.a. (1992). Schaffung eines Sprachstandards durch Einführung der Unified Modeling Language (UML) nach BOOCHE, RUMBAUGH und JACOBSON (1998).
Implementierung	Objektorientierte Programmiersprachen wie Smalltalk, Java und insbesondere C++.
Test	Keine eigenständigen objektorientierten Testmethoden, jedoch Berücksichtigung objektorientierter Belange, wie z.B. Vererbung, bei der Anwendung bisheriger Testmethoden.

Abb. 13.29 Methoden des objektorientierten Ansatzes der Systementwicklung

► Als **Objekt** bezeichnet man die modellhafte Beschreibung eines klar abgegrenzten Phänomens eines Anwendungsbereichs. Es beinhaltet:

- Attribute und Attributwerte, die die wesentlichen Eigenschaften des Objekts abbilden, sowie
- Operationen, die auf Attributwerten ausgeführt werden und damit die Funktion eines Objekts bzw. sein Verhalten festlegen.

Objekte können der realen Welt, wie etwa Mitarbeiter oder Artikel, oder der gedanklichen Welt, wie etwa Auftrag oder Losgröße, entstammen. Objekte besitzen einen Zustand, der durch die zu einem bestimmten Zeitpunkt gegebenen Attributwerte definiert ist.

Objekte gleichen Typs lassen sich einer Klasse zuordnen, die diese Objekte auf einer abstrakteren Ebene definiert.

► Als **Klasse** bezeichnet man die Definition eines bestimmten Typs von Objekten. Sie enthält demgemäß:

- Definitionen von Attributen, d. h. Angabe des Namens, des Typs und des Wertebereichs der Attribute.
- Definitionen von Operationen, d. h. Angabe des Namens, der Parameterliste und des Typs der Operationen sowie einer formalen Beschreibung der Operationen.

Einer Klasse können beliebig viele Objekte angehören. Sie werden auch als Instanzen der Klasse bezeichnet. Alle Objekte einer Klasse besitzen die gleichen Attribute und ausführbaren Operationen, jedoch weisen sie in der Regel unterschiedliche Attributwerte auf. Abb. 13.30 veranschaulicht den Zusammenhang zwischen Klassen und Objekten unter Verwendung der UML-Notation.

Die **UML-Notation** einer Klasse sieht Angaben in drei Feldern eines Rechtecks vor:

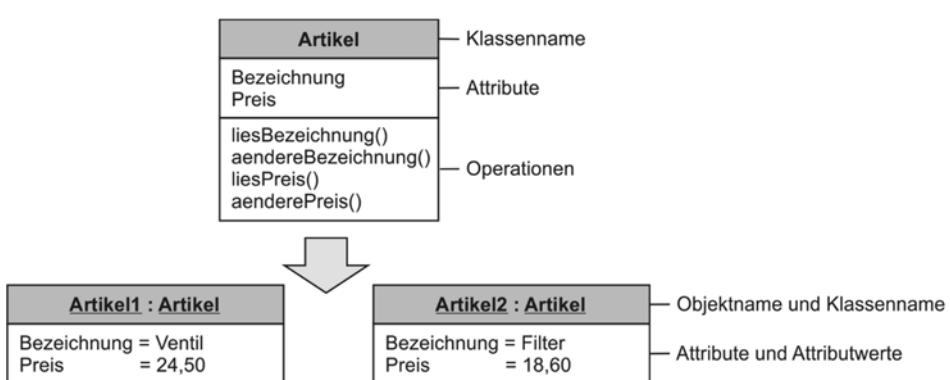


Abb. 13.30 Beispiel für eine Klasse mit zwei zugehörigen Objekten

- Im ersten Feld den Namen der Klasse.
- Im zweiten Feld eine Liste der Attribute der Klasse. Im Fall der hier gewählten Kurznotation wird nur der Attributname angegeben; ergänzende Angaben wie z. B. Attributtyp sind möglich.
- Im dritten Feld eine Liste der Operationen der Klasse. Hierbei wird jede Operation mit einer Signatur notiert, die als Schnittstelle für den Aufruf der jeweiligen Operation dient. Die Signatur besteht aus dem Operationsnamen gefolgt von einer ggf. leeren Parameterliste in runden Klammern.

Attribut- und Operationenfeld sind optionale Bestandteile einer Klassendefinition.

Die UML-Notation eines Objekts besteht aus einem Rechteck mit zwei Feldern:

- Das erste Feld enthält die Objektbezeichnung, die stets unterstrichen wird. Sie umfasst den Objektnamen, auf den ein Doppelpunkt und der Klassenname folgen.
- Das zweite Feld ist optional und enthält Angaben zu einigen oder allen Attributen des Objekts wie Attributname, -typ und -wert.

Auf ein drittes Feld kann verzichtet werden, da alle Objekte die gleichen ausführbaren Operationen gemäß dem dritten Klassenfeld besitzen.

Neben den vorgestellten Notationen von Attributen und Operationen existieren Sonderformen, die bestimmten Zwecken dienen. Zwei wesentliche Sonderformen sind:

- Klassenattribute und
- Klassenoperationen.

Klassenattribute beschreiben Eigenschaften, die nur eine Klasse und nicht ihre Objekte charakterisieren. Ein Beispiel für eine Klasse Artikel ist das Attribut *Artikelanzahl*, das die Anzahl der aktuell existierenden Objekte dieser Klasse angibt. Es wird durch Unterstrichen als Klassenattribut gekennzeichnet. Der Zweck von Klassenattributen besteht in der Erfassung von Wissen über alle zu einer Klasse gehörigen Objekte, das nur die Klasse besitzen kann.

Klassenoperationen werden Klassen selbst zugeordnet und von ihnen ausgeführt. Sie dienen der Verarbeitung von Klassenattributen oder von mehreren Objekten einer Klasse. Ein Beispiel für die Klasse Artikel ist die Operation *druckeArtikelliste()*, die durch Unterstrichen als Klassenoperation gekennzeichnet wird.

Zwischen Modulen sowie Klassen/Objekten bestehen Analogien hinsichtlich der Kapselung zusammengehöriger Daten und Operationen. So kann im Fall des objektorientierten Ansatzes der Aufruf einer Operation nur unter Angabe des zugehörigen Objekts erfolgen. Ein Beispiel ist die Änderung eines Artikelpreises mit dem Operationsaufruf

Artikel1.aenderePreis(26,50),

der den Preis des Objekts Artikel1 auf 26,50 ändert. Mit der Kapselung wird zugleich das Geheimnisprinzip umgesetzt. Die Implementierung von Attributen und Operationen ist nicht sichtbar und auf Attribute kann von außen nur durch den Aufruf von Objektoperationen zugegriffen werden. Ein Direktzugriff unter Umgehung der Objektoperationen ist somit nicht möglich.

13.3.1.3 Botschaften

Auf dem objektorientierten Ansatz beruhende Anwendungssysteme umfassen in der Regel eine große Anzahl von Objekten unterschiedlicher Klassen. Das Erstellen der von den Anwendern erwarteten Verarbeitungsfunktionen erfordert eine zweckorientierte Zusammenarbeit der Objekte. Nun werden Objekte nicht eigenständig aktiv. Vielmehr bedarf es eines Anstoßes, der sie zur Durchführung einer gezielten Aktivität veranlasst. Dieser Anstoß besteht in dem Aufruf einer Operation. Da ein Operationsaufruf auch eine Rückmeldung an das aufrufende Objekt einschließt, kann man auch von einem Austausch von so genannten Botschaften (oder Nachrichten) sprechen. Der Mechanismus, der die Zusammenarbeit der Objekte steuert, ist somit der Austausch von Botschaften.

- Als **Botschaft** bezeichnet man die von einem Sender-Objekt an ein Empfänger-Objekt übermittelte Aufforderung, eine bestimmte Operation auszuführen mit dem Ziel, den Zustand des Empfänger-Objekts zu verändern und/oder vom Empfänger-Objekt Daten zu erhalten.

Die Zustandsänderung eines Objekts besteht in der Änderung der Werte von Objektattributen. Beispielsweise eines Artikelpreises.

In dialogorientierten Anwendungssystemen werden Verarbeitungsprozesse und damit zwangsläufig auch Operationsaufrufe meist durch Benutzer angestoßen. Bis zum Vorliegen eines Verarbeitungsergebnisses kann eine ganze Kette von Aufrufen erforderlich sein, die sich über viele Objekte erstreckt und schließlich zum Benutzer zurückführt. Mit jedem Aufruf ist untrennbar ein Austausch von Botschaften und, dadurch ausgelöst, eine Ausführung von Operationen verbunden. Eine derartige Abfolge von inhaltlich zusammenhängenden Verarbeitungsschritten bezeichnet man als Szenario. Zur Modellierung der zeitlichen Abfolge des Botschaftertauschs zwischen Objekten im Rahmen eines Szenarios steht in UML das so genannte **Sequenzdiagramm** zur Verfügung. Das Beispiel in Abb. 13.31 verdeutlicht die verwendete Notation.

Das Diagramm enthält oben links den Akteur, einen Sachbearbeiter. Es folgen in horizontaler Richtung die kooperierenden Objekte *Lager* und *Artikel*. Da hier, wie in der Systementwicklung üblich, eine allgemein gültige Lösung zu erstellen ist, werden Objekte nicht konkret, sondern anonym angesprochen und daher im Sequenzdiagramm nur unter Angabe ihres Klassennamens notiert. In vertikaler Richtung nach unten wird die fortschreitende Zeit dargestellt. Vertikale gestrichelte Linien zeigen die Existenz von Objek-

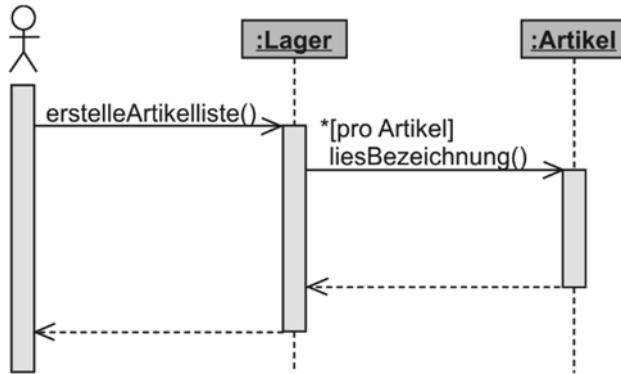


Abb. 13.31 Sequenzdiagramm für das Szenario „Artikelliste-erstellen“

ten an und vertikale Balken repräsentieren Aktivitätszeiten. Operationsaufrufe werden durch durchgezogene und Rückmeldungen durch gestrichelte Pfeile dargestellt.

Das Sequenzdiagramm beschreibt folgenden Ablauf. Der Sachbearbeiter möchte eine Artikelliste für ein bestimmtes Lager erstellen und sendet die Botschaft `erstelleArtikeliste()` an das Lager-Objekt. Dieses wiederum sendet an jedes korrespondierende Artikel-Objekt die Botschaft `liesBezeichnung()`. Die Botschaft enthält zwei Ergänzungen: Die in eckige Klammern gesetzte Bedingung `pro Artikel` besagt, dass der Aufruf für jeden betroffenen Artikel nur einmal erfolgen soll. Das dem Aufruf voran gestellte Jokerzeichen `*` bewirkt, dass der Aufruf wiederholt erfolgt und zwar für jedes betroffene Artikel-Objekt, wobei die Anzahl der Aufrufe vorab unbestimmt ist. Die gewünschten Daten werden jeweils an das Lager-Objekt zurückgesendet. Dieses erstellt die angeforderte Artikelliste und sendet sie an den Akteur bzw. die Bedienoberfläche.

13.3.1.4 Assoziationen

Ein Objekt A kann nur dann eine Botschaft an ein bestimmtes Objekt B senden, wenn ihm Objekt B bekannt ist. Es muss also eine dauerhafte Verbindung zwischen den Objekten bestehen, eine so genannte Assoziation.

- Als **Assoziation** bezeichnet man eine dauerhafte Verbindung zwischen zwei Objekten, die für den Versand von Botschaften genutzt werden kann.

In UML werden Assoziationen durch Verbindungslien dargestellt. Die grafische Repräsentation von Objekten mit ihren Assoziationen bezeichnet man als **Objektdiagramm**.

Im Sinne einer allgemeinen Modellierung besitzen Objektdiagramme nur eine begrenzte Aussagekraft, da sich die Menge der zu einer Klasse gehörigen Objekte meist im Zeitablauf ändert. Es ist daher sinnvoll Assoziationen primär auf der Ebene von Klassen zu betrachten und Änderungen der Objektanzahl pro Klasse durch zeitlich unveränderliche Ober- und Untergrenzen zu berücksichtigen. Die grafische Repräsentation von Klassen mit ihren entsprechend notierten Assoziationen bezeichnet man als **Klassendiagramm**.

Ein Beispiel für ein Objektdiagramm mit zugehörigem Klassendiagramm zeigt Abb. 13.32. An diesem Beispiel ist unmittelbar erkennbar, dass die explizite Darstellung von Assoziationen auf Objektebene nur für Demonstrationszwecke angezeigt ist.

Laut dem Objektdiagramm sind z. B. dem Objekt Lager1 die beiden Objekte Artikel1 und Artikel2 zugeordnet. Im zugehörigen Klassendiagramm wird die Assoziation durch die Angabe von zwei so genannten Kardinalitäten präzisiert: Die Kardinalität 1 besagt, dass ein Artikel genau einem Lager zugeordnet ist, und die mit dem Jokerzeichen * notierte Kardinalität, dass einem Lager beliebig viele (einschließlich gar kein) Artikel zugeordnet sein können.

Im Folgenden stehen Betrachtungen auf Klassenebene im Vordergrund. Zur Modellierung von Assoziationen bietet UML wesentlich weitergehende Konzepte und Notationsmöglichkeiten an. Sie betreffen die Präzisierung von Assoziationen und Sonderformen von Assoziationen.

Präzisierung von Assoziationen

Eine **Präzisierung von Assoziationen** ist hinsichtlich

- der Assoziationsrichtung und
- der zugeordneten Kardinalitäten

angezeigt.

Die **Richtung von Assoziationen** kann mittels offener Pfeilspitzen dargestellt werden. Hierbei lassen sich die drei in Abb. 13.33 veranschaulichten Fälle unterscheiden: keine Richtungsangabe, unidirektionale Assoziation und bidirektionale Assoziation.

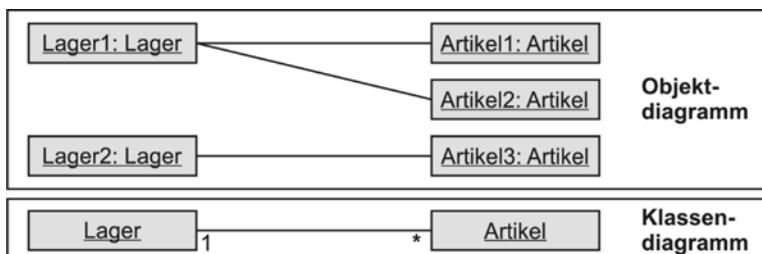


Abb. 13.32 Beispiel für ein Objekt- und ein Klassendiagramm

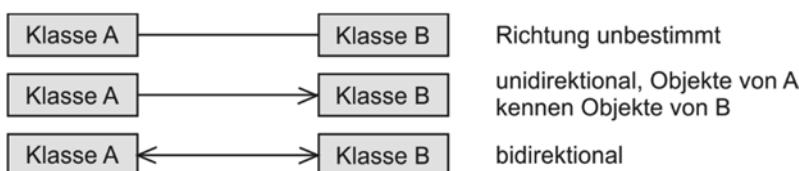


Abb. 13.33 Notation der Richtung einer Assoziation

Kardinalität der Klasse A	Erläuterung
1	Einem Objekt der Klasse B ist genau ein Objekt der Klasse A zugeordnet.
0..1	Einem Objekt der Klasse B ist kein oder ein Objekt der Klasse A zugeordnet.
*	Einem Objekt der Klasse B sind null bis beliebig viele Objekte der Klasse A zugeordnet.
2..*	Einem Objekt der Klasse B sind zwei bis beliebig viele Objekte der Klasse A zugeordnet.
0..3	Einem Objekt der Klasse B sind null bis höchstens drei Objekte der Klasse A zugeordnet.
4	Einem Objekt der Klasse B sind genau 4 Objekte der Klasse A zugeordnet.
1,3,5	Einem Objekt der Klasse B sind entweder ein, drei, oder fünf Objekte der Klasse A zugeordnet.
1..2,4, 6..*	Einem Objekt der Klasse B sind mindestens ein, jedoch niemals drei oder fünf Objekte der Klasse A zugeordnet.

Abb. 13.34 Beispiele für Kardinalitätsangaben in UML

Fehlt eine Richtungsangabe, dann ist die Richtung noch unbestimmt. Im Fall der unidirektionalen Assoziation liegt nur eine Richtungsangabe vor. Der in Abb. 13.32 von der Klasse A zur Klasse B weisende Pfeil besagt, dass Objekte der Klasse A Objekte der Klasse B kennen (aber nicht umgekehrt). Der bidirektionale Pfeil zwischen Klasse A und B drückt die Zusammenfassung von zwei unidirektionalen Assoziationen aus: A-Objekte kennen also B-Objekte und umgekehrt.

Über die bereits erläuterten Kardinalitäten 1 und * hinaus sieht UML weitere Kardinalitätsanagben vor. Für eine Assoziation zwischen den Klassen A und B sind in Abb. 13.34 einige Notationsbeispiele angegeben.

Sonderformen von Assoziationen

Bedeutende **Sonderformen von Assoziationen** sind:

- die reflexive Assoziation,
- die Aggregation und
- die Komposition.

► Als **reflexive Assoziation** bezeichnet man eine Assoziation, die ausschließlich Objekte der gleichen Klasse verbindet.

Ein typisches Anwendungsbeispiel für die reflexive Assoziation ist die Stücklistenorganisation (vgl. Abschn. 6.2.1.1). Eine Stückliste beschreibt in Form eines hierarchischen Strukturplans z. B. die Zusammensetzung eines Produkts aus Baugruppen, die ihrerseits aus Einzelteilen bestehen. Die Modellierung einer Stückliste als reflexive Asso-

ziation umfasst nur eine Klasse, bezeichnet als Bauteil, sowie nur eine Assoziation, welche die Klasse mit sich selbst verbindet. Zusätzlich sind noch die Rollen an der Assoziation zu vermerken, die Bauteile in der hierarchischen Struktur annehmen können: Oberteil oder Unterteil. Abb. 13.35 zeigt resultierende Notation in UML.

Die reflexive Assoziation in Abb. 13.35 bildet das genannte Beispiel einer Stückliste für ein aus Baugruppen und Einzelteilen bestehendes Produkt korrekt ab. In der Rolle als Oberteil umfasst ein Produkt mehrere Unterteile (Baugruppen) und in der Rolle als Unterteil kein Oberteil. Eine Baugruppe umfasst in der Rolle als Oberteil mehrere Unterteile (Einzelteile) und ist in der Rolle als Unterteil genau einem Oberteil (Produkt) zugeordnet. Ein Einzelteil in der Rolle als Unterteil ist genau einem Oberteil (Baugruppe) zugeordnet, besitzt aber in der Rolle als Oberteil keine Unterteile.

► Als **Aggregation** bezeichnet man eine Assoziation zwischen zwei Klassen, für die gilt: eine Klasse, genannt Aggregatkklasse, enthält mindestens ein Objekt der zweiten Klasse, genannt Teileklasse.

Ein Objekt der Aggregatkklasse, auch bezeichnet als Aggregatobjekt, ist ein „Ganzes“, das sich aus Objekten oder Teilen der Teileklasse zusammensetzt. Was die Richtung der Aggregation betrifft, muss ein Aggregatobjekt seine Teile kennen. Andererseits kann ein Teil in einem oder mehreren Aggregatobjekten enthalten sein. Die Notation der Aggregation in UML veranschaulicht das in Abb. 13.36 gezeigte Beispiel. Demnach wird eine Aggregation durch eine leere Raute bei der Aggregatkklasse dargestellt.

Das Beispiel betrifft die Zusammensetzung von Fahrzeugen aus Komponenten wie Motor, Getriebe, Kompressor und Schiebedach. Ein Fahrzeugtyp enthält verschiedene Komponenten, die je von einem bestimmten Typ sind. Ein Komponententyp, etwa ein Motortyp, kann zugleich in mehreren Fahrzeugtypen Verwendung finden. Die auf den Komponententyp weisende Pfeilspitze kann auch weggelassen werden, da eine Aggregation bekanntlich impliziert, dass ein Aggregatobjekt seine Teile kennt. Sofern Teile ihre Aggregatobjekte kennen müssen, ist vor der Raute noch eine auf das Aggregatobjekt weisende Pfeilspitze einzufügen.

Abb. 13.35 Modellierung einer Stückliste als reflexive Assoziation

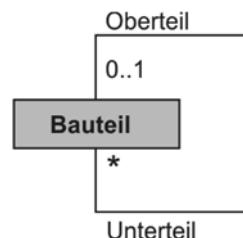


Abb. 13.36 Beispiel für eine Aggregation



Abb. 13.37 Beispiel für eine Komposition



► Als **Komposition** bezeichnet man eine Aggregation, die zwei zusätzlichen Bedingungen genügt:

- Jedes Objekt der Teileklasse ist ausschließlich in einem Objekt der Aggregatklasse enthalten.
- Die Existenz sämtlicher Objekte der Teileklasse endet mit dem Eintritt des Existenzendes der Aggregatklasse.

Ein Beispiel für eine Komposition zeigt Abb. 13.37. Eine Komposition wird demnach in UML durch eine ausgefüllte Raute bei der Aggregatklasse dargestellt.

Bei dem Beispiel geht es um die Modellierung der in einem Auftrag enthaltenen Auftragspositionen. Eine Auftragsposition kann nur zu genau einem Auftrag gehören. Ein Auftrag wiederum umfasst mindestens eine Auftragsposition. Wird ein Auftrag storniert bzw. gelöscht, macht die weitere Existenz von Auftragspositionen keinen Sinn. Sie sind mit dem Auftrag zu löschen.

13.3.1.5 Vererbung

Bei der Modellierung realer Phänomene treten häufig Generalisierungs- und Spezialisierungsbeziehungen auf. So kann z. B. die Spezialisierung in der Ableitung spezieller Problemfälle aus einem generellen Problem bestehen. Für die Abbildung derartiger Zusammenhänge steht in der objektorientierten Systementwicklung das Konzept der Vererbung zur Verfügung.

► Als **Vererbung** bezeichnet man die Übertragung der Eigenschaften (Attribute, Operationen und Assoziationen) einer übergeordneten Klasse, genannt Oberklasse, an untergeordnete Klassen, genannt Unterklassen, mit der Maßgabe, dass bei den Unterklassen die ererbten Eigenschaften nicht nochmals aufgeführt werden müssen.

Gemäß dem Konzept der Spezialisierung besitzt jede Unterklassie über die ererbten Eigenschaften hinaus eigene Attribute, Operationen und Assoziationen. Die speziellen Eigenschaften beschreiben den besonderen Charakter einer Unterklassie und variieren daher zwischen den Unterklassen.

Ein Beispiel für die Vererbung ist in Abb. 13.38 in UML-Notation angegeben. Dargestellt wird die Vererbung durch eine Linienstruktur, die alle Unterklassen mit der Oberklasse verbindet und mit einer ausgefüllten Pfeilspitze auf die Oberklasse verweist.

Das Beispiel behandelt ein Unternehmen, das teils eigengefertigte und teils von Lieferanten bezogene Artikel vertreibt. Die Artikel beider Kategorien besitzen gemeinsame, aber auch eigene, Kategorie-spezifische Eigenschaften. Es bietet sich daher an, die ge-

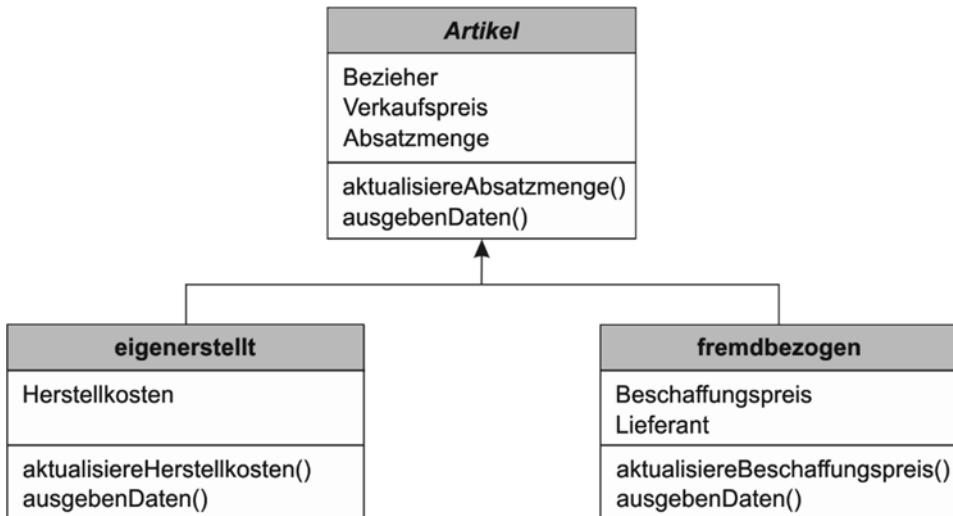


Abb. 13.38 Beispiel für eine Vererbung

meinsamen Eigenschaften in eine Oberklasse Artikel einzubringen, und für die spezifischen Eigenschaften die beiden Unterklassen eigengefertigt und fremdbezogen zu bilden.

Das Beispiel weist zwei Besonderheiten auf, die bei einer Vererbung auftreten können:

- Die Bildung abstrakter Klassen und
- die Redefinition von Operationen.

► Eine **abstrakte Klasse** liegt vor, wenn die Erzeugung von Instanzen der Klasse nicht vorgesehen ist.

Im gegebenen Beispiel werden Artikelobjekte lediglich von den beiden Unterklassen als eigenerstellte oder fremdbezogene Artikel erzeugt, und zwar unter Einbeziehung der von der Oberklasse ererbten Eigenschaften. Eine Erzeugung durch die Oberklasse erübrigtsich. Wie Abb. 13.38 zeigt, wird eine abstrakte Klasse durch einen kursiv geschriebenen Klassennamen gekennzeichnet.

Das Redefinieren oder Überschreiben einer Operation liegt dann vor, wenn der Name einer in der Oberklasse definierten Operation auch in den Unterklassen auftaucht, dort aber – entsprechend den speziellen Erfordernissen der Unterklassen – die Operation jeweils neu definiert.

Das Beispiel in Abb. 13.38 veranschaulicht den Fall der einstufigen und einfachen Vererbung. Eine mehrstufige Vererbung liegt vor, wenn eine Unterklasse zugleich Oberklasse weiterer Klassen ist. Von Mehrfachvererbung spricht man, wenn eine Unterklasse mehrere Oberklassen besitzt.

13.3.2 Objektorientierte Analyse

Gegenstand der **objektorientierten Analyse (OOA)** ist die Definition der Systemanforderungen in Form eines **objektorientierten Analyse-Modells (OOA-Modells)**. In der Analysephase schlagen sich die spezifischen Konzepte des objektorientierten Paradigmas insbesondere in diesem fachlichen Modell und seinen Teilmodellen nieder. Der Schwerpunkt der Ausführungen liegt im vorliegenden Abschnitt daher auf der Erstellung des OOA-Modells.

In der objektorientierten Analyse hat es sich eingebürgert, zu Anfang so genannte **Anwendungsfälle**, d. h. wesentliche Varianten der Benutzung des späteren Systems, zu untersuchen und auf relativ hohem Abstraktionsniveau zu dokumentieren. Anwendungsfälle zählen nicht zu den originär objektorientierten Konzepten. UML verfügt mit dem so genannten Anwendungsfalldiagramm jedoch ein eigenes Sprachmittel zur Visualisierung von Anwendungsfällen. Aufgrund ihrer Bedeutung und Verbreitung werden sie hier behandelt.

Die Ausführungen zur objektorientierten Analyse sind daher wie folgt gegliedert:

- Beschreibung von Anwendungsfällen (vgl. Abschn. 13.3.2.1),
- Entwicklung des fachlichen Modells bzw. OOA-Modells (vgl. Abschn. 13.3.2.2).

13.3.2.1 Beschreibung von Anwendungsfällen

Das **Konzept** des Anwendungsfalls (engl. **use case**) geht auf Jacobson et al. (1992) zurück. Ein Anwendungsfall beschreibt die funktionalen Anforderungen, die sich aus einer bestimmten Variante der Systembenutzung ergeben. Die Gesamtheit der Anwendungsfälle eines Systems gibt einen Überblick über die gesamte Funktionalität der Software. Folgende Eigenschaften zeichnen einen Anwendungsfall aus:

- Ein Anwendungsfall bezieht sich auf einen Arbeitsablauf, d. h. auf eine Sequenz von Aktionen zur Bearbeitung einer abgrenzbaren Aufgabe.
- Die Beschreibung eines Anwendungsfalls erfolgt aus der Sicht der Benutzer, d. h. unter Berücksichtigung der Interaktion der Benutzer mit dem System während der Bearbeitung.
- Ein Anwendungsfall führt zu einem in sich abgeschlossenen Ergebnis mit messbarem Wert für den oder die Anwender.
- Die Beschreibung eines Anwendungsfalls erfolgt auf hohem Abstraktionsniveau, d. h. sowohl die Aufgabe wie auch die Aktionen zu ihrer Erledigung werden verhältnismäßig grob beschrieben.

Für die Beschreibung von Anwendungsfällen eignen sich zwei Sprachmittel:

- Das bereits genannte Anwendungsfalldiagramm, in dem alle gewünschten Anwendungsfälle überblicksartig grafisch dokumentiert werden.

- Die so genannte Anwendungsfallschablone, die verschiedene Vorgaben für die strukturiert-verbale Beschreibung eines Anwendungsfalls enthält.

Beide Sprachmittel werden am Beispiel eines Systems zur Planung von Fahrzeugtouren in einem kleinen Speditionsunternehmen näher betrachtet.

Ein vereinfachtes **UML-Anwendungsfalldiagramm** für das betrachtete Tourenplanungssystem ist in Abb. 13.39 wiedergegeben. Über die hier beispielhaft dargestellten Anwendungsfälle hinaus sind natürlich weitere Anwendungsfälle denkbar, z. B. für die Verwaltung von Stammdaten oder zur Auswertung der Auftragsabwicklung.

Wie Abb. 13.39 zeigt, werden Anwendungsfälle in der UML-Notation durch Ellipsen dargestellt, die den Namen des Anwendungsfalls umschließen. Die Akteure, d. h. die Rollen der beteiligten Benutzer, werden durch Strichmännchen wiedergegeben, die jeweils mit dem Namen des Akteurs beschriftet sind. Die Interaktion zwischen einem Akteur und dem System bei der Ausführung eines Anwendungsfalls wird durch eine Verbindungsline zwischen Akteur und Anwendungsfall veranschaulicht.

Abb. 13.40 verdeutlicht nun anhand des Anwendungsfalls „Aufträge verwalten“ die semi-formale Beschreibung eines Anwendungsfalls mittels einer **Anwendungsfallschablone**.

Zu den Angaben in der Anwendungsfallschablone ist folgendes anzumerken: Zunächst wird die allgemeine Zielsetzung des Anwendungsfalls umrissen. Anschließend werden die Rollen aller am Anwendungsfall beteiligten Personen, Organisationseinheiten oder externen Systeme aufgeführt. Das initiiierende Ereignis löst die Ausführung des Anwendungsfalls aus. Vor- und Nachbedingungen definieren Bedingungen, die zur Bearbeitung des

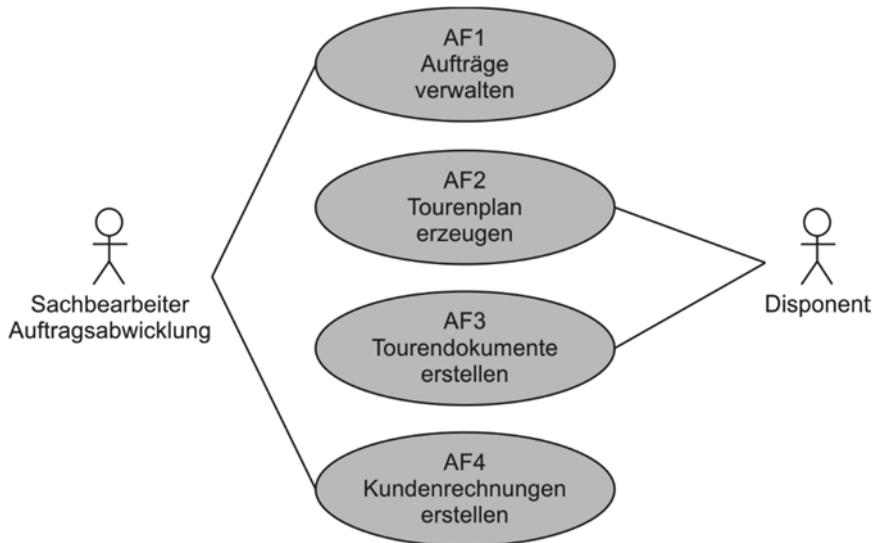


Abb. 13.39 Vereinfachtes Anwendungsfalldiagramm für ein Tourenplanungssystem

Anwendungsfall: AF1, Aufträge verwalten	
Ziel:	Auftragsdaten sollen auf aktuellem Stand sein. Insbesondere sollen eintreffende Kundenaufträge für die Auftragsabwicklung erfasst werden.
Akteur:	Sachbearbeiter Auftragsabwicklung.
Initierendes Ereignis:	Neuer Kundenauftrag ist telefonisch oder per E-Mail eingegangen oder Kundenauftrag wurde geändert oder storniert.
Vorbedingung:	Der Kunde hat bereits eine Kundennummer.
Nachbedingung bei Erfolg:	Aktualisierte Auftragsdaten. Aufträge erhalten, Bearbeitungsstand „angenommen“.
Nachbedingung bei Misserfolg:	-
Standardspezifikation:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Der Sachbearbeiter prüft die Kundendaten. 2. Der Sachbearbeiter überprüft ob die Artikel im Sortiment sind. 3. Der Sachbearbeiter erfasst den Auftrag in der Auftragsdatei.
Erweiterung der Standardspezifikation:	<ol style="list-style-type: none"> 1a. Neukunden erfassen. 1b. Die vorliegenden Auftragsdaten sind nicht vollständig. Daher muss der Sachbearbeiter die fehlenden Informationen beim Kunden telefonisch erfragen. 2a. Es wird festgestellt, dass der Artikel derzeit nicht im Sortiment ist. Der Sachbearbeiter schlägt dem Kunden telefonisch Alternativen vor.
Alternativen der Standardspezifikation:	<ol style="list-style-type: none"> 1a. Änderung der Daten eines Auftrags. 1b. Stornierung eines Auftrags. 1c Ausgabe einer Auftragsliste zu Kontrollzwecken.

Abb. 13.40 Semiformale Beschreibung des Anwendungsfalls „Aufträge verwalten“

Anwendungsfalls notwendig sind oder sich nach Abschluss des Anwendungsfalls als Ergebnis einstellen. Bezuglich der Nachbedingungen wird nach erfolgreicher und erfolgloser Bearbeitung des Anwendungsfalls unterschieden. Es folgt eine knappe, umgangssprachliche Wiedergabe der innerhalb des Anwendungsfalls auszuführenden Aktionen in ihrer logischen Abfolge. Während unter „Standardspezifikation“ die Aktionen genannt werden, die im Normalfall auszuführen sind, werden Aktionen, die in Sonderfällen – zusätzlich oder alternativ – erforderlich werden, gesondert ausgewiesen. Stellt sich z. B. bei der Erfassung eines Kundenauftrages heraus, dass der Kunde noch unbekannt ist, müssen zusätzlich seine Daten erfasst werden.

13.3.2.2 Entwicklung des fachlichen Modells (OOA-Modell)

Im objektorientierten Ansatz erfolgt die Modellierung eines Systems sowohl aus statischer als auch aus dynamischer Sicht. Während die **statische Sicht** ausschließlich die zeitunabhängigen und strukturellen Aspekte eines Systems betrachtet, konzentriert sich die **dynamische Sicht** auf die Darstellung der zeitabhängigen und ablaufbezogenen Aspekte. Das mittels der objektorientierten Analyse erstellte **OOA-Modell** umfasst folglich zwei Teilmodelle:

- ein statisches OOA-Modell und
- ein dynamisches OOA-Modell.

Zur Anfertigung eines dynamischen OOA-Modells bieten sich verschiedene Methoden an. Bevorzugt eingesetzt wird das Sequenzdiagramm. Da es bereits bei der Behandlung von Botschaften vorgestellt wurde (vgl. Abschn. 13.3.1.3), wird hier nicht weiter auf das dynamische OOA-Modell eingegangen.

Das statische OOA-Modell umfasst folgende wesentlichen Bestandteile:

- Ein **Klassendiagramm**, welches die aus fachlicher Perspektive erforderlichen Klassen und ihre zeitlich stabilen Beziehungen (Assoziationen, Vererbungen) abbildet.
- Ein **Klassenlexikon**, welches textuelle Spezifikationen der modellierten Klassen enthält.

Bei der Erstellung des Klassendiagramms werden üblicherweise vereinfachende Annahmen getroffen, welche die Konzentration auf die fachlich relevanten Aspekte bei der Modellierung erleichtern. So wird z. B. angenommen, dass bestimmte Operationen, die eine stets erforderliche Basisfunktionalität bereitstellen, implizit vorhanden und daher nicht explizit in den Klassen des statischen OOA-Modells anzugeben sind. Zu diesen so genannten impliziten Basisoperationen gehören z. B. Operationen zur Erzeugung und Löschung von Objekten, Operationen, die eine Verbindung (Assoziation) zwischen zwei Objekten herstellen, sowie alle Operationen, welche lediglich den lesenden oder schreibenden Zugriff auf einzelne Attribute der Klasse ermöglichen. In der Entwurfsphase werden die Annahmen wieder aufgehoben und erforderliche Präzisierungen des OOA-Modells vorgenommen.

Zur Bewältigung der Systemkomplexität besitzt der objektorientierte Ansatz zudem die Möglichkeit der Subsystembildung. So können sachlich eng zusammengehörige Klassen zu so genannten Paketen zusammengefasst werden. Zur grafischen Darstellung von Paketen bietet UML spezielle Notationselemente.

Abb. 13.41 zeigt ein vereinfachtes **Klassendiagramm** für das betrachtete Tourenplanungssystem, das zugleich die Anwendung des Paket-Konzepts verdeutlicht. Das Klassendiagramm enthält zwar alle Klassen und Klassenbeziehungen des Tourenplanungssystems, aus Gründen der Übersichtlichkeit jedoch zunächst noch keine Klassenattribute und -operationen.

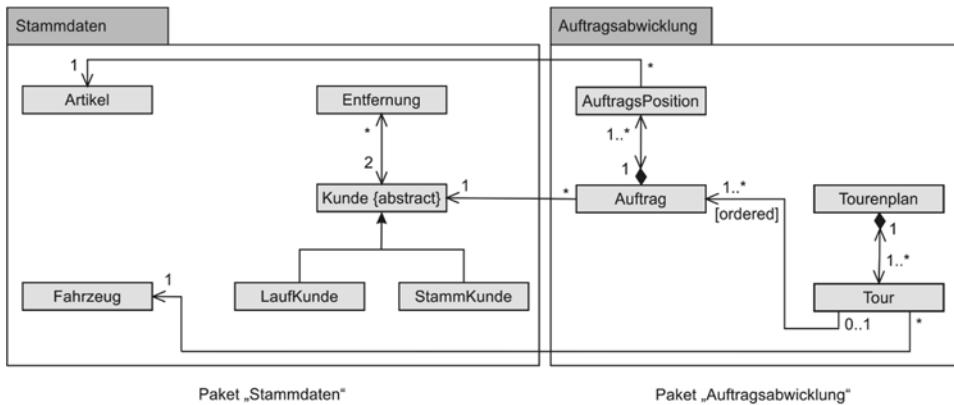


Abb. 13.41 Vereinfachtes Klassendiagramm für ein Tourenplanungssystem

Die Klassen Artikel, Fahrzeug und Kunde kapseln die wesentlichen Stammdaten des Systems gemeinsam mit den zugehörigen Operationen. Außerdem ist für Planungszwecke eine Klasse Entfernung eingeführt worden, die für je zwei Kunden die Entfernung zwischen den Kunden sowie Operationen zur Erfassung und Änderung der Entfernung enthält.

Es wird angenommen, dass Kunden nur als Laufkunden oder als Stammkunden auftreten und dass ferner relevante Unterschiede zwischen diesen Kundengruppen bestehen. Aus diesem Grund wird die Klasse Kunde als abstrakte Oberklasse modelliert und in die Unterklassen LaufKunde und StammKunde spezialisiert.

Jeder Auftrag besteht aus einer beliebigen Anzahl von Auftragspositionen, was durch eine Kompositionsbeziehung adäquat zum Ausdruck gebracht wird. Außerdem kennt jeder Auftrag seinen auftraggebenden Kunden. Dies ist z. B. für die Rechnungserstellung notwendig.

Für die Erstellung von Tourenplänen ist die Klasse Tourenplan selbst zuständig. Erzeugte Tourenpläne sollen aufbewahrt werden, um sie beispielsweise später auswerten zu können. Jeder Tourenplan besteht aus Touren, die jeweils eine Menge von Aufträgen enthalten. Die Touren eines Tourenplans werden als gesonderte Objekte abgebildet und sind jeweils einem bestimmten Fahrzeug zugeordnet. Die Aufträge einer Tour sind in der Anfahrreihenfolge der zugehörigen Kunden geordnet. Dies wird durch das Schlüsselwort {ordered} an der entsprechenden Assoziation dokumentiert. Für die Erstellung der verschiedenen Tourendokumente sowie für die Rechnungsstellung und die Auswertung werden keine gesonderten Klassen benötigt, da alle erforderlichen Attribute und Operationen in anderen Klassen vorhanden sind.

Das gezeigte Klassendiagramm sieht eine Einteilung der Klassen in die beiden Pakete „Stammdaten“ und „Auftragsabwicklung“ vor. Der UML-Notation entsprechend wird jedes Paket durch ein Rechteck mit einem Reiter gekennzeichnet. Im vorliegenden Fall, in dem die zugehörigen Modellelemente im Paket abgebildet werden, trägt der Reiter den Paketnamen. Wird das „Innenleben“ des Pakets nicht dargestellt, wird der Paketname innerhalb des Pakets selbst eingetragen und der Reiter bleibt leer.

Eine verfeinerte Darstellung des Pakets „Auftragsabwicklung“ zeigt Abb. 13.42. Hier sind die Attribute und Operationen der Klassen eingetragen. Die Beziehungen zu Klassen, die nicht im betrachteten Paket enthalten sind, können wie im Beispiel mittels des UML-Elements Notiz angegedeutet werden. Eine Notiz wird durch ein Blatt mit Eselsohr dargestellt, das einen beliebigen Text beinhalten kann. Es wird zur Kommentierung in beliebigen Diagrammen verwendet.

Um einen guten Überblick über die Struktur des zukünftigen Anwendungssystems zu vermitteln, verzichtet das Klassendiagramm auf die Darstellung von Details, z. B. bezüglich der Wertebereiche der Attribute sowie bezüglich der Algorithmen, die den Operationen der Klasse zugrunde liegen. Um diese Lücken zu schließen, fertigt man bereits wäh-

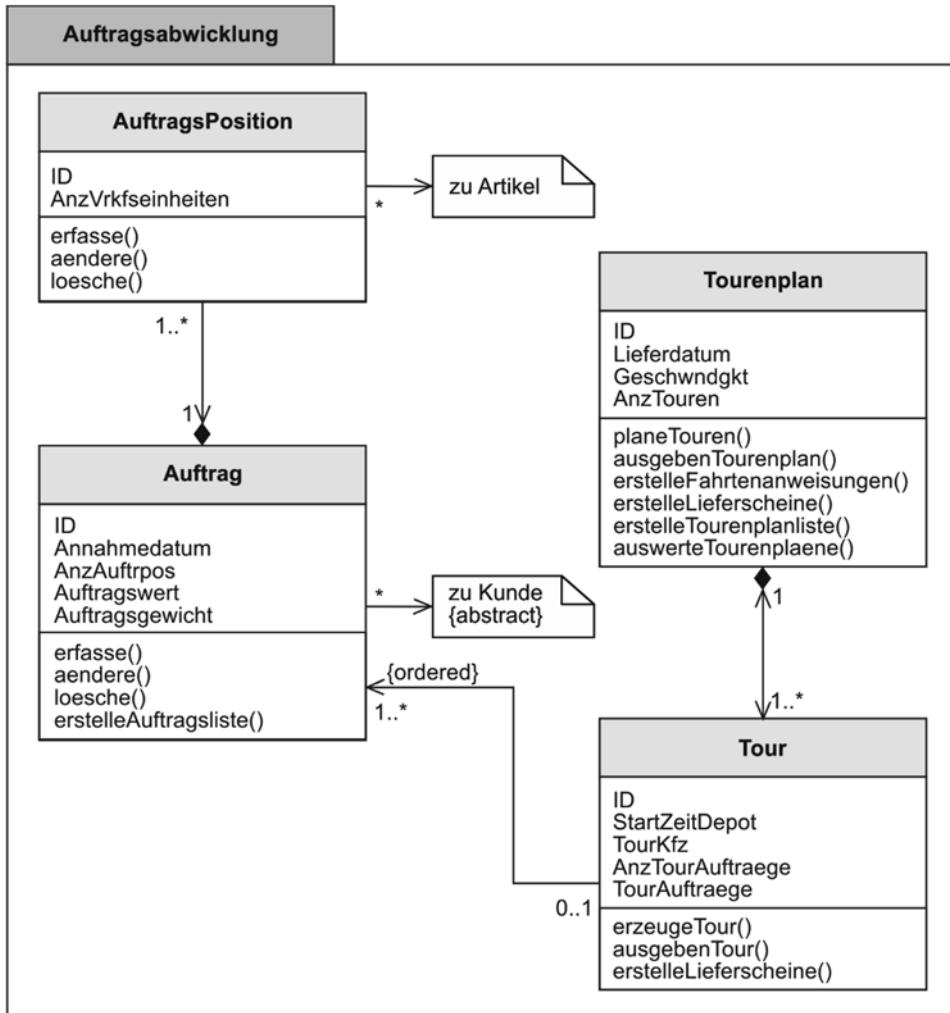


Abb. 13.42 Klassendiagramm des Pakets Auftragsabwicklung

rend der Analyse zu jeder Klasse des Klassendiagramms zusätzlich eine textuelle Klassenspezifikation an. Dies geschieht sinnvollerweise – ähnlich wie bei der semi-formalen Beschreibung von Anwendungsfällen – mit Hilfe einer geeigneten Text-Schablone. Alle textuellen Klassenspezifikationen bilden gemeinsam das so genannte Klassenlexikon, das neben dem Klassendiagramm einen unverzichtbaren Bestandteil des statischen Modells darstellt. Das Klassenlexikon wird in späteren Phasen sukzessive erweitert und ergänzt.

Ein Beispiel für eine Schablone zur textuellen Spezifikation von Klassen ist in Abb. 13.43 dargestellt. Es demonstriert die Spezifikation der Klasse Auftrag aus dem Paket Auftragsabwicklung.

Klasse:	Auftrag
Beschreibung:	Ein Objekt der Klasse Auftrag repräsentiert einen bestimmten Kundenauftrag.
Attribute:	<ul style="list-style-type: none"> - ID: UInt; {key, readonly, ID > 0}; identifizierende Auftragsnummer, ab 1 fortlaufend. - Annahmedatum: Date; Datum der Annahme des Auftrags. - Auftragswert: Float = 0; {Euro, Auftragswert > 0}; Gesamtwert des Auftrags. - Auftragsgewicht: Float = 0; {kg, 0 < Auftragsgewicht}; Gesamtgewicht des Auftrags. - <u>AnzAuftraege</u>: UInt = 0; Anzahl aller Aufträge.
Operationen:	<ul style="list-style-type: none"> - erfasse(); erfasst einen neuen Auftrag. - aendere(); ändert Attributwerte eines vorhandenen Auftrags. - loesche(); löscht einen vorhandenen Auftrag, IDs der verbleibenden Aufträge bleiben erhalten. - erstelleAuftragsliste(); erstellt Liste aller Aufträge.
Assoziationen:	<ul style="list-style-type: none"> - Auftrag → Kunde; ein Auftrag ist mit genau einem Kunden verbunden. Zweck: Zugriff auf Daten des Kunden eines Auftrags für Auftragsanzeige, und -abrechnung sowie Kundenauswertung. - Auftrag ↔ AuftragsPosition; ein Auftrag ist mit mindestens einer Auftragsposition verbunden, eine Auftragsposition ist mit genau einem Auftrag verbunden; Komposition mit Auftrag als Aggregatobjekt. Zweck: gemeinsame Verwaltung der Auftragsdaten und seiner Auftragspositionen, Zugriff auf Auftragspositionen via Auftrag.
Oberklassen	<ul style="list-style-type: none"> -
Kommentar:	<ul style="list-style-type: none"> - Die Manipulation der Attribute Auftragswert und Auftragsgewicht wird ausschließlich durch die Klasse AuftragsPosition initiiert.

Abb. 13.43 Textuelle Spezifikation der Klasse Auftrag

Nach der Nennung des Klassennamens und des Bestimmungszwecks folgen Beschreibungen der Attribute, Operationen und Assoziationen der Klasse in jeweils eigenen Abteilungen.

Für jedes Attribut werden neben einer kurzen Erläuterung der jeweiligen Attributtyp (z. B. „Float“), die Festlegung eines voreingestellten Wertes (z. B. „= 0“) und gegebenenfalls – in geschweiften Klammern – eine Einheit (z. B. „Euro“) sowie Restriktionen für den Wertebereich (z. B. „Auftragswert > 0“) spezifiziert. Einige gebräuchliche Standard-Attributtypen sind in Abb. 13.44 erläutert; die dort verwendeten Typ-Kurzbezeichnungen sind der objektorientierten Programmiersprache C++ entlehnt.

Eines Hinweises bedarf das Attribut ID. Durch die Schlüsselwörter „key“ und „read-only“ wird es als identifizierendes Schlüsselattribut ausgewiesen, das nur gelesen, aber nicht geändert werden kann.

Bei der Beschreibung der Operationen werden meist nur verkürzte Signaturen angegeben, da im Entwurf noch mit wesentlichen Änderungen der in der OOA identifizierten Operationen zu rechnen ist. Bei der textuellen Spezifikation der Assoziationen können z. B. Gründe für die Einrichtung der Assoziation sowie für die Wahl der Kardinalitäten genannt werden. Da die Klasse Auftrag nicht in eine Vererbungsbeziehung eingebunden ist, erübrigt sich der Verweis auf eine Oberklasse. Das Kommentar-Feld nimmt weitere Hinweise auf, z. B. wie hier zum bestimmungsgemäßen Gebrauch einzelner Attribute.

13.3.3 Objektorientierter Entwurf

Der **objektorientierte Entwurf** (engl. **object oriented design, OOD**) ist eine Zwischenstufe im Übergang von dem fachlich ausgerichteten OOA-Modell zu der Implementierung bzw. programmtechnischen Realisierung eines Anwendungssystems. Das Ziel des objektorientierten Entwurfs besteht in der Entwicklung einer geeigneten Grundlage für die anschließende Implementierung. Daraus resultieren zwei Aufgabenkomplexe:

Typ	Erläuterung
Int	Beliebige ganze Zahl
UInt	Beliebige nicht negative ganze Zahl
Float	Beliebige reelle Zahl
Boolean	Wahrheitswert, mögliche Werte: true (wahr), false (falsch)
Date	Datum
Time	Zeit
String, String(Länge)	String ohne bzw. mit spezifizierter maximaler Zeichenanzahl

Abb. 13.44 Standard-Attributtypen für die Analyse

- Erweiterung des OOA-Modells um Klassen, die über die bisher im Vordergrund stehende rein fachliche Sicht hinausgehen oder sich aus softwaretechnischen Aspekten ergeben.
- Präzisierung der Klassenbeschreibungen in dem für die Implementierung erforderlichen Maße.

Im Unterschied zum strukturierten Ansatz kommen in der Entwurfsphase dieselben Konzepte und Notationen zur Anwendung wie in der Analysephase. Dies gilt sowohl für grundlegende Konzepte wie Klassen, Objekte, Attribute, Assoziationen und Vererbung als auch für die Unterscheidung statischer und dynamischer Modellierungskonzepte. Zwischen OOA und OOD tritt also kein Strukturbruch auf.

Zu den grundlegenden Entscheidungen, die Einfluss auf das Vorgehen bei dem Entwurf haben, zählt die Entscheidung über die zu Grunde gelegte Software-Architektur. Hier wird die bewährte Drei-Schichten-Architektur mit der Unterteilung in Fachkonzept-, GUI- und Datenhaltungs-Schicht als Basis für den Entwurf gewählt (vgl. Abschn. 13.3.3.1). Anschließend werden ausgewählte Aspekte des Entwurfs für jede dieser drei Schichten dargestellt, und zwar für die Fachkonzept-Schicht in Abschn. 13.3.3.2, die GUI-Schicht in Abschn. 13.3.3.3 und die Datenhaltungs-Schicht in Abschn. 13.3.3.4.

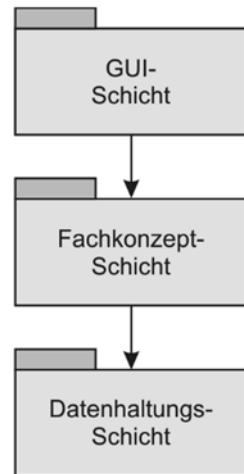
13.3.3.1 Drei-Schichten-Architektur

Aufgrund seiner Nähe zur softwaretechnischen Umsetzung haben alle Entscheidungen über die softwaretechnischen Bedingungen der Realisierung und des späteren Einsatzes der Anwendung maßgeblichen Einfluss auf den objektorientierten Entwurfsprozess selbst. Neben Entscheidungen über z. B. die angestrebte Zielplattform und die für die Implementierung zu verwendende objektorientierte Programmiersprache ist vor allem die Wahl einer geeigneten **Schichtenarchitektur** von Bedeutung, da sich daran das weitere Vorgehen während des Entwurfs orientiert. Hier wird von einer **Drei-Schichten-Architektur** ausgegangen. Eine solche Architektur unterteilt eine Anwendung bekanntlich in drei Schichten, die jeweils für einen eigenen, von den anderen Schichten weitgehend entkoppelten Aufgabenkomplex zuständig sind (vgl. Abb. 13.45). Im Einzelnen handelt es sich um

- die **GUI-Schicht** für die Bereitstellung einer grafischen Benutzeroberfläche,
- die **Fachkonzept-** oder problemorientierte **Schicht** zur Bereitstellung der fachlichen Funktionen sowie
- die **Datenhaltungsschicht** zur Bereitstellung von Diensten für die Speicherung von Anwendungsdaten und den Zugriff auf die Daten.

Charakteristisch für Schichtenarchitekturen sind ihr hierarchischer Aufbau und die unidirektionale Abhängigkeit zwischen den Schichten. So nehmen höhere Schichten Leistungen der jeweils unmittelbar darunter liegenden Schicht in Anspruch, nicht aber umgekehrt. Beispielsweise greift die GUI-Schicht auf Funktionen der Fachkonzept-Schicht zu, um die Korrektheit von Benutzereingaben überprüfen zu lassen; die Fachkonzept-Schicht wiede-

Abb. 13.45 Drei-Schichten-Architektur von Anwendungssystemen



rum greift auf Dienste der Datenhaltungsschicht zu, wenn persistent abgelegte Anwendungsdaten gelesen oder manipuliert werden müssen. Tiefere Schichten sollen daher vollkommen unabhängig von höheren Schichten sein. Sie sind daher so zu gestalten, dass sie zur Erfüllung ihrer Aufgaben keinerlei Wissen über die Realisierung höherer Schichten benötigen. Dadurch können tiefer gelegene Schichten flexibel ausgetauscht werden, ohne dass dies Auswirkungen auf die Gestaltung höher gelegener Schichten hat.

Die Drei-Schichten-Architektur hat sich für betriebliche Anwendungssysteme mittlerer und höherer Komplexität bewährt. Sie liegt daher den Betrachtungen zum objektorientierten Entwurf zu Grunde.

13.3.3.2 Entwurf der Fachkonzept-Schicht

Die Grundlage für den Entwurf der Fachkonzept-Schicht bildet das fachliche OOA-Modell, welches im Rahmen des Entwurfs mit Blick auf die Realisierung erweitert und verfeinert wird. Im Folgenden werden einige wichtige Aufgaben des Entwurfs der Fachkonzept-Schicht beschrieben.

Einführung zusätzlicher Klassen

Zusätzliche Klassen sind z. B. einzuführen, um die Objekte einzelner Fachklassen verwälten zu können. Während die OOA die Objektverwaltung noch außer Acht ließ, muss diese im OOD explizit modelliert werden. Die zu diesem Zweck zusätzlich eingeführten Klassen bewahren die aktuell existierenden Objekte einer bestimmten Klasse in einer geeigneten Datenstruktur auf und stellen entsprechende Zugriffsoperationen bereit. Sie werden als **Container-Klassen** bezeichnet.

Darüber hinaus kann aus verschiedenen Gründen Anlass zur Erweiterung der Klassenstruktur bestehen. So werden häufig Hilfsklassen eingeführt, z. B. zur leichteren Handhabung von Datums- und Zeitangaben. Sofern starke Ähnlichkeiten zwischen den Attribu-

ten und/oder Operationen bestimmter Klassen bestehen, kann die zusätzliche Einführung einer Oberklasse sinnvoll sein. Auch empfiehlt es sich gegebenenfalls, komplexe Klassen aus Gründen der besseren Wartbarkeit zu zerlegen oder eng kooperierende Klassen zugunsten der Verarbeitungseffizienz zusammenzufassen. Schließlich erfordert die Kooperation der Fachkonzept-Schicht mit der GUI-Schicht und der Datenhaltungsschicht in aller Regel die Einführung weiterer Klassen.

Verfeinerung der Modellspezifikation

Zu den Entwurfsaufgaben gehört es außerdem, alle Attribute sowie die Operationen im Klassenlexikon zu spezifizieren. Dazu sind geeignete Datentypen der Zielsprache für Attribute, Parameter und Rückgabewerte auszuwählen. Grundsätzlich sind im Entwurf – anders als in der OOA – alle Operationen einer Klasse, darunter auch die Basisoperationen, zu spezifizieren. Während für viele einfache Operationen meist eine kurze textuelle Beschreibung genügt, sind Algorithmen komplexer Operationen ausführlich zu dokumentieren, z. B. in Form von Struktogrammen oder als Pseudocode (vgl. Abschn. 13.2.3). Ebenfalls nicht-trivial sind häufig die Operationen zur Erzeugung von Objekten der Fachklassen, die so genannten **Konstruktoren**, da hier z. B. verschiedene Voreinstellungen an den erzeugten Objekten vorzunehmen sind.

Zusätzlich wird im OOD für jedes Attribut und jede Operation die so genannte Sichtbarkeit deklariert. Die Sichtbarkeit legt fest, ob überhaupt und ggf. von welchen anderen Klassen aus auf ein Attribut zugegriffen bzw. eine Operation aufgerufen werden kann. Die unterstützten Sichtbarkeitsmodi sind von der verwendeten objektorientierten Programmiersprache abhängig. Meist werden zumindest zwei Sichtbarkeitsmodi unterstützt:

- Die uneingeschränkte Sichtbarkeit („public“, in der UML durch ein dem Attribut- oder Operationsnamen vorangestelltes „+“ gekennzeichnet) gestattet jeder beliebigen anderen Klasse bzw. ihren Objekten den direkten Zugriff auf das Attribut oder die Operation.
- Die vollständig eingeschränkte Sichtbarkeit („private“, in der UML durch ein dem Attribut- oder Operationsnamen vorangestelltes „-“ gekennzeichnet) sperrt das betreffende Attribut oder die betreffende Operation für jeglichen Zugriff von außen.

Unabhängig vom gewählten Sichtbarkeitsmodus können die Objekte einer Klasse stets direkt auf die Attribute und Operationen der eigenen Klasse zugreifen. Da die Verwendung des Modus „public“ für Attribute offensichtlich das Geheimnisprinzip verletzt, sollten public-Attribute in der Regel vermieden werden. Dagegen setzt der Modus „private“ das Geheimnisprinzip konsequent um.

Schließlich sind alle Assoziationen in Bezug auf ihre Richtung und ihre Kardinalitäten vollständig zu spezifizieren. Dies gilt insbesondere für die neuen Assoziationen aufgrund zusätzlicher Klassen. Da objektorientierte Programmiersprachen das Konzept der Assoziation oft nicht unmittelbar unterstützen, ist für jede Assoziation eine geeignete Realisierungsform auszuwählen. Die wichtigste Form der Umsetzung von Assoziationen

ist die Realisierung mittels Objektverweisen. Bei dieser Realisierungsform werden die Verbindungen eines Objekts zu seinen assoziierten Objekten als Objektverweise in einer Datenstruktur aufbewahrt, die ihrerseits Attribut des Objekts ist.

Weitere Aufgaben des Entwurfs betreffen die Vervollständigung der dynamischen Teilmodelle des OOA-Modells, z. B. durch die Erstellung von Sequenzdiagrammen für komplexe Szenarios.

In Fortsetzung des Tourenplanungsbeispiels zeigt Abb. 13.46 das **OOD-Klassendiagramm** für das Paket „Auftragsabwicklung“. Die Abkürzung „FK“ steht dabei für „Fachkonzept“. Auf die Wiedergabe der zugehörigen Einträge in das Klassenlexikon bzw. die Schichtdokumentation wird hier verzichtet.

In dem Klassendiagramm der Abb. 13.46 werden Basisoperationen nicht wiedergegeben. Es werden zudem nur Operationen mit uneingeschränkter Sichtbarkeit („public“) aufgeführt. Die Bezeichnungen einiger Operationen wurden so angepasst, dass sie internationalen Gepflogenheiten entsprechend einen Hinweis auf die jeweilige Aufgabe enthalten, z. B. insertAuftrag() und removeAuftrag() für das Einfügen bzw. das Löschen eines Objekts der Klasse Auftrag.

Neu eingeführt wurden zwei Container-Klassen für die Fachklassen Auftrag und Tourenplan. Eine Besonderheit dieser Container-Klassen besteht darin, dass sie systemweit lediglich je genau ein Objekt instanzieren. Sowohl die Klasse Auftrag als auch die Klasse Tourenplan fungieren ihrerseits wiederum als Container-Klasse für die Klassen Auftragsposition und Tour. Allerdings existieren zu diesen Container-Klassen in aller Regel mehrere Container-Objekte. Zur Vermeidung inkonsistenter Schlüssel-Vergabe speichert das Attribut MaxID in den Container-Klassen den höchsten bisher vergebenen Schlüssel für Objekte der zugehörigen Objekt-Klasse.

Die in der OOA vorgesehenen Verwaltungsfunktionen für das Erfassen, Ändern, Lösen sowie die (Klassen-)Operationen zur Ausgabe der Daten einzelner Tourenpläne oder Aufträge werden unter maßgeblicher Beteiligung der GUI-Schicht abgewickelt und erscheinen daher nicht mehr in der ursprünglichen Form im OOD-Modell.

Damit die GUI-Schicht für diese Zwecke auf die existierenden Objekte der betreffenden Fachklassen zugreifen kann, werden in den Container-Klassen hierfür Operationen mit der Bezeichnung getByIDname() bereitgestellt. Diese übergeben zu einer bestimmten ID einen Verweis auf das zugehörige Objekt. Zur Unterstützung der o. g. Verwaltungsfunktionen enthalten die Container-Klassen außerdem Operationen für das Einfügen, Aktualisieren, Löschen und Lesen von Objekten des jeweiligen Containers. Operationen mit der Bezeichnung checkData() dienen der Überprüfung der Konsistenz der Attribute eines neuen oder geänderten Objekts durch die Klassen der GUI-Schicht.

Assoziationen wurden durch Objektverweise realisiert, erkennbar an Zeiger-Attributnamen wie pAuftrag bei der Klasse AuftragsPosition oder wie pTourenplan bei der Klasse Tour (das vorangestellte „p“ steht für pointer, also Zeiger). Zwischen den Container-Klassen und den ihnen zugeordneten Klassen werden Kompositionsbeziehungen eingeführt. Die Verweise auf die enthaltenen Objekte werden containerseitig in so genannten Maps gehalten, erkennbar an Attributnamen wie z. B. TourenplanMap oder TourenMap. Es handelt

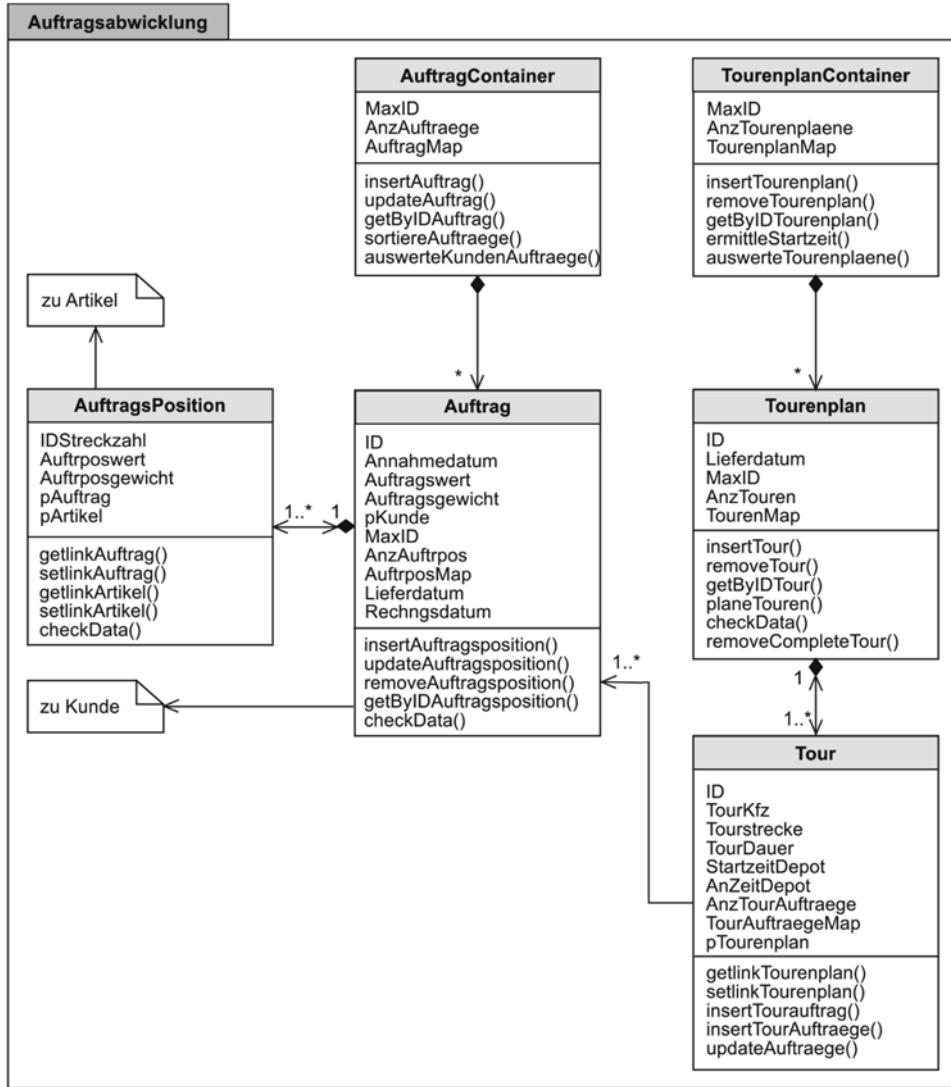


Abb. 13.46 Klassendiagramm des Pakets „FK-Auftragsabwicklung“

sich dabei um spezielle Datenstrukturen zur effizienten Verwaltung von Objekten, auf die anhand eines Schlüssels (hier die ID) zugegriffen werden soll.

13.3.3.3 Entwurf der GUI-Schicht

Die **GUI-Schicht** realisiert die Benutzungsschnittstelle eines Anwendungssystems. Sie ermöglicht die Erzeugung und Bearbeitung von Objekten der Fachkonzept-Schicht ausgehend von den Eingaben des Benutzers. Eine objektorientiert realisierte GUI-Schicht besteht aus Klassen, deren Objekte mit Objekten der Fachkonzept-Klassen korrespondie-

ren und diese in geeigneter Form grafisch repräsentieren. Dazu enthält die GUI-Schicht Klassen für die Darstellung aller Menüs und Fenster einer Anwendung einschließlich der enthaltenen Dialogelemente.

Die Klassen der GUI-Schicht werden unter Verwendung einer GUI-Klassenbibliothek mit standardisierten, weitgehend vorgefertigten GUI-Elementen wie Dialogfenstern, Listenfenstern, Menü- und Dialogelementen erstellt. Diese GUI-Klassenbibliothek bildet die Programmierschnittstelle zum plattformspezifischen GUI-System, welches Bestandteil der verwendeten Systemsoftware ist. Die GUI-Klassenbibliothek hat entscheidenden Einfluss auf den Entwurf und die Implementierung der GUI-Schicht. Ein bekanntes Beispiel ist die Microsoft Foundation Class Library (MFC-Bibliothek), welche u. a. eine C++-Programmierschnittstelle zum GUI-System des Betriebssystems Windows bereitstellt.

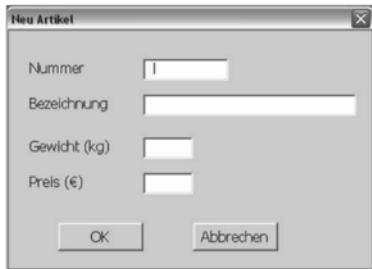
Die Aufgabe des **Entwurfs der GUI-Schicht** besteht darin, die Menü- und Dialogstruktur der Anwendung zu vervollständigen, ein Klassendiagramm der GUI-Schicht anzufertigen, die Spezifikation der GUI-Klassen der Anwendung zu komplettieren und diese im Klassenlexikon zu dokumentieren. Dazu ist es insbesondere erforderlich, den Zugriff der GUI-Klassen auf die Fachkonzept-Klassen und die schichtenübergreifende Kooperation festzulegen.

Die Aktivitäten und Ergebnisse des Entwurfs der GUI-Schicht für das Tourenplanungssystem können hier nicht vollständig und im Detail dargestellt werden. Um jedoch eine grundlegende Vorstellung vom Vorgehen beim Entwurf der GUI-Schicht zu vermitteln, soll im Folgenden in Anlehnung an Balzert (1999) anhand eines stark vereinfachten Beispiels gezeigt werden, wie die systematische Anbindung der GUI-Klassen an die Klassen der Fachkonzept-Schicht grundsätzlich erfolgen kann.

Der Ausgangspunkt ist die Klasse Artikel des OOA-Modells. Für diese Fach-Klasse sei ein Erfassungsfenster durch eine entsprechende GUI-Klasse zu realisieren. Das Aussehen des Erfassungsfensters zeigt der linke Teil der Abb. 13.47. Als Dialogelemente sind im Beispiel für jedes Attribut der Fachklasse je ein statisches Textfeld zur Anzeige und Eingabe vorgesehen. Außerdem können mit Hilfe zweier **Schaltflächen (Buttons)** Aktionen ausgelöst werden. So können z. B. bei einem Klick auf den OK-Button die eingegebenen Daten geprüft und, wenn diese korrekt sind, der Dialog beendet werden. Ein Klick auf den Abbrechen-Button (auch Cancel-Button) hingegen sollte die Eingaben verwerfen und den Dialog ohne Prüfung beenden.

Das Erfassungsfenster wird durch eine Dialogfenster-Klasse realisiert. Dies geschieht durch Ableitung aus einer geeigneten Basisklasse der verwendeten GUI-Klassenbibliothek. Eine solche Basisklasse muss die grundlegende Funktionalität für die Steuerung von Dialogen zur Verfügung stellen. Insbesondere muss sie die Eingabe von Daten durch den Benutzer und die Anzeige der Daten erlauben. Dazu muss sie das entworfene Dialogfenster einschließlich der zugeordneten Dialogelemente darstellen können. Darüber hinaus ist sie für die Initialisierung der enthaltenen Dialogelemente, für die Übertragung der Benutzeereingaben aus den Dialogelementen sowie für die Behandlung der durch Betätigung der Schaltflächen ausgelösten Botschaften zuständig. Es sei angenommen, dass die ver-

Erfassungsfenster



OOD-Modell

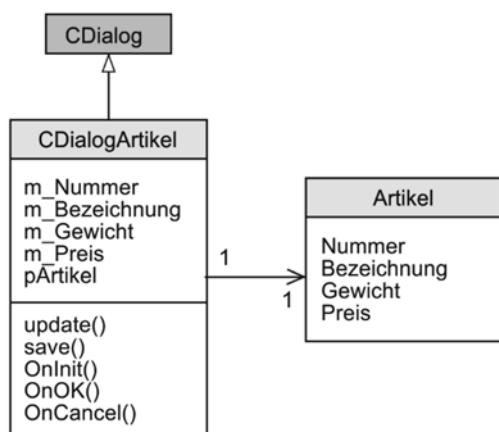


Abb. 13.47 Entwurf des Erfassungs-Dialogs für die Klasse „Artikel“

wendete GUI-Bibliothek eine abstrakte Klasse `CDialog` zur Verfügung stellt, welche die für die Realisierung eines Dialogfensters erforderliche Funktionalität besitzt. Dann lässt sich aus dieser Klasse die Klasse `CDialogArtikel` ableiten, welche den anwendungsspezifischen Erfassungsdialog repräsentiert (rechter Teil der Abb. 13.47).

Für jedes Eingabefeld des Dialogfensters erhält die Klasse `CDialogArtikel` ein Attribut, das aus logischer Sicht wiederum mit einem Attribut der Fachklasse korrespondiert. Außerdem wird eine unidirektionale Assoziation zur Fachklasse `Artikel` in Form eines Objektverweises (Attribut `pArtikel`) eingerichtet. Damit kennt die GUI-Klasse die zugehörige Fachklasse und kann deren Operationen aufrufen, z. B. die Operationen für den lesenden und schreibenden Zugriff auf die Attribute der Klasse `Artikel` oder die Operation für die Konsistenzprüfung `checkData()`. Die Fachklasse hingegen besitzt kein Wissen über die Existenz der GUI-Klasse, was der Forderung nach einer unidirektionalen Kopplung der Schichten in der Drei-Schichten-Architektur entspricht.

Wichtige **Operationen** der **GUI-Klasse** `CDialogArtikel` sind die Operation `update()`, welche die Attributwerte aus dem assoziierten Objekt der Fachklasse liest, sowie die Operation `save()`, die Eingabewerte des Benutzers aus den Dialogelementen in die korrespondierenden Attribute des Fachklassen-Objekts schreibt. Die Operation `OnInit()` dient der Initialisierung der Dialogelemente unmittelbar nach der Instanziierung des Dialogfensters. `OnOk()` und `OnCancel()` verarbeiten die Nachricht „Button gedrückt“ des OK-Buttons und des Cancel-Buttons.

Eine neue **Instanz** des Dialogfensters wird z. B. dann erzeugt, wenn der Benutzer aus dem Hauptmenü der Anwendung heraus die Option „Artikel erfassen“ wählt. Nach Ausfüllen der Eingabefelder bestätigt der Anwender seine Eingaben durch Betätigen des OK-Buttons.

13.3.3.4 Entwurf der Datenhaltungs-Schicht

Bei dem **Entwurf** der **Datenhaltungs-Schicht** ist die vorgesehene Realisierung der Datenhaltung zu berücksichtigen. Beziiglich der Realisierung der Datenhaltung in objekt-orientiert entwickelten komplexeren Anwendungssystemen kommen zwei Varianten in Frage:

- die Datenhaltung mittels eines objektorientierten Datenbanksystems sowie
- die Datenhaltung mittels eines relationalen Datenbanksystems.

Objektorientierte Datenbanken (vgl. Abschn. 15.4.2) sind aus Sicht des objekt-orientierten Entwicklungsansatzes die konsequenteste Datenhaltungslösung. Die Anbindung objektorientierter Datenbanken an die Klassen eines objektorientierten Fachkonzepts gestaltet sich entsprechend unkompliziert. Vereinfacht gesprochen werden alle Fachklassen, für die Persistenz gewünscht ist, als Unterklassen einer Basisklasse der vom objektorientierten Datenbanksystem bereitgestellten Programmierschnittstelle angelegt. Von dieser Basisklasse erben die Fachklassen die Fähigkeit, sich selbst in der objekt-orientierten Datenbank zu verwalten. Dazu genügt in der Regel die explizite Kennzeichnung der entsprechenden Klassen durch den Programmierer, z. B. durch das Schlüsselwort „persistent“. Das objektorientierte Datenbanksystem nimmt dann eine automatische Transformation der Fachklassen vor. Neben der bruchlosen Anbindung an objektorientierte Anwendungssysteme besitzen objektorientierte Datenbanken alle Vorteile eines Datenbanksystems bezüglich Mehrbenutzerfähigkeit, Transaktionsabwicklung und Ad-hoc-Abfragen. Allerdings sind sie ressourcenintensiver und weniger performant als verfügbare relationale Datenbanksysteme.

In der Praxis werden daher bislang überwiegend **relationale Datenbanken** (vgl. Abschn. 15.2) für die Datenhaltung in objektorientierten Anwendungssystemen verwendet. Allerdings ist diese Datenhaltungsvariante etwas aufwendiger zu realisieren als die vorgenannte Variante. Im Wesentlichen sind folgende Entwurfsschritte auszuführen:

- (1) Abbildung der persistent zu speichernden Fachklassen (einschließlich ihrer Beziehungen) auf logische Tabellen einer relationalen Datenbank,
- (2) Einführung zusätzlicher Klassen, deren Objekte die Tabellen repräsentieren und den Austausch zwischen den Objekten der Fachklassen mit den korrespondierenden Feldern in der Datenbank übernehmen, sowie
- (3) gegebenenfalls Erweiterung der Fachklassen um Operationen zur Steuerung der Datenbankzugriffe.

Die Datenhaltungsschicht wird dabei im Wesentlichen durch die in Schritt 2 hinzugefügten Klassen gebildet.

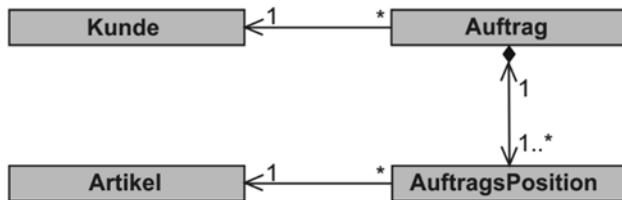


Abb. 13.48 Persistent zu speichernde Klassen des OOD-Modells (Ausschnitt)

Es empfiehlt sich, bei der Realisierung der Datenhaltungsschicht nach Möglichkeit auf vorgefertigte Klassenbibliotheken zurückzugreifen, welche die erforderliche Funktionalität zur Anbindung einer relationalen Datenbank an eine objektorientierte Anwendung enthalten. Diese Klassenbibliotheken orientieren sich in Bezug auf die technische Realisierung der Schnittstelle zu relationalen Datenbanken an anerkannten Standards, z. B. ODBC (Open Database Connectivity) für in C oder C++ geschriebene Anwendungen oder JDBC (Java Database Connectivity) für Java-Programme.

Bei Verwendung solcher Hilfsmittel zur Realisierung der Anbindung an ein relationales Datenbanksystem kann die Hauptaufgabe des Entwurfs der Datenhaltungsschicht in der Abbildung der objektorientierten Klassenstruktur auf eine relationale Tabellenstruktur gesehen werden (Schritt 1). Abschließend soll das folgende Beispiel das grundsätzliche Vorgehen bei diesem wichtigen Entwurfsschritt veranschaulichen.

Betrachtet sei der in Abb. 13.48 gezeigte Ausschnitt aus dem **OOD-Modell** des Tourenplanungssystems. Die Vererbungsbeziehung zur Unterscheidung zwischen Lauf- und Stammkunden soll an dieser Stelle aus Vereinfachungsgründen unberücksichtigt bleiben. Alle gezeigten Klassen sollen persistent in einem relationalen Datenbanksystem gespeichert werden.

Nach der objekt-relationalen Abbildung der in Abb. 13.48 gezeigten Fachklassen ergibt sich die in Abb. 13.49 gezeigte Tabellenstruktur, die im Folgenden erläutert wird.

Die Lösung der Abbildungsaufgabe gestaltet sich insofern relativ einfach, als im vorliegenden Beispiel jede Fachklasse durch genau eine Tabelle abgebildet werden kann. Jede Tabelle erhält damit alle Attribute der zugehörigen Fachklasse. Außerdem wird jeder Klasse ein künstliches identifizierendes Attribut, die sogenannte Objektidentifikation (OID), zugeordnet. OIDs werden durch ganzzahlige Werte realisiert und dienen der eindeutigen Identifizierung der Objekte innerhalb der relationalen Datenbank. Sie spielen insbesondere bei der objekt-relationalen Abbildung von Assoziationen und Vererbungsbeziehungen eine wichtige Rolle.

Assoziationen zwischen Klassen werden durch Fremdschlüssel in den jeweiligen Tabellen abgebildet. So wird z. B. die Assoziation AuftragsPosition→Auftrag durch den Fremdschlüssel AuftragOID in der Tabelle AuftragsPosition abgebildet. In analoger Weise wird für die Assoziationen Auftrag→Kunde und AuftragsPosition→Artikel verfahren.

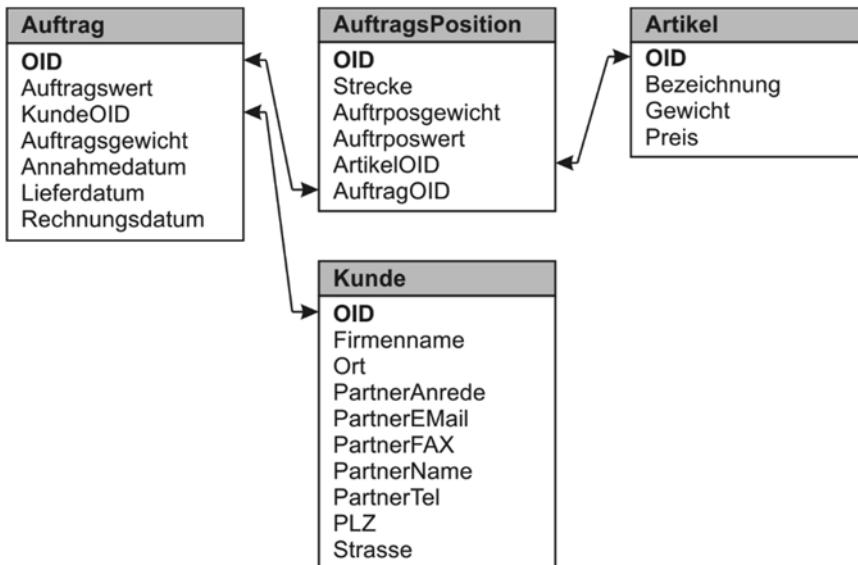


Abb. 13.49 Beispiel für eine Tabellenstruktur nach objekt-relationaler Abbildung von persistenten Klassen

13.4 Agile Softwareentwicklung

Den Anstoß zur agilen Softwareentwicklung gaben spezifische Nachteile der zuvor angewandten phasenorientierten und wasserfallartigen Vorgehensmodelle, insbesondere deren Schwerfälligkeit bei durchzuführenden Änderungen, und zu lange Entwicklungszeiten. Bei der agilen Softwareentwicklung liegt der Fokus daher auf der Organisation der Vorgehensweise und nicht – wie bei dem objektorientierten Ansatz – auf der softwaretechnischen Ebene. Angestrebt werden transparentere und flexiblere Entwicklungsprozesse, die schneller zu einsatzfähiger Software führen. Aus diesem Anspruch ergeben sich umfassendere Anforderungen an unterstützende Tools: Benötigt werden zusätzliche Werkzeuge für das Entwicklungsmanagement (vgl. Hansen et al. 2019, S. 372 ff.). Die angesprochenen Aspekte greift der vorliegende Abschnitt auf, der sich mit der agilen Softwareentwicklung befasst. Behandelt werden:

- Begriff und Wesen der agilen Softwareentwicklung (vgl. Abschn. 13.4.1),
- Ansätze der agilen Softwareentwicklung (vgl. Abschn. 13.4.2) und
- Tools für die agile Softwareentwicklung (vgl. Abschn. 13.4.3).

13.4.1 Begriff und Wesen der agilen Softwareentwicklung

► Unter dem Begriff **agile Softwareentwicklung** fasst man Entwicklungsansätze zusammen, die den Einsatz selbstorganisierender Teams im Rahmen einer iterativen und inkrementellen Vorgehensweise vorsehen, und die auf eine Verschlankung, Flexibilisierung und Beschleunigung des Entwicklungsprozesses abzielen.

Die Ursprünge der agilen Softwareentwicklung reichen in die 1990er-Jahre zurück. Besondere Bedeutung haben z. B. die Überlegungen von Nonaka und Takeuchi (1986, 1995), die zu dem Ansatz **Srum** führten, sowie die Publikation von Beck (2000) zum **Extreme Programming**. Anknüpfend an diesen und weiteren Arbeiten fand im Jahre 2001 eine Zusammenkunft von Softwareexperten statt, die sich aus übergreifender Sicht mit der agilen Softwareentwicklung befassten. Formuliert und von 17 Experten unterzeichnet wurde hierbei das so genannte **Agile Manifest** (engl. Manifesto for Agile Software Development, kurz **Agile Manifesto**). Es umfasst ein Wertesystem und zwölf dahinter stehende Prinzipien (vgl. Beck et al. 2001).

Das Wertesystem beinhaltet eine Gegenüberstellung von „Items“, die Werte verkörpern:

- Individuen und Interaktionen über Prozessen und Werkzeugen.
- Funktionierende Software über umfangreicher Dokumentation.
- Kooperation mit Kunden über Vertragsverhandlungen.
- Reaktion auf Veränderungen über dem Verfolgen eines Plans.

Obwohl laut Manifest die „Items“ der rechten Seite Werte beinhalten, werden die „Items“ der linken Seite höher bewertet.

Die hinter dem Wertesystem stehenden Prinzipien stellen Leitsätze für die Umsetzung des Wertesystems in der Entwicklungsarbeit dar. Sie lauten etwa wie folgt:

- (1) Höchste Priorität hat die Zufriedenstellung des Kunden durch frühe und kontinuierliche Auslieferung wertvoller Software.
- (2) Sich ändernde Anforderungen sind sogar spät in der Entwicklung willkommen. Agile Prozesse verschaffen dem Kunden Wettbewerbsvorteile aus Änderungen.
- (3) Funktionierende Software ist häufig auszuliefern und zwar nach jeweils wenigen Wochen oder Monaten mit Bevorzugung der kürzeren Zeitspannen.
- (4) Fachexperten und Entwickler müssen täglich während des gesamten Projekts zusammenarbeiten.
- (5) Projekte sind um motivierte Individuen herum aufzubauen. Ihnen sind die benötigte Umgebung und Unterstützung zu geben sowie Vertrauen hinsichtlich der Bewältigung ihrer Aufgabe entgegenzubringen.
- (6) Die effektivste und effizienteste Art des Austauschs von Informationen mit und innerhalb eines Entwicklungsteams ist das Gespräch von Angesicht zu Angesicht.
- (7) Funktionsfähige Software ist das primäre Maß für den Fortschritt.

- (8) Agile Prozesse fördern eine nachhaltige Entwicklung. Auftraggeber, Entwickler und Nutzer sollten ein gleichmäßiges Arbeitstempo dauerhaft einhalten können.
- (9) Ständiges Augenmerk auf technische Exzellenz und gutes Design erhöht die Agilität.
- (10) Einfachheit – die Maximierung nicht getaner Arbeit – ist essenziell.
- (11) Die besten Architekturen, Anforderungen und Designs stammen von selbstorganisierten Teams.
- (12) In regelmäßigen Zeitabständen denkt das Team darüber nach, wie es effektiver werden kann, und es passt dann sein Verhalten entsprechend an.

Wesentliche Aussagen des Agilen Manifests sind demnach:

- Die Kundenzufriedenheit hat höchste Priorität. Sie wird erzielt durch frühe und häufige Auslieferung funktionierender Software sowie durch umgehende Umsetzung von auch späten Änderungen. Aus Änderungen ergeben sich Wettbewerbsvorteile für Kunden.
- Entwicklungsteams sollten aus motivierten Individuen bestehen, die ihre Tätigkeit selbst organisieren. Selbstorganisierende Teams liefern die besten Entwicklungsergebnisse. Die Teams sollten regelmäßig über die Steigerung ihrer Effektivität nachdenken und entsprechende Anpassungen vornehmen.
- Fachexperten und Entwickler sollten täglich zusammenarbeiten. Das persönliche Gespräch ist die geeignete Form des Informationsaustauschs. Sowohl in Teams als auch mit Teams (d. h. von Teams mit Auftraggebern, Fachexperten und Nutzern).

Aus den Leitsätzen und Prinzipien des Agilen Manifests ergeben sich Konsequenzen für konkrete Vorgehensmodelle der agilen Softwareentwicklung und die Ausgestaltung der Entwicklungstätigkeit. Inzwischen existiert eine Vielzahl von agilen Vorgehensmodellen mit Unterschieden in der Ausgestaltung. Sie haben in der Praxis die strukturierten Ansätze der Softwareentwicklung weitgehend abgelöst. Strukturierte Ansätze werden allerdings auch künftig bei Projekten eine Rolle spielen, die gut planbar sind und wenige Änderungen erwarten lassen. Häufig sind diese Bedingungen nicht erfüllt. Zum Tragen kommen dann die Vorteile der agilen Ansätze, insbesondere:

- Senkung des Entwicklungsaufwands aufgrund der Effektivität und Effizienz selbstorganisierender Entwicklungsteams.
- Frühe und regelmäßige Auslieferung von funktionierender Software an den Kunden.
- Schaffung von Wettbewerbsvorteilen des Kunden durch zügige Umsetzung von auch späten Änderungen.

13.4.2 Ansätze der agilen Softwareentwicklung

Ab den 1990er-Jahren wurde eine Vielzahl von **agilen Entwicklungsansätzen** vorgestellt. Bekanntere Ansätze sind etwa:

- Scrum,
- Extreme Programming (XP),
- Kanban,
- Crystal und
- Feature-Driven Development (FDD).

Obwohl alle Ansätze die Grundprinzipien der agilen Softwareentwicklung umsetzen, weisen sie wesentliche Unterschiede in der konkreten Ausgestaltung auf, so z. B. hinsichtlich des verwendeten Vorgehensmodells. Beispielsweise beinhaltet Scrum ein detailliertes Vorgehensmodell, Kanban dagegen nicht. Anstelle einer übersichtsartigen Betrachtung vieler Ansätze werden im vorliegenden Abschnitt zwei Ansätze näher erörtert:

- Kanban (vgl. Abschn. 13.4.2.1), da es einen einfachen Einstieg in die agile Softwareentwicklung ermöglicht, und
- Scrum (vgl. Abschn. 13.4.2.2), da es mit Abstand die größte Verbreitung in der Praxis aufweist.

13.4.2.1 Entwicklungsansatz Kanban

Der Begriff „**Kanban**“ entstammt dem **Toyota-Produktionssystem**. Er bezeichnet eine im Fertigungsbereich angewandte Technik, die auf dem Pull-System beruht und auf die Reduzierung von Lagerbeständen und Durchlaufzeiten abzielt (vgl. Abschn. 6.2.1.4). Das mit Kanban-Karten realisierte **Pull-System** gewährleistet einen zügigen und kontinuierlichen Fluss von Produkten durch das Fertigungssystem. Zwischen den Zielen des Toyota-Produktionssystems, das als Urtyp der schlanken Produktion gelten kann, und den Zielen der agilen Softwareentwicklung bestehen unmittelbare Analogien. Es lag daher nahe, Konzepte aus der schlanken Produktion in die Softwareentwicklung zu übernehmen. Unter der Bezeichnung „Kanban“ veröffentlichte Anderson (2011) einen Ansatz der agilen Softwareentwicklung, der neben Konzepten aus dem Bereich der schlanken Produktion wie Pull-System und Vermeidung von Verschwendungen noch weitere Konzepte umfasst. Im Folgenden wird der Kanban-Ansatz, auch bezeichnet als Kanban-System oder kurz Kanban, in seinen Grundzügen dargestellt.

Der Kern von Kanban umfasst vier Grundprinzipien und sechs Kernpraktiken. Hinzu kommen Konzepte und Praktiken, die der Umsetzung des Kanban-Kerns dienen und den kontinuierlichen Verbesserungsprozess sowie die Steuerung des Arbeitsflusses bzw. Kanban-Prozesses betreffen. Eine Übersicht der wesentlichen Komponenten des Kanban-Systems zeigt Abb. 13.50.

Die vier Grundprinzipien beinhalten grundlegende Überlegungen zur Einführung des Kanban-Systems in einem Unternehmen, das bislang z. B. einen strukturierten Entwicklungsansatz verfolgt.

GP1: Beginne mit dem, was du gerade tust.

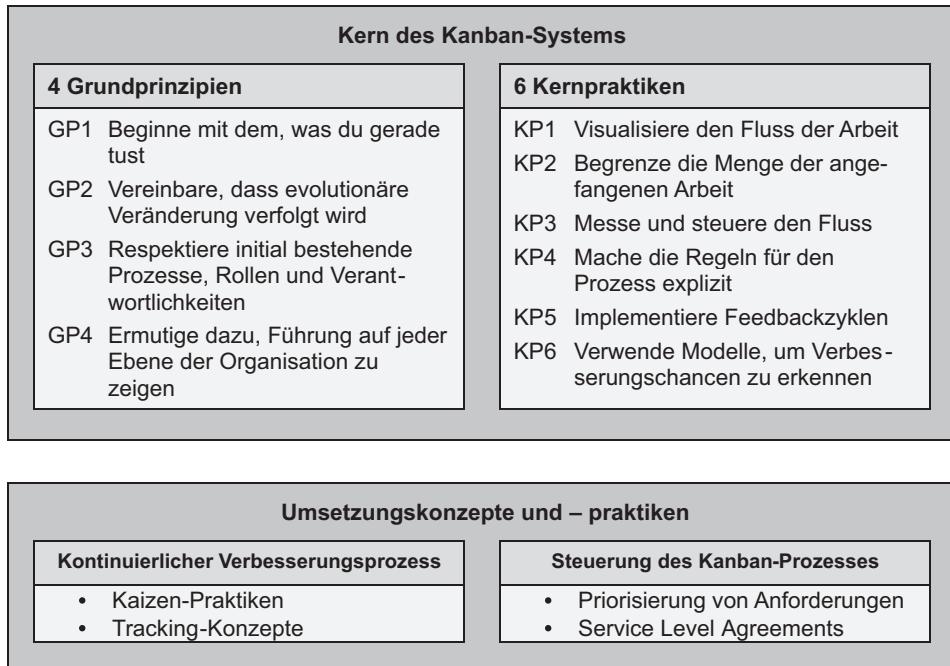


Abb. 13.50 Übersicht wesentlicher Komponenten des Kanban-Systems

Das erste Grundprinzip besagt, dass Kanban einfach eingeführt werden kann, indem nach Beendigung der aktuellen Arbeit unmittelbar mit dem Übergang auf das neue Vorgehen begonnen wird.

GP2: Vereinbare, dass evolutionäre Veränderung verfolgt wird.

Die angestrebte Veränderung des Vorgehens soll nicht auf einmal, sondern in kleinen evolutionären Schritten erfolgen.

GP3: Respektiere initial bestehende Prozesse, Rollen und Verantwortlichkeiten.

Die bestehende Organisation der Entwicklungsarbeit mit den gegebenen Prozessen, Rollen und Verantwortlichkeiten bildet die Ausgangsbasis für die angestrebte evolutionäre Veränderung. Die Kanban-Einführung setzt also auf dem Ist-Zustand auf (GP3) und verändert ihn in kleinen Schritten (GP2).

GP4: Ermutige dazu, Führung auf jeder Ebene der Organisation zu zeigen.

Das Grundanliegen der fortwährenden evolutionären Verbesserung kann nur gelingen, wenn sich alle organisatorischen Ebenen beteiligen. Insbesondere müssen die in die Entwicklungsarbeit direkt eingebundenen Mitarbeiter Leadership-Verhalten zeigen und Verbesserungsvorschläge einbringen.

Die sechs Kernpraktiken präzisieren die Maßnahmen, die für die evolutionäre Einführung und kontinuierliche Verbesserung des Kanban-Systems zu ergreifen sind.

KP1: Visualisiere den Fluss der Arbeit.

Um den Entwicklungsprozess und -stand für alle Beteiligten gut sichtbar zu machen, wird der Arbeitsfortschritt mittels eines großen **Kanban-Boards** visualisiert. Die Spalten des Board bilden Arbeitsstationen bzw. Entwicklungsphasen ab (z. B. Anforderungsdefinition, Entwurf, Implementierung, Test, Inbetriebnahme), und den Zeilen sind die zu realisierenden Anforderungen (z. B. **User Stories**, Tasks) zugeordnet. Letztere werden auf anheftbaren Karten notiert und wandern auf dem Kanban-Board gemäß dem Arbeitsfortschritt als so genannte Tickets durch die aufeinander folgenden Arbeitsstationen.

KP2: Begrenze die Menge angefangener Arbeit.

Für die Anzahl der gleichzeitig an einer Station bearbeiteten **Tickets**, auch bezeichnet als **Work in Progress (WIP)**, wird eine Obergrenze festgelegt. Ein an einer Station fertig bearbeitetes Ticket darf folglich nur dann von der folgenden Station übernommen werden, wenn dadurch die WIP-Obergrenze nicht überschritten wird. Faktisch wird damit ein **Pull-System** installiert, das die bei der Behandlung des Lean-Production-Konzepts genannten Vorteile aufweist (vgl. Abschn. 6.2.1.4).

KP3: Messe und steuere den Fluss.

Die mit der Messung von Prozessgrößen wie Durchlaufzeiten, Wartezeiten und Warteschlangenlängen von Tickets verfügbare Datengrundlage ermöglicht die Beurteilung der Qualität des Kanban-Prozesses, die Aufdeckung von Prozessdefiziten und das Ergreifen von Maßnahmen der Prozessverbesserung. Außerdem können Einzelgrößen, wie z. B. zu lange Ticket-Wartezeiten, den Auslöser für steuernde Eingriffe in den Arbeitsfluss bilden.

KP4: Mache die Regeln für den Prozess explizit.

Für alle am Kanban-Prozess Beteiligten, muss das Regelwerk, das ihrer Arbeit zugrunde liegt, klar und nachvollziehbar sein. Andernfalls können sie das Kanban-Konzept nicht praktizieren. Explizit bekannt zu machen sind z. B. das Pull-System betreffende Regeln, wie etwa die Priorisierung und das Ziehen (wer, wann) von Tickets, die Visualisierung des Arbeitsflusses betreffende Vereinbarungen wie etwa die Bedeutung der Spalten des Kanban-Boards und wesentliche begriffliche Konzepte wie etwa die genaue Bedeutung von „fertig“ zur Kennzeichnung des Abschlusses einer Task.

KP5: Implementiere Feedbackzyklen.

Zum Zweck des Informationsaustauschs innerhalb und zwischen Entwicklungsteams sind regelmäßige Feedbackrunden anzusetzen, die der Nachbetrachtung der Zusammenarbeit (Retrospektive), der Arbeitsplanung, Blockadebehebung und Arbeitskoordination (Standup Meetings) sowie dem prozessbezogenen Erfahrungsaustausch (Operation Meetings) dienen.

KP6: Verwende Modelle, um Chancen für kollaborative Verbesserungen zu erkennen.

Anhand von Modellen, die wesentliche Eigenschaften des Prozesses abbilden, sollen Experimente durchgeführt werden, die zu einem besseren Prozessverständnis führen und das Erkennen von Verbesserungsmöglichkeiten fördern. Ein bekannter Ansatz ist z. B. das **Lean Thinking**, das auf dem Grundsatz „Wert geht über Fluss, Fluss geht über Elimination von Verschwendungen“ beruht. Demnach wäre z. B. eine den gleichmäßigen Fluss beeinträchtigende Erhöhung der WIP-Obergrenze kurzfristig in Kauf zu nehmen, wenn dadurch ein Ticket mit hohem Kundenwert zügiger bearbeitet wird.

Über den Kern des Kanban-Systems hinausgehende Konzepte und Praktiken zielen einerseits auf den **kontinuierlichen Verbesserungsprozess** und andererseits auf die Steuerung des Kanban-Prozesses ab.

Den kontinuierlichen Verbesserungsprozess fördern:

- Kaizen-Praktiken und
- Tracking-Konzepte.

Kaizen-Praktiken sind für das Kanban-System nicht vorgegeben, haben sich jedoch in der Praxis teils fest etabliert. Einige der verbreiteteren Praktiken sind:

- Die bereits erwähnten Standup Meetings, die als kurze tägliche Statusbesprechungen mit Blick auf das Kanban-Board durchgeführt werden, den Arbeitsfortschritt seit dem letzten Tag verdeutlichen sowie Probleme und Lösungswege aufgreifen.
- Operation Reviews, die als unregelmäßig stattfindende Besprechungen auch Teilnehmer aus dem ganzen Unternehmen einbeziehen und Verbesserungsmöglichkeiten auf der Grundlage von Vergangenheitsbetrachtungen und -daten erörtern.
- Root Cause Analysis bzw. Fehler-Ursachen-Analyse, die durch die Kategorisierung von Fehlern und die (schnelle) Ermittlung ihrer Ursachen eine zügige Fehlerbehebung anstrebt. Eine wesentliche Quelle für Fehlerhinweise ist das Kanban-Board. So zeigen z. B. nicht ausgelastete Stationen oder an Stationen fest hängende Tickets Handlungsbedarf an.

Tracking-Konzepte ermöglichen die Erkennung von Fehlern mit Hilfe der Verfolgung der zeitlichen Entwicklung von Kenngrößen, die auf erhobenen empirischen Daten basieren. Als Darstellungsmittel dienen Diagramme. Übliche Tracking-Diagramme sind z. B.:

- Das Cumulative Flow Diagram, das die Erledigung von Tickets nach Zeitpunkt und Anzahl sowie die Auslastung der Stationen über der Zeit ausweist. So lassen sich z. B. Engpässe (engl. bottlenecks) unmittelbar erkennen.
- Das WIP-Diagramm, das die zeitliche Entwicklung der gleichzeitig im Kanban-System befindlichen Tickets in Form einer Kurve darstellt. Eine beständig ansteigende Kurve weist auf eine zunehmende Blockade von Tickets hin.
- Fehler-Diagramm, das den Verlauf der Fehleranzahl über der Zeit anzeigt. Es ist von besonderer Bedeutung, da hohe Fehlerraten und Qualitätsmängel zu längeren Durchlaufzeiten führen. Im Kanban-System haben kurze Durchlaufzeiten und damit auch geringe Fehlerraten jedoch ein hohes Gewicht.

Zwei weitere Konzepte außerhalb des Kanban-Kerns betreffen die Steuerung des Kanban-Prozesses:

- Priorisierung von Anforderungen und
- Servicelevel Agreements.

Die Priorisierung von Anforderungen wird zur Entscheidung über die Zeitpunkte genutzt, zu denen Anforderungen in das Kanban-System übernommen werden. Als Kriterium für die Festlegung von Prioritäten bieten sich z. B. die „Verzögerungskosten“, auch „Verzichtskosten“ genannt, an. Dabei handelt es sich um so genannte Opportunitätskosten, die entgangene Erlöse aufgrund nicht wahrgenommener geschäftlicher Möglichkeiten darstellen. Die Priorität einer Anforderung steigt mit den Verzögerungskosten. Geht es bei einer Anforderung z. B. um eine neue Funktion eines Produkts, dann verursacht jeder weitere Tag an Verzögerung weitere Erlöseinbußen. Eine ganz andere Situation liegt jedoch vor, wenn ein Produkt an gesetzliche Regelungen angepasst werden muss, die ab einem Stichtag greifen. Vor dem Stichtag entstehen keine Verzögerungskosten, danach steigen sie drastisch an.

Servicelevel Agreements definieren beispielsweise Prioritätsebenen für die Behandlung von Tickets, da die Bedeutung von Tickets (sehr) unterschiedlich ist. Übliche Arten von Services sind z. B.:

- Vorrang, d. h. entsprechende Tickets werden bevorzugt behandelt, da z. B. aufgrund eines aufgetretenen Fehlers der Termin für die Auslieferung an den Kunden nicht gehalten werden kann.
- Fixtermin, d. h. ein Ticket muss zu einem Stichtag fertiggestellt sein, da dann z. B. eine das Ticket betreffende Gesetzesänderung greift.
- Nachrangig, d. h. entsprechende Tickets haben eine geringe Priorität, weil z. B. der Wert für Kunden schlecht einschätzbar ist.
- Standard, d. h. entsprechende Tickets werden weder vor- noch nachrangig behandelt. Ihre Abarbeitung erfolgt in der Reihenfolge der Übernahme in das Kanban-System (FIFO-Prinzip).

Das Kanban-System eignet sich für Unternehmen, die in moderatem Tempo von einer bislang klassischen auf eine agile Softwareentwicklung übergehen möchten. Einerseits werden dann die Risiken einer abrupten Umstellung vermieden. Andererseits können bisherige Arbeitsweisen und Regeln zunächst beibehalten und dann allmählich an das Kanban-Konzept angepasst werden. Der Kanban-Einsatz empfiehlt sich auch im Bereich IT-Wartung und -Betrieb. Da Kanban kein strikt einzuhaltendes Vorgehensmodell vorsieht, kann auf variierende Fehler- und Notfallsituationen in flexibler Weise reagiert werden.

13.4.2.2 Entwicklungsansatz Scrum

Der Begriff **Scrum** stammt aus dem Englischen und bedeutet Gedränge (engl. scrum). Verwendet wurde er ursprünglich von Nonaka und Takeuchi (1986) in einer Arbeit über eine flexible, ganzheitliche Produktentwicklungsstrategie. In Analogie zu einem Rugbyspiel bezeichnen sie ihren Ansatz auch als „rugby“, da dort der Ball wiederholt vor und zurück gespielt wird bis er schließlich die Ziellinie passiert. Ein Ablauf der im Gegensatz zu einem strikt linearen Vorgehen steht. Verschiedene Autoren übertrugen die Idee von Takeuchi und Nonaka samt der Bezeichnung Scrum in den Bereich der Softwareentwicklung. Schwaber (1995) veröffentlichte den ersten Konferenzbeitrag und Schwaber

und Beedle (2001) das erste Buch über Scrum. Im Jahre 2001 wurde das **Agile Manifest** verabschiedet (vgl. hierzu Abschn. 13.4.1). Die dort niedergelegten Werte wurden in Scrum übernommen. Für die Herausgabe und Weiterentwicklung des „originären Kerns“ von Scrum ist die eigens gegründete Organisation „Scrum Alliance“ verantwortlich. Eine Beschreibung des Scrum-Kerns gibt der Scrum Guide, der regelmäßig aktualisiert wird (vgl. z. B. Schwaber und Sutherland 2017).

In der Praxis eingesetzte **Scrum-Konzepte** weichen teils vom originären Scrum-Kern ab. Anders als der Scrum-Kern umfassen sie auch Umsetzungspraktiken. Im Folgenden wird ein Scrum-Konzept vorgestellt, das sich an den originären Scrum-Kern anlehnt und einige wesentliche Umsetzungspraktiken beinhaltet. Abb. 13.51 veranschaulicht dieses Scrum-Konzept.

Nachfolgend werden Scrum-Prinzipien, Scrum-Rahmenwerk und Umsetzungspraktiken behandelt.

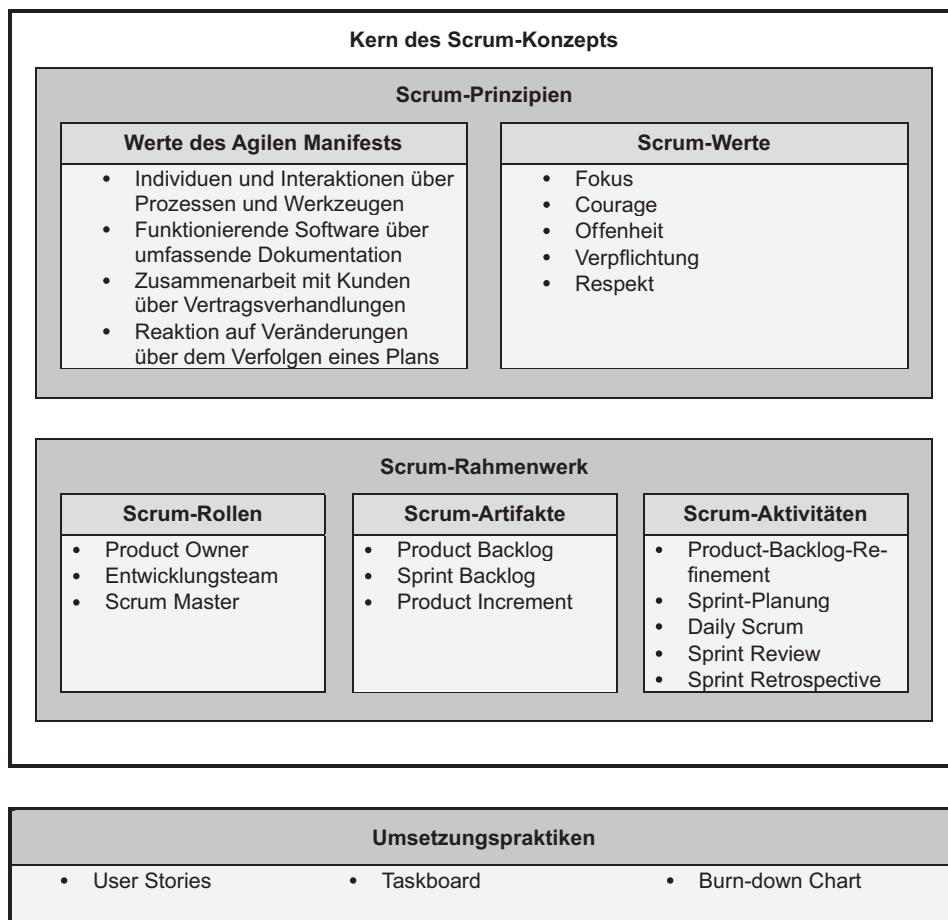


Abb. 13.51 Scrum-Konzept

Scrum-Prinzipien

Die **Scrum-Prinzipien** lassen sich unterteilen in:

- Werte des Agilen Manifests und
- Scrum-Werte.

Die Werte des **Agilen Manifests** wurden in Scrum übernommen. Sie bilden zusammen mit den Scrum-Werten eine Wertebasis, auf der das Scrum-Rahmenwerk aufsetzt. Die Werte des Agilen Manifests wurden bereits in Abschn. 13.4.1 vorgestellt. Sie haben einen eher allgemeinen Charakter und werden daher im Manifest als „Common Values“ bezeichnet. Die **Scrum-Werte** sind dagegen auf Personen/Beteiligte ausgerichtet und besagen etwa folgendes:

- Fokus (Focus)
Alle Beteiligten konzentrieren sich auf die Arbeit an der aktuellen Aufgabe, dem Sprint, und auf die Ziele des Scrum Teams.
- Courage (Courage)
Die Mitglieder des Scrum Teams haben den Mut, das Richtige zu tun und anspruchsvolle Probleme zu bearbeiten.
- Offenheit (Openness)
Das Scrum Team und seine Stakeholder sind damit einverstanden offen zu sein gegenüber Allem, was ihre Arbeit betrifft, und gegenüber den mit ihrer Arbeit verbundenen Herausforderungen.
- Verpflichtung (Commitment)
Alle Beteiligten verpflichten sich persönlich, die Ziele des Scrum Teams zu erreichen.
- Respekt (Respect)
Die Mitglieder des Scrum Teams respektieren sich gegenseitig als fähige und unabhängige Personen.

Zu dem Verständnis der Werte können einige Anmerkungen und Interpretationen beitragen: Den Fokus auf die gegenwärtige Arbeit zu setzen gilt als ein Erfolgskriterium in der Managementlehre, das in die Scrum-Werte übernommen wurde. Scrum erfordert in der Tat die Courage, gänzlich anders vorzugehen, als es die bisherigen Strukturen und Vorgehensweisen gestattet haben. Offenheit ist eine Frage der positiven inneren Einstellung gegenüber neuen Denkweisen und Praktiken, aber auch der Akzeptanz von anderen Meinungen. Verpflichtung schließt insbesondere auch die Bereitschaft und Entschlossenheit ein, eine bestimmte Funktion in einer vereinbarten Zeit zu realisieren. Respekt ist für den Erfolg der in Scrum vorgesehenen Teamarbeit unverzichtbar und fordert ein rücksichtsvolles Miteinander, das andere Meinungen zulässt und einen kollegialen Umgang mit persönlichen Stärken und Schwächen einschließt.

Scrum-Rahmenwerk

Das Scrum-Rahmenwerk (**Scrum Framework**) ist ein Organisations- und Vorgehenskonzept, das sich an den vorgestellten Scrum-Prinzipien orientiert. Es umfasst drei Bestandteile:

- Scrum-Rollen,
- Scrum-Artefakte und
- Scrum-Aktivitäten.

Die **Scrum-Rollen** stehen für die organisatorischen Einheiten eines Scrums-Teams einschließlich der jeweiligen Kompetenzen und Aufgaben. Ein Scrum-Team ist typischerweise selbstorganisierend und interdisziplinär, und es praktiziert eine iterativ-inkrementelle Arbeitsweise. Es entscheidet also eigenständig, wie es seine Entwicklungsarbeit durchführt, und es verfügt über die für seine Arbeit erforderlichen Kompetenzen. Das iterativ-inkrementelle Vorgehen gewährleistet die häufige Fertigstellung von einsatzfähigen Produktinkrementen. Ein **Scrum-Team** umschließt drei Scrum-Rollen:

- Product Owner,
- Entwicklungsteam und
- Scrum Master.

Der **Product Owner** trägt als Einzelperson die Verantwortung dafür, dass der Wert des aus der Arbeit des Entwicklungsteams resultierenden Produkts maximiert wird. Er sorgt in Zusammenarbeit mit dem Entwicklungsteam und den Stakeholdern, also Kunde/Auftraggeber und Nutzer, für die Ausrichtung der Entwicklungsarbeit an der Produktvision und gewährleistet so die Erstellung des richtigen Produkts. Er ist allein verantwortlich für das Führen des **Product Backlog**, d. h. einer Liste von Produktanforderungen. Er entscheidet, was in das Product Backlog eingetragen wird und was nicht. Das Führen des Product Backlog impliziert:

- die klare Formulierung der Product-Backlog-Einträge,
- die Sortierung der Einträge in der für das Erreichen der Entwicklungsziele erforderlichen Reihenfolge,
- das Sicherstellen, dass deutlich sichtbar ist, welcher Eintrag als nächster bearbeitet wird,
- das Sicherstellen, dass das Entwicklungsteam die Einträge versteht.

Die Entscheidungen des Product Owner müssen respektiert werden. Insbesondere darf das Entwicklungsteam nicht angewiesen werden, andere Anforderungen zu bearbeiten.

Das **Entwicklungsteam** erstellt das angestrebte Produkt iterativ, d. h. in wiederholt ausgeführten kleinen Entwicklungsschritten, genannt **Sprints**. Jeder Sprint endet mit einem auslieferbaren **Produktinkrement**. Das Entwicklungsteam organisiert seine Arbeit völlig eigenständig. Dies bedeutet:

- Es ist ein interdisziplinäres und professionelles Team, das über die Qualifikation verfügt, die zur Erstellung der Produktinkremente erforderlich ist.
- Es ist selbstorganisierend und entscheidet selbst, wie es Produktinkremente entwickelt.
- Auch wenn einzelne Mitglieder über Spezialkenntnisse verfügen, ist das Team nicht weiter untergliedert und als Gesamtheit für seine Arbeit verantwortlich.

Die Größe des Teams sollte drei bis neun Mitglieder betragen. Mindestens drei Mitglieder sind erforderlich, um die Breite der benötigten Fähigkeiten abzudecken und um eine hinreichende Interaktion zu gewährleisten. Mehr als neun Mitglieder erfordern einen zu hohen Koordinationsaufwand.

Der **Scrum Master** ist als eine dienende Führungsperson, auch „Servant Leader“ genannt, für die Förderung des Verständnisses und der Umsetzung von Scrum verantwortlich. Er ist sowohl Coach, der allen Beteiligten hilft, die Prinzipien, Werte und Praktiken von Scrum zu verstehen, als auch Unterstützer, der die Einführung und Anwendung von Scrum beratend unterstützt. Seine Dienste richten sich an den Product Owner, das Entwicklungsteam und das Unternehmen:

- Dem Product Owner hilft er z. B., das Product Backlog so zu organisieren, dass ein kontinuierlicher Arbeitsfluss und eine hohe Werterzeugung gewährleistet ist.
- Dem Entwicklungsteam hilft er z. B. durch Coaching in Selbst-Organisation und Ausräumen von Arbeitshindernissen.
- Dem Unternehmen hilft er z. B. durch Management- und Coaching-Dienste bei der Einführung von Scrum.

Scrum-Artefakte und **Scrum-Aktivitäten** ergänzen das Scrum-Rahmenkonzept. Sie sind miteinander verflochten: auf Artefakten setzen Aktivitäten auf und Aktivitäten ergeben (veränderte) Artefakte. Dieses Zusammenspiel wird durch die Vorgehensweise von Scrum geregelt. Eine modellhafte Darstellung des Vorgehens von Scrum zeigt Abb. 13.52. Die Erläuterung von Scrum-Artefakten und -Aktivitäten orientiert sich an dem Vorgehensmo-

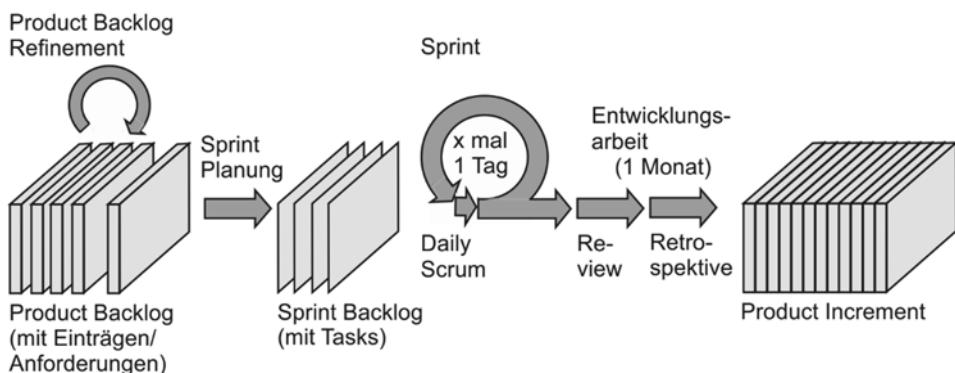


Abb. 13.52 Schematische Darstellung der Vorgehensweise von Scrum

dell, d. h. Artefakte und Aktivitäten werden nachfolgend nicht separat, sondern verzahnt behandelt.

Das Artefakt **Product Backlog** ist eine geordnete Liste von Einträgen, die Produktanforderungen und -eigenschaften wie Funktionalitäten, Verbesserungen, Fehlerbehebungen und Dokumentationsanforderungen darstellen. Einträge können vom Product Owner, Mitgliedern des Entwicklungsteams und Stakeholdern eingebracht werden. Für die Vornahme, die Änderung, die Sortierung, die Ausgabe und den Inhalt von Einträgen ist ausschließlich der Product Owner zuständig. Mit der Sortierung legt er die Reihenfolge der Bearbeitung so fest, dass der vom Scrum Team gelieferte Wert maximiert wird. Als Attribute enthält ein Eintrag eine Beschreibung der Anforderung/Eigenschaft, eine Schätzung des Werts und eine Beschreibung von Testanforderungen, deren Erfüllung die Fertigstellung („Done“) anzeigt. Ein Product Backlog ist ein „lebendes“ Artefakt. Anfänglich noch kurz und noch etwas vage, wird es im Zeitablauf umfangreicher und präziser. Bei seiner Verfeinerung wird der Product Owner vor allem vom Entwicklungsteam unterstützt.

Die Aktivität **Product Backlog Refinement** ist ein kontinuierlicher Prozess, der das ganze Scrum-Team und die Stakeholder betrifft und der die Verfeinerung und Aktualisierung der Einträge im Product Backlog beinhaltet. Das Refinement erstreckt sich auf:

- das Einfügen neuer und Entfernen vorhandener Einträge,
- das Aufspalten großer in mehrere kleinere Einträge und das Zusammenfassen mehrerer Einträge zu einem größeren Eintrag,
- das Hinzufügen von Details zu Einträgen,
- die Änderung der Reihenfolge der Einträge und
- die Kennzeichnung von Einträgen als „Ready“ und als „Done“ (siehe oben).

Ein Eintrag hat den Zustand „Ready“, wenn er einen bestimmten Wert repräsentiert und in einem Entwicklungsschritt, genannt **Sprint**, vollständig bearbeitet werden kann. Die Angaben zu Einträgen werden vor allem von dem Product Owner und dem Entwicklungsteam beigetragen und abgestimmt. Die Realisierung betreffende Schätzwerte legt ausschließlich das Entwicklungsteam fest, da es die Realisierung verantwortet.

Die Aktivität Sprint-Planung bildet den Anfang eines Sprints. Ein Sprint umfasst (vgl. hierzu Abb. 13.51):

- die Sprint-Planung,
- die Daily Scrums,
- die täglichen Entwicklungsarbeiten,
- das Sprint Review und
- die Sprint Retrospective.

Wie Abb. 13.52 andeutet, werden **Daily Scrum** und tägliche Entwicklungsarbeit wiederholt durchgeführt, bis ein Produktinkrement fertiggestellt ist („Done“). Für Sprints steht ein konstanter Zeitraum, genannt Time Box, von maximal einem Monat zur Verfügung.

In der **Sprint-Planung** legt das gesamte Scrum Team die im anstehenden Sprint zu leistende Entwicklungsarbeit fest. Die für die Planung verfügbare Zeit soll für einmonatige Sprints nicht mehr als acht Stunden beanspruchen. Die Sprint-Planung erstreckt sich auf zwei Bereiche:

- Das Was, d. h. die Festlegung der Einträge im Product Backlog, die im anstehenden Sprint bearbeitet werden und zu einem auslieferbaren Product Increment von maximalem Wert führen. Dazu erläutert der Product Owner die Ziele der Einträge und die Bedingungen/Testanforderungen für deren erfolgreiche Bearbeitung („Done“). Davon ausgehend und die eigene Entwicklungskapazität einschätzend, entscheidet das Entwicklungsteam, welche Einträge es bearbeiten wird. Es berücksichtigt dabei die vom Product Owner vorgegebene, an der Wertmaximierung orientierte Priorisierung bzw. Reihenfolge der Einträge im Product Backlog.
- Das Wie, d. h. die detaillierte Festlegung des Vorgehens bei der Erstellung des neuen Product Increment. Dazu werden, gegebenenfalls auch in Kleingruppen, Aspekte wie Architektur, Schnittstellen, Datenstrukturen diskutiert und schließlich z. B. Einträge in entsprechende Tasks zerlegt. Dem Entwicklungsteam steht der Product Owner beratend zur Seite, beispielsweise bei der Beseitigung von Unklarheiten über Einträge und deren Ziele.

Die Ergebnisse der Sprint-Planung fließen in das Sprint Backlog ein.

Das Artefakt **Sprint Backlog** ist ein detaillierter Arbeitsplan für den anstehenden Sprint. Es enthält die für den Sprint eingeplanten Product-Backlog-Einträge, die Tasks zur Realisierung der Einträge und einen Realisierungsplan, beispielsweise in Form eines Task Board. Ebenso wie das Product Backlog ist das Sprint Backlog ein lebendes Artefakt. Es kann während eines Sprints z. B. an Verbesserungsvorschläge angepasst werden, allerdings nur vom Entwicklungsteam selbst.

Die am Sprint Backlog anknüpfende Realisierung der Product-Backlog-Einträge/Tasks erfolgt in täglichen Arbeitszyklen, die sich z. B. über einen Monat erstrecken. Jeder Tag beginnt mit einem Daily Scrum. Der Rest des Tages entfällt auf Entwicklungstätigkeit.

Die Aktivität **Daily Scrum** ist ein maximal 15-minütiges Meeting, das am Beginn eines Arbeitstages stattfindet und dem Informationsaustausch zwischen den Mitgliedern des Entwicklungsteams dient. Product Owner und Scrum Master können anwesend sein. Zweck des Daily Scrum ist die Überprüfung des aktuellen Fortschritts der Arbeit. Dazu berichtet jedes Mitglied kurz über das Arbeitsergebnis seit dem letzten Daily Scrum, das bis zum nächsten Daily Scrum angestrebte Arbeitsergebnis und die Arbeit beeinträchtigende Hindernisse. Das Daily Scrum soll sicherstellen, dass sich das Entwicklungsteam auf dem richtigen Wege zum Erreichen des Sprintziels befindet. Im Falle von Problemen und Hindernissen ist die Arbeit so zu reorganisieren, dass das Sprintziel erreicht werden kann. Gegebenenfalls sind Product Owner und Scrum Master in die Problembehebung einzubeziehen.

Den Abschluss eines Sprint bilden zwei Aktivitäten, die auf Überprüfung, Anpassung und Verbesserung abzielen:

- das Sprint Review und
- die Sprint Retrospective.

Die Aktivität **Sprint Review** dient der Überprüfung des fertig gestellten Product Increment und der gegebenenfalls erforderlichen Anpassung des Product Backlog. Teilnehmer sind das Scrum Team und die Stakeholder. Die Dauer des Review sollte für einen einmonatigen Sprint maximal 4 Stunden betragen. Der Product Owner erläutert den Bearbeitungsstand des Product Backlog (Einträge mit Status „Done“). Das Entwicklungsteam präsentiert die Ergebnisse des Sprint, führt das erstellte Product Increment vor und berichtet über aufgetretene Probleme und ihre Lösung. Auf die Begutachtung und Diskussion der Ergebnisse folgt die Verständigung über das weitere Vorgehen. Hierbei spielen Aspekte wie absehbare neue Probleme, (geänderte) Markterfordernisse, neue Ideen, Produktnutzen, Zeitplan und Budget eine Rolle. Resultierende Änderungen von Anforderungen und neue Anforderungen übernimmt der Product Owner in das Product Backlog. Ergebnis des Sprint Review ist somit ein überarbeitetes Product Backlog, das die Ausgangsbasis für den nächsten Sprint bildet.

Die Aktivität **Sprint Retrospective** soll dem Scrum Team die Möglichkeit bieten, seine Arbeitsweise zu überprüfen und Verbesserungen für den anschließenden Sprint zu planen. Die Teilnahme von Stakeholdern bedarf der Zustimmung des Scrum Teams. Die Dauer der Retrospektive sollte für einen einmonatigen Sprint maximal 3 Stunden betragen. Die Retrospektive soll in einer offenen Atmosphäre stattfinden, die neben positiven auch kritische Rückmeldungen hinsichtlich Arbeitsprozess, eingesetzten Werkzeugen, persönlichem Umgang und Stimmungslagen zulässt. Der Scrum Master unterstützt das Scrum Team bei der Identifikation und Planung von Verbesserungsmaßnahmen. Sie können zusammen mit Hindernissen z. B. im Sprint Backlog dokumentiert werden.

Ergebnis eines Sprint ist ein neues **Product Increment** im Zustand „Done“. Es besteht aus allen in dem Sprint fertig gestellten („Done“) Produkt-Backlog-Einträgen und den Ergebnissen aller zuvor durchgeföhrten Sprints. Mit jedem Sprint wächst das Product Increment und mit jedem Sprint rückt es um einen Schritt näher an ein Entwicklungsziel bzw. eine Vision heran.

Umsetzungspraktiken

Neben dem Kern umfasst das Scrum-Konzept auch verschiedene **Umsetzungspraktiken** (vgl. Abb. 13.51). Eine Auswahl von Umsetzungspraktiken wird in Abb. 13.53 genannt und erläutert.

Die erfolgreiche Anwendung von Scrum wird von verschiedenen Faktoren beeinflusst. Zwei wesentliche Faktoren sind

- die Etablierung eines kontinuierlichen Verbesserungsprozesses und
- die konsequente Umsetzung des Rollenkonzepts.

Auswahl von Umsetzungspraktiken	
Bezeichnung	Erläuterung
User Story	Eine User Story ist eine in wenigen Sätzen abgefasste Beschreibung einer Anforderung an ein Softwareprodukt, die von dem Kunden bzw. Anwender erstellt werden sollte. Dies kann formlos oder unter Verwendung einer Formatvorlage geschehen. Üblicherweise wird eine User Story in eine Story Card eingetragen und um Akzeptanz-/Abnahmekriterien auf der Kartenrückseite ergänzt. Übersichtlich an einer Wand angeheftete User Stories, die den Arbeitsfortschritt anzeigen, bilden eine Story Map.
Taskboard	Ein Taskboard ist eine in der agilen Softwareentwicklung gebräuchliche Kanban-Tafel, die zur Visualisierung durchzuführender Arbeiten und ihres Bearbeitungsstandes verwendet wird. Im Falle von Scrum visualisiert sie den Bearbeitungsstand eines Sprint Backlog mittels z. B. den vier Spalten „Anforderungen“, „Tasks to do“, „Tasks doing“ und „Tasks done“. Die erste Spalte enthält die für den Sprint ausgewählten Product-Backlog-Einträge in der vom Product Owner festgelegten Reihenfolge. Für die den Einträgen zugehörigen Tasks geben die drei folgenden Spalten den Bearbeitungsstand an: noch zu erledigen (to do), in Bearbeitung (doing) und erledigt (done).
Burn-down Chart	Ein Burn-down Chart ist ein Linendiagramm, das zur Veranschaulichung und Verfolgung des Arbeitsfortschritts in einem Sprint (oder über mehrere Sprints hinweg) eingesetzt werden kann. Dazu wird in einem x-y-Achsenystem vertikal der Aufwand für die noch zu erledigenden Tasks in Arbeitstagen und horizontal der Zeitablauf in Arbeitstagen abgetragen. Im Idealfall, d. h. bei gleichmäßigem ungestörten Arbeitsfortschritt, ergibt sich ein geradliniger Verlauf, der am Sprintanfang seinen höchsten Wert und am Sprintende den Wert Null aufweist. Verläuft die Linie des tatsächlichen Arbeitsfortschritts ober- oder unterhalb der Ideallinie, so liegt ein Bearbeitungsrückstand oder -vorsprung vor.

Abb. 13.53 Charakterisierung ausgewählter Umsetzungspraktiken

Der Arbeitserfolg hängt maßgeblich von der laufenden Identifikation der Defizite der aktuell praktizierten Arbeitsweise des Scrum Teams sowie dem Auffinden und Umsetzen von Verbesserungen ab. Dies setzt ein offenes und kooperatives Arbeitsklima und die Abkehr von hierarchischen Strukturen im Entwicklungsteam voraus. Als problematisch kann sich auch die Einschränkung der Rolle des Product Owner erweisen.

Inzwischen gibt es eine Vielzahl von Organisationen, die **Scrum-Coaching** und **Scrum-Zertifizierungen** anbieten. Die Scrum Alliance beispielsweise offeriert ein mehrstufiges Zertifizierungskonzept mit Basis-, Advanced-, Professional- und Guide-Level. Für die niedrigste und höchste Stufe gilt z. B.:

- Zertifizierungen auf der Basisstufe sind Certified Scrum Master, Certified Scrum Product Owner und Certified Scrum Developer.
- Zertifizierungen auf dem Guide-Level sind Certified Scrum Trainer, Certified Team Coach und Certified Enterprise Coach.

Die Zertifizierungen erfordern die Teilnahme an (kontinuierlichen) Seminaren/Schulungen/Weiterbildungen. Während die Basisstufe die Qualifizierung von Scrum Teams betrifft, geht es auf der höchsten Stufe um die Qualifizierung von Trainern/Coaches für die Einführung von Scrum und die Qualifizierung von Scrum Teams in Eigenregie von Unternehmen.

13.4.3 Tools für die agile Softwareentwicklung

Die Nutzung von Tools für die agile Softwareentwicklung soll Mitarbeiter in die Lage versetzen, die Effektivität und Effizienz ihrer Entwicklungstätigkeit zu verbessern und Software hoher Qualität frühzeitig auszuliefern. Grundsätzlich stehen drei Kategorien von Tools zur Verfügung:

- Klassische Projektmanagement-Tools, die für Zwecke der Struktur-, Zeit-, Kapazitäts- und Kostenplanung sowie für Steuerungs- und Kontrollzwecke eingesetzt werden.
- Speziell auf die agile Softwareentwicklung zugeschnittene Tools, die agile Konzepte, Methoden und Praktiken in Form von Diensten nutzbar machen.
- Software-Engineering-Tools, die der Anforderungsdefinition, dem Entwurf, der Implementierung und dem Test von Software dienen.

Bei der agilen Softwareentwicklung steht die Organisation der Vorgehensweise und der Kooperation der beteiligten Akteure im Vordergrund. Der Fokus liegt im Folgenden daher auf der Kategorie der „**agilen Tools**“.

Tools helfen Akteuren bei der Ausführung von Aufgaben. Sie übernehmen Aufgaben auf der operativen wie auch strategischen Ebene. Neben Planungs- und Kontrollaufgaben spielen Analyse- und Reportingaufgaben eine zentrale Rolle. Die Funktionalität von „agilen Tools“ lässt sich somit in drei Funktionsbereiche untergliedern:

- Strategisch orientierte Funktionen, die auf das strategische Entwicklungsmanagement ausgerichtet sind.
- Operativ orientierte Funktionen, die das operative Entwicklungsmanagement und die Entwicklungstätigkeit selbst unterstützen.
- Analyse- und Reportingfunktionen, die der Informationsgewinnung und -aufbereitung für Planungs-, Steuerungs- und Kontrollzwecke dienen.

Eine nach diesen Funktionsbereichen gegliederte Auflistung von Funktionen zeigt Abb. 13.54. Die kurz gehaltene Erläuterung wird nachfolgend ergänzt.

Strategisch orientierte Toolfunktionen finden sich nur in wenigen der auf dem Softwaremarkt angebotenen Tools. Bevorzugt in Tools mit umfassender Funktionalität. Sie werden hier daher nicht weiter betrachtet.

Das Toolangebot konzentriert sich auf das operative Entwicklungsmanagement und die Entwicklungstätigkeit. Es ist nicht selten hinsichtlich Konzeption und Terminologie an konkrete agile Entwicklungsansätze angepasst. Häufig findet sich eine Anpassung an Scrum. Dies wird bei den folgenden weitergehenden Erläuterungen berücksichtigt.

Die Funktion Product Management betrifft das Product Backlog und das Product Backlog Refinement. Neben den bereits behandelten User Stories (vgl. z. B. Abb. 13.53) können auch so genannte Epics im Product Backlog abgelegt werden. Als Epic bezeichnet man die umgangssprachliche Beschreibung einer Anforderung auf einer hohen

Funktionsbereiche	Funktionen	Erläuterung
Strategisches Entwicklungsmanagement	Program Management	Planung, Verwaltung und Fortschreibung des Produktprogramms.
	Portfolio Management	Entscheidungshilfe für die Programmplanung durch vergleichende Bewertung (potentieller) Produkte.
	Budget Management	Planung, Verwaltung und Fortschreibung des für die Produktentwicklung verfügbaren Budgets.
	Customer Idea Management	Verwaltung und Bereitstellung von kundenseitigen Anforderungen/Anregungen/Wünschen für die Entwicklung von Folgeprodukten/Programmplanung.
Operatives Entwicklungsmanagement	Product Management	Planung, Verwaltung und Refinement von Product Backlogs auf der Epic- und Story-Ebene.
	Sprint Management	Planung, Verwaltung und Fortschreibung von Sprint Backlogs auf der Story- und Task-Ebene unter Einbeziehung von u. a. Reviews, Retrospektiven und Sprint-Ergebnissen (Product Increment).
	Impediment Management	Verwaltung und Bewertung von Entwicklungshindernissen sowie von Gegenmaßnahmen einschließlich ihres Erfolgs.
	Version Management	Verwaltung bearbeiteter und fertig gestellter Produkt-Versionen unter Berücksichtigung der Ergebnisse von Acceptance Tests.
	Collaboration Support	Bereitstellung von Kommunikationsräumen für (auch entfernt) kooperierende Mitglieder (verschiedener) Entwicklungsteams.
	Customizable Workflow	Steuerung des Entwicklungsprozesses mit einer an das Unternehmen angepassten Workflow-Software.
Analyse und Reporting	Customizable Dashboards	Anpassbare Kanban-, Story-, Task-, Test-Boards zur Analyse des Standes der Entwicklungsarbeiten (z. B. to do, doing, done).
	Tracking	Verfolgung und Anzeige des Fortschritts der Entwicklungsarbeit bezüglich verschiedener Dimensionen: Time, Bug, Acceptance Test Tracking.
	Charts	Verschiedene Diagramme für Analysezwecke; z. B. Burn-down Chart zur Anzeige bereits erledigter und noch zu erledigender Arbeit.
	Reports	Bereitstellung von Informationen für Planungs-, Steuerungs- und Kontrollzwecke; z. B. Epic Report, Sprint Report.

Abb. 13.54 Funktionen von Tools für die agile Softwareentwicklung

Abstraktionsebene. Epics dienen der Erstellung einer Übersicht gegebener Produktanforderungen und werden, sofern verwendet, in User Stories zerlegt. Die Verwaltung des Product Backlog erstreckt sich auf das Eingeben, (Um-)Priorisieren, Kategorisieren, Ordnen, Suchen/Filtern und Löschen von Einträgen (Epics, Stories). Operationen auf dem Product Backlog werden regelmäßig im Zuge des Refinement ausgeführt.

Die Funktion Sprint Management betrifft die Verwaltung und Fortschreibung des Sprint Backlog auf Story- und Task-Ebene. Neben Standardoperationen wie Eingeben,

Priorisieren, Kategorisieren usw. von Einträgen (Stories, Tasks) sind hier auch spezielle Optionen von Interesse. So z. B. die Begrenzung der Anzahl der gleichzeitig ausgeführt Tasks, auch bezeichnet als WIP (Work in Progress). Operationen auf dem Sprint Backlog werden regelmäßig durch Sprint-Planungen, Reviews und Retrospektiven sowie in der Entwicklungsarbeit festgestellte Fehler (Bugs) angestoßen.

Die Funktion Impediment Management betrifft die Verwaltung von Entwicklungs-hindernissen, Gegenmaßnahmen und Maßnahmenerfolg. Hierzu eignen sich z. B. Wikis, die entsprechende Beschreibungen und deren Verknüpfungen mit den betroffenen Tasks im Sprint Backlog beinhalten.

Die Funktion Version Management begleitet die Erstellung von Produktversionen bzw. Product Increments bis zur Fertigstellung und Freigabe für Kunden unter Berücksichtigung der Ergebnisse von (Acceptance-)Tests. Die für die Versionsbeurteilung bereit gestellten Informationen können sich zudem auf Eigenschaften, Bearbeitungsstand, Entwicklungsdaten, Fehler(-Behebung), Hindernisse und potenzielle Probleme beziehen.

Die Funktion Collaborative Support betrifft die Zusammenarbeit innerhalb und zwischen Entwicklungsteams, auch über beliebige Entfernungen hinweg. Zur Realisierung von Kommunikationsräumen bietet sich eine Vielfalt von Softwarelösungen/Tools an. Sie reichen von Wikis, Blogs, sozialen Netzwerken bis hin zu Groupware-Lösungen wie z. B. Microsoft-Share, HCL Notes (früher Lotus Notes) und modernen Meetingsystemen.

Die Funktion Customizable Workflow betrifft die Nutzung einer Workflow Engine zur Steuerung des Ablaufs der Entwicklungsarbeit. Hierbei stehen konfigurierbare Statusüber-gänge und Statusupdates im Vordergrund. Statusübergänge können für verschiedene „Issues“, z. B. Epics, Stories, Tasks und Bugs, betrachtet werden. Im Fall von Tasks z. B. zwi-schen to do, doing und done. Ein automatisches Statusupdate kann durch verschiedene Ereignisse ausgelöst werden. Insbesondere durch das Erfüllen von Übergangskriterien wie etwa bestandene Tests.

Zu den in Abb. 13.54 genannten und erläuterten Analyse- und Reporting-Funktionen fin-den sich weitergehende Informationen in Abb. 13.53. Dort werden ein konkretes Dashboard, das Task Board, und ein konkretes Chart, das Burn-down Chart, näher charakterisiert.

Die auf dem Softwaremarkt angebotenen Tools für die agile Softwareentwicklung las-sen sich unterteilen in:

- Einzellösungen, deren Funktionalität sich auf eine mehr oder weniger komplexe Funk-tion beschränkt, und
- Gesamtlösungen, deren Funktionalität sich auf die wesentlichsten Funktionen des ope-rativen Entwicklungsmanagements und des Analyse- und Reportingbereichs erstreckt.

Beispiele für die in Unternehmen häufiger eingesetzten Einzellösungen sind: Spreadsheet, Wiki und Blogs. Zu verbreiteteren Gesamtlösungen gehören z. B. Jira, Microsoft TPS (Team Foundation Server), VersionOne, PivotalTracker, Scrumwise und tinyPM. Neben diesen kommerziellen Gesamtlösungen gibt es auch Open-Source-Tools wie z. B. Mingle und Redmine.

Literatur

- Anderson, D.J.: Kanban – Evolutionäres Change Management für IT-Organisationen. dpunkt, Heidelberg (2011)
- Balzert, H.: Die Entwicklung von Software-Systemen – Prinzipien, Methoden, Sprachen, Werkzeuge. B.I.-Wissenschaftsverlag, Mannheim (1982)
- Balzert, H. (Hrsg.): CASE-Systeme und Werkzeuge, 4. Aufl. B.I.-Wissenschaftsverlag, Mannheim (1992)
- Balzert, H.: Lehrbuch der Objektmodellierung, Analyse und Entwurf. Spektrum Akademischer, Heidelberg (1999)
- Balzert, H.: Lehrbuch der Softwaretechnik, Basiskonzepte und Requirements Engineering, 3. Aufl. Spektrum Akademischer, Heidelberg (2009)
- Beck, K.: Extreme Programming – Die revolutionäre Methode für Softwareentwicklung in kleinen Teams. Addison-Wesley, München (2000)
- Beck, K., Beedle, M., van Bennekum, A., Cockburn, A., Cunningham, W., Fowler, M., Grenning, J., Highsmith, J., Hunt, A., Jeffries, R., Kern, J., Marick, B., Martin, R., Mellor, S., Schwaber, K., Sutherland, J., Thomas, D.: Manifesto for Agile Software Development, o. O. <https://agilemanifesto.org> (2001). Zugegriffen am 28.10.2019
- Boehm, B.W.: Software engineering. IEEE Trans. Comput. **25**(12), 1226–1241 (1976)
- Boehm, B.W.: Guidelines for verifying and validating software requirements and design specifications. In: EURO IFIP 79, S. 711–719. North Holland (1979)
- Böhm, C., Jacopini, G.: Flow diagrams, turing machines and languages with only two formation rules. Commun. ACM. **9**(5), 366–371 (1966)
- Booch, G., Rumbaugh, J., Jacobson, I.: Unified Modelling Language, User Guide. Addison-Wesley, Reading (1998)
- Dijkstra, E.W.: A Discipline of Programming. Prentice Hall Inc, Englewood Cliffs (1967)
- Dijkstra, E.W.: Go to statement considered harmful. Commun. ACM. **11**(3), 147–148 (1968)
- Hansen, H.R., Mendling, J., Neumann, G.: Wirtschaftsinformatik, 12. Aufl. de Gruyter, Berlin (2019)
- Jacobson, I., Christerson, M., Jonsson, P., Övergaard, G.: Object-Oriented Software Engineering – A Use Case Driven Approach. Addison Wesley, Wokingham (1992)
- Myers, G.J.: Composite design: A method for top-down program design. In: ACPA-V Proceedings, Kensington, S. 42–45 (1975)
- Myers, G.J.: Software Reliability. Wiley, New York (1976)
- Myers, G.J.: Methodisches Testen von Programmen, 4. Aufl. Oldenbourg, München/Wien (1991)
- Nonaka, I., Takeuchi, H.: The new development game, stop running the relay race and take up rugby. Harv. Bus. Rev., 137–146 (1986)
- Nonaka, I., Takeuchi, H.: The Knowledge-Creating Company. Oxford University Press, New York (1995)
- Parnas, D.L.: A technique for software module specification with examples. Commun. ACM. **15**(5), 330–336 (1972)
- Schaede, R.: Eine Methode zum modularen Systementwurf. In: Softwaretechnik-Trends, Mitteilungen der Fachgruppe „Software Engineering“ der GI, 1–2, S. 41–51 (1981)
- Schwaber, K.: Scrum development process, In: Sutherland, J.V., Patel, D., Casanave, C., Miller, J., Hollowell, G. (Hrsg.) Business Object Design and Implementation, OOPSLA'95 Workshop Proceedings, 16 October 1995, Austin, Texas (1995)
- Schwaber, K., Beedle, M.: Agile Software Development with Scrum. Prentice Hall, Prentice (2001)

- Schwaber, K., Sutherland, J.: Der gültige Leitfaden für Scrum: Die Spielregeln, o. O. <https://www.scrumguides.org> (2017). Zugriffen am 28.10.2019
- Stevens, W.P., Myers, G.J., Constantine, L.L.: Structured design. IBM Syst. J. **13**(2), 115–139 (1974)
- Weinberg, G.M.: The Psychology of Computer Programming. Van Nostrand Reinhold Company, New York (1971)
- Yourdon, E.: Techniques of Program Structure and Design, 2. Aufl. Prentice Hall Inc, Englewood Cliffs (1988)
- Yourdon, E., Constantine, L.L.: Structured Design. Prentice Hall Inc, Englewood Cliffs (1979)



Kap. 14 ist das zweite Kapitel des Teils D. Es befasst sich mit dem Geschäftsprozessmanagement. In Abb. 14.1 ist die Einordnung des Kap. 14 in den Teil D dargestellt.

Funktionsorientierte Organisationsstrukturen dominierten lange Zeit das Geschehen in Unternehmen, erschweren jedoch die Anpassung der Leistungserstellung an die sich zunehmend dynamisch entwickelnden Märkte. Mit dem Gestaltungsansatz des Geschäftsprozessmanagements versucht man, der Marktdynamik und den sie auslösenden Faktoren wie Globalisierung, Wettbewerbsintensivierung, Kostendruck und Digitalisierung zu begegnen. So ist z. B. die Etablierung flexibler funktionsübergreifender Prozessketten, vom Auftragseingang bis hin zur Produktauslieferung, ein wesentliches Gestaltungsziel des Geschäftsprozessmanagements.

In Kap. 14 werden Konzepte, Aufgaben, Methoden und Werkzeuge des Geschäftsprozessmanagements behandelt. Dies geschieht im Rahmen eines ganzheitlichen Ansatzes, der sich auf die Analyse- und Gestaltungsdimensionen Strategie/Ziele, Prozesse, IT-Unterstützung und Organisationsstruktur erstreckt. Der engen Verflechtung von Geschäftsprozessen und ihrer IT-Unterstützung wird dabei Rechnung getragen. Abschn. 14.1 begründet die Verbreitung des Geschäftsprozessmanagements in Unternehmen und geht zudem auf einige begriffliche und konzeptionelle Grundlagen des Geschäftsprozessmanagements ein. Abschn. 14.2 befasst sich mit dem strategischen Geschäftsprozessmanagement, wobei die Betrachtung strategischer Managementansätze, die Gestaltung der Prozesslandschaft eines Unternehmens und die Prozessreorganisation bzw. -optimierung im Vordergrund stehen. Abschn. 14.3 behandelt ein in Phasen gegliedertes Vorgehensmodell für das operative Prozessmanagement, das sich von der Planung bis hin zu Betrieb/Weiterentwicklung erstreckt. Gegenstand des Abschn. 14.4 sind Konzepte, Methoden und Werkzeuge der Modellierung von Geschäftsprozessen. Der abschließende Abschn. 14.5 geht auf Grundlagen, strategische und operative Aufgaben sowie Instrumente des Prozesscontrollings ein (vgl. Hansen et al. 2019, S. 91 ff.; Weber et al. 2019, S. 145 ff.).

Abb. 14.1 Einordnung von Kap. 14 in Teil D

D Gestaltung von Anwendungssystemen
13 Entwicklungsmanagement
14 Geschäftsprozessmanagement
15 Datenmanagement

14.1 Grundlagen des Geschäftsprozessmanagements

Der vorliegende Abschn. 14.1 widmet sich den Grundlagen des Geschäftsprozessmanagements und behandelt dabei die Aspekte:

- Prozessorientierung in Unternehmen (vgl. Abschn. 14.1.1),
- Ansätze des Prozessmanagements (vgl. Abschn. 14.1.2) und
- Aufgaben des Prozessmanagements (vgl. Abschn. 14.1.3).

14.1.1 Prozessorientierung in Unternehmen

Seit etwa den 1990er-Jahren rückt in den Unternehmen und, mit gewisser zeitlicher Verzögerung auch in den Verwaltungen und Behörden, die Analyse und Gestaltung der Leistungserstellungsprozesse mehr und mehr in den Vordergrund. Dieser gemeinhin als „**Prozessorientierung**“ bezeichnete Trend hat vielfältige Ursachen. Sie reichen von der Globalisierung über die Kundenorientierung bis hin zum technologischen Fortschritt, führen zu wesentlich komplexeren Prozesswelten und werfen für Unternehmen sich ständig ändernde Herausforderungen auf. Die Bewältigung der Herausforderungen erfordert ein leistungsfähiges Prozessmanagement und ist eine grundlegende Voraussetzung für die Erhaltung oder gar Verbesserung der Wettbewerbsfähigkeit eines Unternehmens und die Sicherung seiner Existenz (vgl. Ferstl und Sinz 1993; Kirchmer und Scheer 2003; Müller 2005).

Nachfolgend werden einige wesentliche Herausforderungen, denen sich Unternehmen zu stellen haben, sowie ihre Auswirkungen auf die Unternehmensprozesse betrachtet. Danach wird erörtert, welche Konsequenzen sich für die Analyse und Gestaltung der Geschäftsprozesse eines Unternehmens ergeben.

Als wesentliche Herausforderungen gelten (vgl. auch Allweyer 2010):

- Globalisierung,
- sich verkürzende Innovationszyklen,
- zunehmende Kundenorientierung,
- zunehmender Kostendruck,
- rascher technologischer Fortschritt und
- zunehmende Regulierung und Normung.

Die Globalisierung forciert weltweite Kooperationen von Unternehmen entlang international organisierter Wertschöpfungsketten, weltweit betriebene Übernahmen und Zusammenschlüsse von Unternehmen sowie den weltweiten Wettbewerb. Letzterer zwingt auch kleine und primär national ausgerichtete Unternehmen dazu, sich mit internationaler Konkurrenz auseinander zu setzen. Durchgängig ist die Prozesswelt beteiligter oder betroffener Unternehmen unmittelbar tangiert. So erfordern Kooperationen die Etablierung unternehmensübergreifender Prozesse, Zusammenschlüsse die Angleichung erheblicher Teile der Prozesswelten der vereinigten Unternehmen und die internationale Ausrichtung der Geschäftstätigkeit eine Anpassung von Geschäftsprozessen an Rahmenbedingungen anderer Länder.

Der ungebrochene Trend zu immer kürzeren Innovationszyklen ist besonders gut in der Automobil- und der IT-Branche zu beobachten. Der dort herrschende Wettbewerbs- und Innovationsdruck zwingt die Unternehmen, aktuell vermarktete Produkt(variante)n in immer kürzeren Zeitabständen durch Nachfolgeprodukte abzulösen. Das ist allerdings nur möglich, wenn es den Unternehmen gelingt, die Produktentwicklungsprozesse im eigenen Hause sowie bei den Lieferanten kritischer Teile wesentlich zu beschleunigen.

Die zunehmende Kundenorientierung ist insbesondere auf steigende Wünsche und Anforderungen der Kunden hinsichtlich Produktvarianten und -ausstattung, Produktqualität, Serviceumfang und -qualität sowie Zusatzleistungen wie etwa Finanzierungsdienste zurückzuführen. Mit dem Angebot von Leistungspaketen, die wesentlich über das eigentliche Produkt hinausgehen, rücken weitere Prozesse wie etwa Qualitätssicherungs-, Zertifizierungs-/Auditierungs-, Service- und Finanzierungsprozesse neben dem Produktionsprozess in das Blickfeld. Die Realisierung von Gesamtleistungen setzt allerdings voraus, dass die zur Herstellung der Teilleistungen erforderlichen Prozesse aufeinander abgestimmt sind und reibungslos ineinander greifen. Was den Produktionsprozess selbst anbelangt, erfordert die Herstellung von Produktvarianten flexible Produktionsverfahren bzw. Prozessvarianten, die – im Fall individualisierter Produkte – bis zu Prozessen der Einzelfertigung reichen können.

Der zunehmende Kostendruck ist auf den intensiven (internationalen) Wettbewerb zurückzuführen, der die Unternehmen zwingt, ihre Produkte und Dienstleistungen zu günstigen Preisen anzubieten. Um dennoch Verluste zu vermeiden, müssen die mit der Erzeugung der Produkte und Dienstleistungen anfallenden Kosten auf das erforderliche Niveau gesenkt werden. Geschehen kann dies durch eine auf Effizienz ausgerichtete Prozessgestaltung, die z. B. zur Vermeidung der Ausführung redundanter Tätigkeiten, des Einsatzes ungeeigneter IuK-Technologien und der unzureichenden Abstimmung mit vor- und nachgelagerten Prozessen führt.

Der rasche technologische Fortschritt, der beständig neue oder verbesserte Computer- und Vernetzungstechnologien sowie Anwendungssysteme hervorbringt, öffnet immer wieder den Weg für neue oder verbesserte geschäftliche Lösungen. Mit fortgeschrittenen netzbasierten Technologien lassen sich z. B. erhebliche Verbesserungen bei der Lieferantenauswahl (Beschaffungsbereich), der kooperativen Produktentwicklung (Produktions-

bereich), dem Kundenbeziehungsmanagement (Absatzbereich), der Zahlungsabwicklung (Finanzbereich) und der Qualifizierung von Mitarbeitern (Personalbereich) erzielen. In derartigen Fällen geht die Einführung neuer Technologien in der Regel zwingend mit einer Reorganisation der betroffenen Geschäftsprozesse einher. Abgezielt wird dabei auf eine Erhöhung der Effektivität und Effizienz der Prozesse. Während die Effektivität das Ausmaß des Erreichens von Prozesszielen bezeichnet, betrifft die Effizienz den Wirtschaftlichkeitsaspekt, d. h. das Verhältnis zwischen dem Prozessertrag und dem mit der Prozessausführung verbundenen Aufwand.

Die zunehmende Regulierung und Normung findet ihren Niederschlag in einer Vielzahl von gesetzlichen Vorschriften und Normen, die von einem Unternehmen zu beachten sind. Man denke etwa an rechtliche Regelungen zum Datenschutz, zur Arbeitssicherheit, zur Entsorgung von Abfallstoffen, zum Internethandel und zum Herkunftsnaheweis von bestimmten Mineralien oder Stoffen. Für international agierende Unternehmen kommt der länderspezifische Charakter gesetzlicher Vorschriften und Normen erschwerend hinzu. Betroffene Prozesse sind so zu gestalten, dass die Einhaltung sämtlicher geltenden Regeln und Normen gewährleistet wird. Doch auch der gegebenenfalls zu leistende Nachweis der Regelkonformität ist insofern nicht unproblematisch, als er nur auf dem Wege einer genauen Dokumentation der jeweiligen Prozesse erbracht werden kann.

Nun stellt sich die Frage, wie das Prozessmanagement konzeptionell auszurichten ist, um die genannten Herausforderungen zu bewältigen. Vertreten wird hier ein ganzheitliches **Prozessmanagement**, das sich an einer computergestützten Prozessausführung orientiert und hierbei das Zusammenspiel von Menschen, bearbeiteten Prozessschritten und eingesetzten IT-Systemen berücksichtigt (vgl. Abb. 14.2).

Relevante Gestaltungsdimensionen für das Prozessmanagement sind daher zunächst:

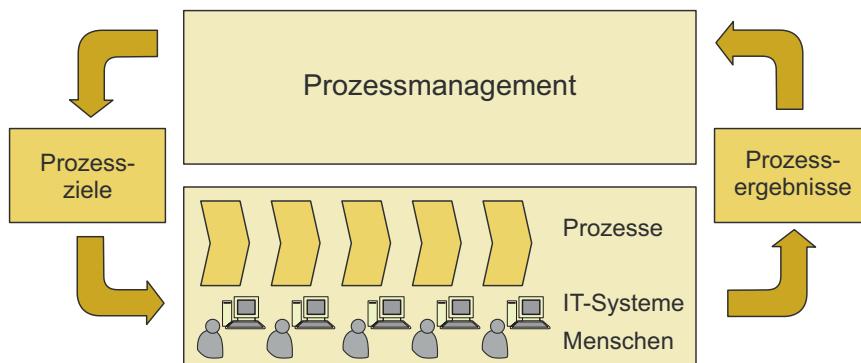


Abb. 14.2 Prozessmanagement und computergestützte Prozessausführung

- die Prozessdimension, d. h. die Definition und Abgrenzung von Prozessen und die Organisation der Prozessabläufe;
- die Technologiedimension, d. h. die Unterstützung der durchzuführenden Aktivitäten/Prozessschritte mit IT-Systemen;
- die Organisationsdimension, d. h. die Zuordnung von ausführenden Organisationseinheiten/Aufgabenträgern zu auszuführenden Aktivitäten/Prozessschritten.

Hinzu kommt als weitere Dimension:

- die Zieldimension, d. h. die Ableitung und Definition von Prozesszielen und die Überprüfung der Zielerreichung durch Beurteilung der erbrachten Prozessleistungen/-ergebnisse.

Unter „Prozessorientierung“ wird hier die Etablierung eines Prozessmanagements verstanden, das an diesen Dimensionen ausgerichtet ist und die grob umrissenen dimensionsbezogenen Aufgaben wahrnimmt.

14.1.2 Ansätze des Prozessmanagements

Die Entwicklung der zeitlich frühesten Ansätze des Prozessmanagements, und zwar des Business Process Reengineering und der Geschäftsprozessoptimierung, fand etwa gleichzeitig statt und war begleitet von Überlegungen zur Automatisierung der Prozessdurchführung. Letztere werden unter dem Begriff des Workflowmanagements zusammengefasst. Im Weiteren werden folglich behandelt:

- das Business Process Reengineering (vgl. Abschn. 14.1.2.1),
- die Geschäftsprozessoptimierung (vgl. Abschn. 14.1.2.2) und
- das Workflowmanagement (vgl. Abschn. 14.1.2.3).

14.1.2.1 Business Process Reengineering

Mit dem Anfang der 1990er-Jahre formulierten Konzept des **Business Reengineering** präsentieren Hammer und Champy (1993) einen Ansatz zur radikalen Unternehmenserneuerung. Sie fordern nicht weniger als einen Paradigmenwechsel, weg von der vorherrschenden Arbeitsteilung und hin zu ganzheitlichen Prozessen. Ihre Motive fußten auf Praxiserfahrungen, die in mehrjähriger Beratertätigkeit gewonnen wurden und zeigten, dass es einigen US-amerikanischen Unternehmen aufgrund einer radikalen Veränderung gelang, wesentlich erfolgreicher zu sein als ihre Konkurrenten.

Hammer und Champy charakterisieren ihr Konzept selbst als

- fundamental, da Sinn und Zweck jeglicher Tätigkeit in einem Unternehmen wie auch Art und Weise ihrer Durchführung infrage gestellt werden;

- radikal, da es nicht um die Optimierung bestehender Abläufe, sondern um einen Neubeginn und ein völliges Überdenken der Strukturen geht;
- dramatisch, da eine grundlegende Veränderung eines Unternehmens und der Effizienz der Unternehmensprozesse gefordert wird.

Ein wesentliches Charakteristikum ist zudem der von ihnen verwendete Prozessbegriff, der eine ausgeprägte Kundenorientierung beinhaltet:

- Ein **Prozess** im von Hammer und Champy ist eine Menge von Aktivitäten, die eine oder mehrere Arten von Input zur Erzeugung eines Outputs verwendet, der für den Kunden von Wert ist.

Der Kundenbegriff ist hierbei weit gefasst. Er umschließt neben externen Kunden auch unternehmensinterne Abnehmer von Prozessleistungen.

Anhand der Merkmale Gestaltungsfelder, Ausrichtung, Ausgangspunkt, Vorgehen und IT-Potenzial lässt sich der Ansatz von Hammer und Champy wie folgt weiter präzisieren:

- Gestaltungsfelder sind nicht nur Prozesse, Aufgabenfelder und Strukturen, sondern auch das Management und Messsysteme sowie Werte und Einstellungen. Jedoch bildet die Neugestaltung der Geschäftsprozesse die Grundlage für das Reengineering der übrigen Dimensionen des „Business System“.
- Die Ausrichtung des Reengineering besteht in der Prozess- und Kundenorientierung. Das zentrale, gestaltungileitende Prinzip ist die Prozessorientierung. Die im Vordergrund stehenden Prozesse sind allerdings auf die Kundenbedürfnisse auszurichten.
- Ausgangspunkt des Reengineering ist nicht der Ist-Zustand eines Unternehmens, sondern ein von den konkreten Gegebenheiten losgelöster Idealzustand, eine Art Vision. Eine Ist-Analyse ist zwar vorgesehen, dient aber nicht der Identifizierung und Elimination von Schwachstellen. Ihr Ziel ist vielmehr die Gewinnung der Problemeinsichten, die für die Formulierung des Idealzustands und das Reengineering unerlässlich sind.
- Das Vorgehen ist Top-down, da bereichsübergreifende organisatorische Lösungen nur vom Top-Management (grob) konzipiert und gegen eventuelle Widerstände in den Funktionsbereichen durchgesetzt werden können. Die detaillierte Ausgestaltung einer Lösung erfolgt in einem von oben nach unten über mehrere Ebenen fortschreitenden Verfeinerungs- und Konkretisierungsprozess.
- Das IT-Potenzial wird nicht in der bloßen Unterstützung organisatorischer Lösungen gesehen. Vielmehr wird die IT als ein mächtiges **Innovationspotenzial** betrachtet, das völlig neue geschäftliche Lösungen eröffnet.

Insgesamt sollen mit der Ausrichtung des Unternehmens an den wertschöpfenden Prozessen die Nachteile der stark arbeitsteiligen, funktionsorientierten Organisationsstrukturen vermieden werden. Angestrebt wird zudem eine „flache“, nur wenige Ebenen umfassende

organisatorische Gliederung, bei der die Verantwortung für einen Prozess in einer Hand liegt und Prozessteams an die Stelle herkömmlicher Organisationseinheiten treten.

14.1.2.2 Geschäftsprozessoptimierung

Ebenfalls in den 1990er-Jahren wurden im deutschsprachigen Raum verschiedene Ansätze des „(Re-)Engineering“ des „Business“, also der Geschäftstätigkeit, entwickelt. Sie wurden später unter dem Begriff der **Geschäftsprozessoptimierung** zusammengefasst. Bekannter geworden sind die Ansätze PROMET von Österle (1995) und vor allem ARIS (Architektur integrierter Informationssysteme) von Scheer (1998a, b). Zwischen Geschäftsprozessoptimierung und Business Process Reengineering bestehen erhebliche Unterschiede. Hinweise darauf geben die verwendeten **Prozessbegriffe**.

Laut Scheer und Jost (1996) ist ein Geschäftsprozess eine modellhafte Umschreibung der in einem Unternehmen durchzuführenden Funktionen/Aufgaben und Tätigkeiten in ihren inhaltlichen und zeitlichen Abhängigkeiten. Die Funktionen werden durch Ereignisse ausgelöst und erzeugen selbst Ereignisse, die ihrerseits weitere Funktion auslösen und so eine Verknüpfung von Funktionen herstellen. Geschäftsprozesse können auf unterschiedlichen Detaillierungsebenen beschrieben werden. Außerdem kann die Beschreibung in unterschiedlichen Sichten auf einen Prozess erfolgen.

Nach Österle (1995) ist ein Geschäftsprozess eine Abfolge von Aufgaben, die über mehrere organisatorische Einheiten verteilt sein können und deren Ausführung von informationstechnologischen Anwendungen unterstützt wird. Ein Prozess ist zugleich Produzent und Konsument von Leistungen und verfolgt von der Prozessführung gesetzte Ziele. Als spezielle Form der Ablauforganisation konkretisiert der Geschäftsprozess die Geschäftsstrategie und verknüpft sie mit dem Informationssystem. Somit kann der Geschäftsprozess als Bindeglied zwischen der Unternehmensstrategie und den unterstützenden Informationssystemen gesehen werden.

Unter Berücksichtigung dieser Literaturmeinungen kann der Begriff des Geschäftsprozesses etwa wie folgt abgegrenzt werden:

- Ein **Geschäftsprozess** (engl. **business process**) ist eine zeitlich-logische Abfolge von Aufgaben, die arbeitsteilig von mehreren Organisationseinheiten unter Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien ausgeführt werden. Er dient der Herstellung von Leistungen für interne oder externe Kunden entsprechend den vorgegebenen, aus der Unternehmensstrategie abgeleiteten Prozesszielen. Formal kann ein Geschäftsprozess auf mehreren Detaillierungsebenen und aus unterschiedlichen Sichten beschrieben werden.

Die Aussagen zur (formalen) Beschreibung auf mehreren Ebenen und aus unterschiedlichen Sichten deuten auf eine weitergreifende Ausgestaltung hin. Ansätze der Geschäftsprozessoptimierung umfassen einerseits einen nach Ebenen und Sichten differenzierenden konzeptionellen Gestaltungsrahmen und andererseits eine Anzahl von Gestaltungsmethoden, die in diesem Rahmen anzuwenden sind. Ein vergleichbares Konzept zur

systematischen Prozessanalyse und -gestaltung weist das Business Reengineering nach Hammer und Champy nicht auf.

Weitere Unterschiede betreffen die Merkmale Gestaltungsfelder, Ausgangspunkt und Vorgehen:

- Gestaltungsfelder sind Prozesse, Aufgaben und Strukturen, aber nicht etwa Werte und Einstellungen, also Aspekte der Unternehmenskultur.
- Ausgangspunkt ist in der Regel auch der Ist-Zustand mit seinen Stärken und Schwächen, was allerdings die Kenntnisnahme und gegebenenfalls Orientierung an visionären Vorstellungen nicht ausschließt.
- Das Vorgehen lässt die Einbeziehung von konzeptionellen Teilen des Ist-Zustandes in die neue oder optimierte Lösung ausdrücklich zu. Erforderlich sind dann entsprechende Bottom-up-Entwicklungsschritte, die mit der von Hammer und Champy vorgeschlagenen Top-down-Vorgehensweise zu kombinieren sind.

Keine wesentlichen Unterschiede gibt es hinsichtlich der Ausrichtung und der Rolle der IT. Auch für die Geschäftsprozessoptimierung ist die Prozess- und Kundenorientierung verbindlich, und der IT wird ebenfalls ein hohes Innovationspotenzial zugesprochen.

Insgesamt gesehen zielt das Business Process Reengineering nach Hammer und Champy auf eine „revolutionäre“ Neugestaltung der Geschäftstätigkeit eines Unternehmens ab. Welche konzeptionell-methodische Vorgehensweise dabei gewählt wird, bleibt weitgehend offen. Die Geschäftsprozessoptimierung ist dagegen eine auf die „evolutionäre“ Weiterentwicklung ausgerichtete Gestaltungsform mit definierter Vorgehensweise. Letztere wird bei den verschiedenen Ansätzen der Geschäftsprozessoptimierung durch einen konzeptionellen Gestaltungsrahmen mit zugeordneten Gestaltungsmethoden konkretisiert.

14.1.2.3 Workflowmanagement

Als Vorläufer des Workflowmanagements gilt die **aktionsorientierte Datenverarbeitung**. Sie beruht auf Konzepten, die in das Workflowmanagement eingeflossen sind. Im Weiteren wird daher zunächst die aktionsorientierte Datenverarbeitung in groben Zügen beschrieben.

In den 1980er-Jahren wurde das Konzept der aktionsorientierten Datenverarbeitung mit dem Ziel entwickelt, neue Integrationsmöglichkeiten der betrieblichen Datenverarbeitung zur Steuerung von arbeitsteiligen Arbeitsabläufen zu nutzen (vgl. Berthold 1983; Hofmann 1988). Anlass waren Defizite der klassischen Stapel- und Dialogverarbeitung wie etwa Doppelarbeiten wegen mangelnder abteilungsübergreifender Abstimmungen, Medienbrüche und Mehrfacherfassung von Daten sowie hohe Durchlaufzeiten der Bearbeitungsobjekte. Diese und weitere Defizite sollten mit der aktionsorientierten Datenverarbeitung behoben werden. Ihre Grundidee besteht darin, Arbeitsabläufe gemäß dem Vorbild der Fertigungssteuerung auf der Ebene elementarer Arbeitsschritte im Detail zu

beschreiben und mittels eines Datenverarbeitungssystems – auch bezeichnet als **Vorgangssteuerungssystem** – zu steuern.

Die Steuerung des Arbeitsablaufes erfolgt mithilfe von Aktionsnachrichten und Triggern:

- Aktionsnachrichten enthalten Angaben über auszuführende Tätigkeiten und Ausführungsrioritäten. Sie werden in so genannten Aktionsdatenbanken abgelegt. Letztere fungieren als Postkörbe für die ausführenden Mitarbeiter, d. h. jeder Mitarbeiter kann dort seine Tätigkeitsliste einsehen und abarbeiten.
- Trigger stoßen die Ausführung von Anwendungsprogrammen bei dem Eintritt bestimmter Ereignisse ein. Sie werden in so genannten **Triggerdatenbanken** abgelegt.

Mit Hilfe von Aktionsnachrichten und Triggern können die in einem Arbeitsablauf personal auszuführenden oder automatisierten Arbeitsschritte miteinander verbunden und koordiniert werden. Neben sachlogischen Abhängigkeiten lassen sich auch Prioritäten von Arbeitsschritten, terminliche Restriktionen und angestrebte Ressourcenauslastungen berücksichtigen. Die erforderlichen Steuerungs-, Koordinations- und Überwachungsaktivitäten übernimmt ein Vorgangssteuerungssystem, das über je eine Dialog-, Verwaltungs-, Nachrichtenverteilungs- und Überwachungskomponente verfügt.

Obwohl die aktionsorientierte Datenverarbeitung erfolgreich in einem Unternehmen der Luftfahrtindustrie praktiziert wurde (vgl. Berthold 1983, S. 25), blieb ihr eine größere Verbreitung versagt. Gründe dürften in der damals noch geringen Leistungsfähigkeit der integrierten Informationsverarbeitung und vielleicht auch in dem Fehlen einer (zugkräftigen) anglo-amerikanischen Begrifflichkeit liegen. Erst im Kleide des „Workflow Management“ konnte die der aktionsorientierten Datenverarbeitung zu Grunde liegende Idee erfolgreich umgesetzt werden (vgl. hierzu Mertens 2006, S. 28).

Die ab den frühen 1990er-Jahren vorgestellten Ansätze des Workflow-Managements basieren auf einem ähnlichen Verständnis des Workflows. So begreift die **Workflow Management Coalition (WfMC)**, ein mit Begriffen und Standards im Bereich des Workflow-Managements befasstes Gremium bestehend aus Softwareherstellern, Forschungsinstituten und Anwendern, den Workflow als einen teilweise oder ganz automatisierten Geschäftsprozess, in dem Dokumente, Informationen oder Aufgaben von einem Teilnehmer an einen anderen zur Ausführung entsprechend einer Menge von prozeduralen Regeln übergeben werden. Galler und Scheer (1995) betrachten den Workflow als eine technische Verfeinerung des Geschäftsprozesses. Als Kriterium für den Grad der Verfeinerung dient dabei die Automatisierbarkeit: Der Workflow muss als Input und Regelwerk für die Steuerung durch ein Workflow-Management-System verwendbar sein. Der Begriff des Workflows kann daher wie folgt abgegrenzt werden:

- Ein **Workflow** ist ein formal beschriebener und automatisierter Geschäftsprozess. Er beinhaltet die zeitlichen, fachlichen und ressourcenbezogenen Spezifikationen, die für eine automatische Steuerung des Arbeitsablaufes mittels eines **Workflow-**

Management-Systems (WFMS) erforderlich sind. Die hierbei von dem WFMS angestoßenen Arbeitsschritte werden durch Mitarbeiter oder Anwendungssysteme ausgeführt.

Bei der Ablaufsteuerung bedient sich ein WFMS eines Transport- bzw. Mail-Systems, d. h. die eingehenden Geschäftsvorfälle werden einem bearbeitenden Mitarbeiter per Eingangs-Mailbox zugeführt und nach Bearbeitung und Ablage in der Ausgangs-Mailbox an den nächsten Bearbeiter übermittelt. Neben den Geschäftsvorfällen stellt ein WFMS den Bearbeitern auch die benötigten Arbeitsmittel bzw. Anwendungssysteme zur Verfügung.

Für den Einsatz von WFMS eignen sich vor allem gut strukturierte Arbeitsabläufe mit hoher Wiederholfrequenz. Neben der bereits erwähnten Auftragsbearbeitung kommen z. B. auch Abläufe wie Reklamationsbearbeitung, Reisekostenabrechnung und Angebotserstellung in Frage.

14.1.3 Aufgaben des Prozessmanagements

Anliegen dieses Abschnitts ist es, die Vielfalt und den Inhalt der Aufgaben des Prozessmanagements grob zu umreißen. Zu diesem Zweck werden zunächst verschiedene Aufgabenkategorien abgegrenzt und erläutert (vgl. Abschn. 14.1.3.1). Danach wird ein Aufgabenzzyklus vorgestellt, der die Abfolge wesentlicher Aufgabenblöcke veranschaulicht (vgl. Abschn. 14.1.3.2).

14.1.3.1 Aufgabenkategorien des Prozessmanagements

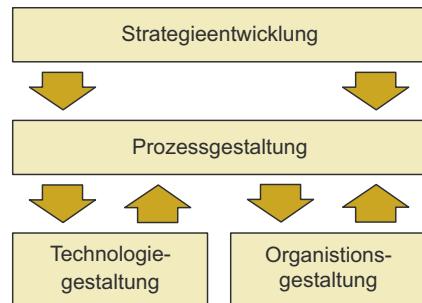
Die Aufgaben des Prozessmanagements lassen sich strukturieren nach

- den in Abb. 14.2 unterschiedenen Gestaltungsdimensionen,
- den Phasen des allgemeinen Managementzyklus sowie
- den Ebenen der strategischen und der operativen Aufgaben.

In Abb. 14.2 wurden das Zusammenspiel von Menschen, bearbeiteten Prozessschritten und eingesetzten IT-Systemen bei der Prozessdurchführung veranschaulicht und davon ausgehend die **Gestaltungsdimensionen** „Organisation“, „Prozess“ und „Technologie“ abgeleitet. Hinzugefügt wurde die Dimension „Strategie“, an der sich das Zusammenspiel zu orientieren hat. Mit den Gestaltungsdimensionen korrespondieren unmittelbar die in Abb. 14.3 ausgewiesenen Aufgabenbereiche des Prozessmanagements.

Bei vielen der in die genannten Bereiche fallenden Aufgaben wird das Prozessmanagement mit anderen Akteuren kooperieren. So mit Vertretern der Unternehmensleitung, Mitarbeitern der IT-Abteilung und der Organisationsabteilung sowie externen Beratern. Je nach Art und Bedeutung der Aufgaben kann die Federführung variieren. Beispielhaft seien nun einige Aufgaben genannt:

Abb. 14.3 Für das Prozessmanagement relevante Gestaltungsbereiche



- Im Bereich der Strategieentwicklung besteht eine Aufgabe des Prozessmanagements in der Ableitung von Prozesszielen aus der Unternehmensstrategie bzw. den Unternehmenszielen.
- Im Bereich der Prozessgestaltung obliegt es dem Prozessmanagement, die Prozesswelt des Unternehmens zu strukturieren und die Modellierungsrelevanz von Prozessen festzulegen.
- Eine Aufgabe des Prozessmanagements im Bereich Technologiegestaltung ist die Mitwirkung bei der Bewertung und Auswahl von Standard-Anwendungssoftware.
- Im Bereich Organisationsgestaltung erstreckt sich eine Aufgabe des Prozessmanagements auf die Mitwirkung bei der Anpassung organisatorischer Strukturen an reorganisierte Arbeitsabläufe.

Sämtliche Aktivitäten des Prozessmanagements lassen sich auch nach Phasen eines allgemeinen Managementzyklus gliedern. Beispielsweise nach Situationsanalyse, Planung, Realisierung und Kontrolle. Hierbei handelt es sich um eine von konkreten Problemen abstrahierende Einteilung in Problemlösungsphasen, die auf das Prozessmanagement übertragbar ist.

Konkrete Aufgaben des Prozessmanagements in den genannten Phasen sind z. B.:

- Analyse und Bewertung der Unternehmensprozesse als Grundlage für die kontinuierliche Prozessverbesserung und die Weiterentwicklung der Prozesslandschaft (Situationsanalyse).
- Vereinheitlichung der Werkzeuge zur Modellierung, Beschreibung und Präsentation von Geschäftsprozessen einschließlich der Entscheidung über die Softwareauswahl (Planungsaufgabe).
- Zuweisung von Mitarbeitern mit erforderlichen Qualifikationsprofilen zu Projekten der Reorganisation von Geschäftsprozessen (Realisierungsaufgabe).
- Überprüfung, ob die im Rahmen einer Reorganisation vorgegebenen Prozessziele erreicht wurden oder ob, z. B. bei nur mäßigem Prozesserfolg, weitere Verbesserungsmaßnahmen erforderlich sind (Kontrollaufgabe).

Zwischen strategischen und operativen Aufgaben des Prozessmanagements bestehen fließende Übergänge. Mit Hilfe von Merkmalen wie etwa Wettbewerbsrelevanz, Unternehmensumwelt, Komplexität, Detaillierungsgrad und Zeithorizont ist jedoch eine hinreichend trennscharfe Charakterisierung möglich:

- Strategische Aufgaben haben eine hohe Wettbewerbsrelevanz, zielen auf eine aktive Beeinflussung der Unternehmensumwelt ab, weisen eine hohe Komplexität auf, abstrahieren von Einzelheiten und beinhalten einen eher längeren Betrachtungszeitraum.
- Operative Aufgaben dagegen beinhalten kein Hinterfragen der Wettbewerbsrelevanz, berücksichtigen die Entwicklung der Unternehmensumwelt, weisen eine geringere Komplexität auf, betrachten explizit Einzelheiten und zeichnen sich durch einen tendenziell kurzen Betrachtungszeitraum aus.

Eine Grobplanung mit großen planerischen Freiheitsgraden ist z. B. eine typische strategische Aufgabe, während eine daran anknüpfende Feinplanung mit geringeren planerischen Freiheitsgraden in Verbindung mit der Steuerung und Kontrolle der (Plan-)Umsetzung einen typischen operativen Aufgabenkomplex darstellt. Strategische Aufgaben bilden also gewissermaßen einen Rahmen für die Abgrenzung von weniger komplexen und konkreteren operativen Aufgaben. Die operativen Aufgaben wiederum sind das Mittel zur Erreichung strategischer Ziele.

14.1.3.2 Aufgabenzzyklus des Prozessmanagements

Abb. 14.4 zeigt eine Übersicht der wesentlichsten Aufgaben des Prozessmanagements. Die in Blockform repräsentierten Aufgabenkomplexe wechseln von der strategischen zur operativen Ebene. Aus Gründen der Übersichtlichkeit wurde auf die zu einem Zyklus führende Rückkopplung von den operativen zu den strategischen Aufgaben verzichtet. Mit



Abb. 14.4 Aufgabenkomplexe des strategischen und operativen Prozessmanagements

der Darstellung ist zugleich das Ziel verbunden, den im Folgenden behandelten Stoff zu strukturieren. Daher wurden das strategische und das operative Prozesscontrolling als separate Aufgabenkomplexe ausgewiesen.

Auf der strategischen Ebene bilden vorgegebene Strategien und Ziele der Geschäftsbereiche den Ausgangspunkt für die strategische Planung des Prozessmanagements. Diese erstreckt sich etwa auf die folgenden Aktivitäten:

- Die Etablierung eines Ansatzes für das strategische Prozessmanagement, der die Ableitung von Prozesszielen, den Aufbau eines Kennzahlensystems, die Planung von Maßnahmen und deren Überwachung umfasst.
- Die Gestaltung der Prozesslandschaft, die auf eine klare Abgrenzung der die betriebliche Wertschöpfungskette abbildenden Leistungsprozesse abzielt und sich zudem auf die Initiierung von Reorganisationsmaßnahmen auf der Grundlage einer Prozessanalyse und -bewertung erstreckt.
- Die prozessorientierte Gestaltung der Organisationsstruktur, die zur Überwindung des Ressortdenkens und zur Vermeidung von Organisationsbrüchen beiträgt und so die effiziente Abwicklung von Geschäftsprozessen ermöglicht.
- Die Abstimmung von Prozess- und IT-Landschaft, die einerseits eine durchgängige, möglichst systembruchfreie Prozessunterstützung mit leistungsfähigen IT-Systemen und andererseits einen wirtschaftlichen Betrieb einer nicht zu heterogenen, integrierten Systemlandschaft anstrebt.

Auf der operativen Ebene schließt sich die Planung, Steuerung und Kontrolle der Prozesse mit etwa folgenden Aktivitäten an:

- Die Planung von Reorganisationsprojekten, die von dem strategischen Prozessmanagement initiierte Maßnahmen aufgreift und deren Umsetzung mittels Termin-, Ressourcen- und Kostenplanung vorbereitet.
- Die Überführung neuer/reorganisierter Prozesse in einen routinemäßigen Geschäftsbetrieb, wobei die Durchführung der Umstellung – z. B. in Form eines temporären Parallelbetriebs von alter und neuer Lösung – mit dem Informationsmanagement abzustimmen ist.
- Die Planung, Steuerung und Überwachung der Ausführung von Prozessen, die eine Beseitigung von Störungen im Prozessablauf und einen wirtschaftlichen Ressourceneinsatz zum Ziel hat.
- Es folgt schließlich die Umsetzung der einer Detailplanung unterzogenen Reorganisationsprojekte gemäß dem im Unternehmen praktizierten **Vorgehensmodell**. Typische Phasen eines solchen Modells sind z. B. Planung, Ist-Analyse, Soll-Konzept, Implementierung und Betrieb.

Begleitet wird das Prozessmanagement vom Prozesscontrolling, das – analog dem Prozessmanagement – in das strategische und das operative Prozesscontrolling unterteilt

werden kann. Das Prozesscontrolling soll das Prozessmanagement unterstützen, und zwar durch Planung, Steuerung und Kontrolle der Effektivität und Effizienz der Geschäftsprozesse. Mit der Frage der Prozesseffektivität, d. h. dem Setzen erfolgsträchtiger Prozessziele (Schaffung von Erfolgspotenzialen), befasst sich das strategische Prozesscontrolling und mit der Frage der Prozesseffizienz, d. h. dem Verhältnis zwischen Prozessergebnissen und Ressourceneinsatz (Ausnutzung von Erfolgspotenzialen), das operative Prozesscontrolling.

14.2 Strategisches Geschäftsprozessmanagement

Der vorliegende Abschnitt befasst sich mit wesentlichen Themenkomplexen des strategischen Geschäftsprozessmanagements. Gegenstand des Abschn. 14.2.1 ist die Aufstellung eines Kennzahlensystems, das als zentrales Management-Instrument eine Verbindung zwischen dem strategischen Prozessmanagement und der Ebene der Prozessausführung herstellt. Abschn. 14.2.2 beschreibt das Vorgehen bei der Strukturierung der Prozesslandschaft eines Unternehmens und bei der Bewertung der so abgegrenzten Prozesse mit Blick auf die Dringlichkeit ihrer Reorganisation. Abschn. 14.2.3 greift die Frage der Eignung verschiedener Organisationsstrukturen für die Abwicklung von Prozessen auf und geht in einer vergleichenden Analyse auf die funktionsorientierte Organisationsstruktur, die Matrixorganisation und die prozessorientierte Organisationsstruktur ein. Schließlich thematisiert Abschn. 14.2.4 die Notwendigkeit der Abstimmung der Prozessgestaltung mit der Gestaltung der IT-Landschaft und charakterisiert Informationssysteme mit besonderer Bedeutung für die Prozessunterstützung.

14.2.1 Aufstellung eines Kennzahlensystems

Ein Kennzahlensystem stellt ein unverzichtbares Planungs- und Kontrollinstrument des Prozessmanagements dar. Als Planungsinstrument stellt es z. B. eine Verbindung zwischen Unternehmenszielen und Prozesszielen her. Als Kontrollinstrument gestattet es die Herstellung einer Verbindung zwischen prozessbezogenen (Erfolgs-)Indikatoren und Prozesszielen und damit die Ableitung von Aussagen zum Prozesserfolg. Auf diese Zusammenhänge wird im Folgenden näher eingegangen und zwar im Einzelnen auf:

- Zweck und Aufbau eines Kennzahlensystems (vgl. Abschn. 14.2.1.1),
- Ableitung von Prozesszielen (vgl. Abschn. 14.2.1.2) und
- Ableitung von Erfolgs-Indikatoren (vgl. Abschn. 14.2.1.3).

14.2.1.1 Zweck und Aufbau von Kennzahlensystemen

Ein Kennzahlensystem ist ein mächtiges Management-Instrument, das sowohl Planungs- als auch Kontrollzwecken dient. Bei seinem Einsatz im Geschäftsprozessmanagement liegt der Fokus auf der Ergebnisplanung und -kontrolle:

- Die Ergebnisplanung betrifft die Vorgabe der von Prozessen zu erbringenden Leistungen und erfordert die Festlegung von entsprechenden Prozesszielen und Zielerreichungsgraden.
- Die Ergebniskontrolle betrifft die Ermittlung tatsächlich erbrachter Prozessleistungen sowie die Gegenüberstellung von Plan- und Ist-Leistungen mit dem Ziel, Leistungsdefizite aufzudecken und Anstöße für Prozessverbesserungen zu liefern.

Was die Einbettung in Managementebenen betrifft, stellt ein **Kennzahlensystem** eine Verbindung zwischen der strategischen und der operativen Ebene her. Einerseits sind aus den Unternehmenszielen, die aus der strategischen Unternehmensplanung resultieren, Prozessziele abzuleiten und in das Kennzahlensystem zu übernehmen. Andererseits lassen sich Informationen über erbrachte Prozessleistungen nur unmittelbar den auf der operativen Ebene ausgeführten Prozessen entnehmen. Hierzu dienen so genannte Erfolgs-Indikatoren. Ausgehend von entnommenen Indikatorwerten können erst in einem weiteren Schritt Ist-Werte für die Zielerreichung ermittelt werden.

Die Aufstellung eines Kennzahlensystems für das Prozessmanagement veranschaulicht Abb. 14.5 in beispielhafter Weise (vgl. hierzu auch Österle 1995). Ausgangspunkte sind die Unternehmensziele, die z. B. die Dimensionen Kosten, Qualität und Image aufweisen. Aus den Unternehmenszielen sind nun für die Unternehmensprozesse, z. B. die Prozesse Beschaffung, Produktion und Verkauf, Prozessziele abzuleiten. Die Prozessziele sollten derart gewählt werden, dass sie Aussagen über den Prozesserfolg gestatten. Im Fall des Beschaffungsprozesses könnten z. B. Prozessziele mit den Dimensionen Kosten Beschaffung und Qualität Teile gewählt werden und im Fall des Verkaufsprozesses z. B. Prozessziele mit den Dimensionen Kosten Verkauf und Know-how Vertreter. Schließ-

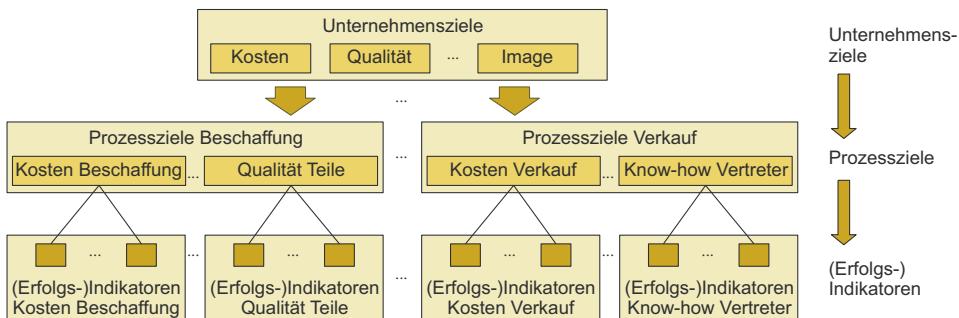


Abb. 14.5 Beispiel für den grundsätzlichen Aufbau eines Kennzahlensystems für das Prozessmanagement

lich sind für jedes der Prozessziele Erfolgsindikatoren festzulegen, die Schlüsse auf den Prozesserfolg zulassen und deren Werte möglichst den Prozessen zu entnehmen sind.

Die Ermittlung von Prozesszielen und Indikatoren gemäß Abb. 14.5 ist insofern nicht unproblematisch, als sich je eine Vielzahl möglicher Ziel- und Indikatorgrößen anbietet. Benötigt wird daher ein Konzept, das eine Beschränkung auf eine sinnvolle Anzahl geeigneter Indikatorgrößen gestattet. Es ist das Konzept der kritischen Erfolgsfaktoren.

Dem Vorgehen bei der Ermittlung von Prozesszielen und (Erfolgs-)Indikatoren liegt, in Anlehnung an Österle (1995, S. 107 ff.), das auf Rockart (1979) zurückgehende Konzept der **kritischen Erfolgsfaktoren** zugrunde. Dieses für Zwecke der strategischen Unternehmensplanung propagierte Konzept (vgl. z. B. Schreyögg 1996, S. 104 ff.) geht davon aus, dass der Erfolg eines Unternehmens maßgeblich von einigen wenigen Faktoren bestimmt wird. Bei der Entwicklung einer Unternehmensstrategie ist es daher sinnvoll, sich auf diese als „kritisch“ bezeichneten Faktoren und damit auf das Wesentliche zu konzentrieren. Im Rahmen der Strategieentwicklung erhalten kritische Erfolgsfaktoren wie z. B. „Kompetenz“, „Image“ oder „Produktqualität“ Zielcharakter, d. h. sie stellen strategische Ziele dar. Geht man von analogen Gegebenheiten auf der Prozessebene aus, so lässt sich der Erfolg eines Prozesses auf einige wenige Erfolgsfaktoren zurückführen. Solche Faktoren können z. B. prozessbezogene Größen wie „Dauer der Auftragsbearbeitung“ oder „Kosten des Verkaufs“ darstellen. Als Prozessziele sind daher einige wenige kritische Erfolgsfaktoren pro Prozess festzulegen; auf sie sollte sich das Prozessmanagement konzentrieren. Analoge Überlegungen gelten für die Ermittlung von (Erfolgs-)Indikatoren: Pro Prozessziel sind einige wenige als erfolgskritisch erachtete Indikatoren festzulegen.

14.2.1.2 Ableitung von Prozesszielen

Für die Ableitung von **Prozesszielen** aus den Unternehmenszielen hat das Erfolgsfaktorenkonzept zwei Konsequenzen: Einerseits soll die Ableitung zu Kennzahlen führen, von denen der Prozesserfolg maßgeblich bestimmt wird. Andererseits sind nur einige wenige dieser erfolgskritischen Kennzahlen als Prozessziele vorzugeben. Damit bietet sich ein Vorgehen in zwei Schritten an:

- Ermittlung einer Menge von Kandidaten für die Ziele eines Prozesses.
- Auswahl einiger weniger Prozessziele aus der Kandidatenmenge.

Ausgangsbasis für die Ermittlung der Kandidatenmenge im ersten Schritt sind einerseits die Unternehmensziele bzw. kritischen Erfolgsfaktoren des Unternehmens. Darüber hinaus empfiehlt es sich, die Ausgangsbasis um zwei weitere Arten von Erfolgsfaktoren zu erweitern (vgl. Österle 1995, S. 108):

- Allgemein gültige Erfolgsfaktoren, die prozessübergreifenden Charakter aufweisen und im Grunde für jegliche wirtschaftliche Betätigung gelten; diese Faktoren sind **Zeit** (z. B. Termineinhaltung), **Qualität** (z. B. Qualitätsanforderungen), **Kosten**

(z. B. Leistungserstellungskosten) und **Flexibilität** (z. B. Leistungsanpassung an sich ändernde Kundenwünsche).

- Prozessspezifische Erfolgsfaktoren, welche die spezifische Situation eines Prozesses berücksichtigen; so kann z. B. bei einem Prozess „Verkauf“ das produktbezogene Know-how der im Verkauf eingesetzten Vertreter von besonderer Bedeutung sein – beispielsweise bei komplexen Produkten.

Während prozessspezifische Erfolgsfaktoren unmittelbare Kandidaten für die Auswahl der kritischen Faktoren sind, bedürfen die kritischen Erfolgsfaktoren des Unternehmens und die allgemein gültigen Erfolgsfaktoren erst noch einer Interpretation in Bezug auf den aktuell betrachteten Prozess. Die so abgeleiteten Faktoren werden, ebenso wie die prozessspezifischen Faktoren, in die Menge der Faktorkandidaten für einen Prozess einbezogen. Aus der Kandidatenmenge sind dann im zweiten Schritt etwa eine Hand voll kritischer Erfolgsfaktoren auszuwählen.

Abb. 14.6 demonstriert dieses Vorgehen an einem Beispiel. Wie das Beispiel zeigt, kann die Kandidatenmenge Doublette enthalten. Im gegebenen Fall wurden aus einer Menge von sieben Kandidaten (ohne Doublette) fünf als kritisch bestimmt.

14.2.1.3 Ableitung von Erfolgs-Indikatoren

Häufig lässt sich für die Prozessziele bzw. die Erfolgsfaktoren eines Prozesses der Zielerreichungsgrad nicht unmittelbar dem Prozess entnehmen. Eine Beurteilung des Erfolgs oder Standes eines Prozesses ist damit ebenso wenig möglich wie ein steuerndes Einwirken auf den Prozess mit dem Ziel der Prozessverbesserung und der Steigerung des

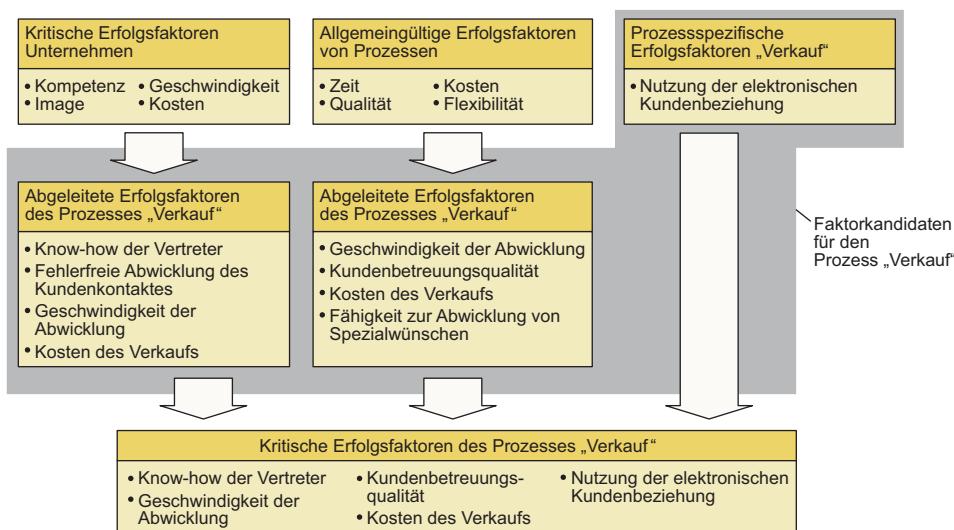


Abb. 14.6 Beispiel für die Ableitung der kritischen Erfolgsfaktoren eines Prozesses in Anlehnung an Österle (1995, S. 109 ff.)

Prozesserfolgs. Ein Brückenschlag zwischen einem Prozess und seinen Erfolgsfaktoren, der dieses Manko ausräumt, besteht in der Einführung von **erfolgsbezogenen Indikatoren**. Einem Prozessziel/Erfolgsfaktor werden mehrere Indikatoren zugeordnet, die möglichst folgende Anforderungen erfüllen:

- Die Indikatoren geben Hinweise auf den Umfang der Erreichung des Prozessziels.
- Die Indikatoren lassen sich dem Prozess direkt entnehmen.

Stehen derartige Messgrößen für alle Erfolgsfaktoren eines Prozesses zur Verfügung, dann kann der Stand des Prozesses in Bezug auf seine kritischen Erfolgsfaktoren beurteilt werden. Andererseits liefern die Indikatoren auch Hinweise auf erforderliche Eingriffe in den Prozess, falls ein unbefriedigender Prozessstand ermittelt wurde.

Nicht unproblematisch ist die Ermittlung von Indikatoren, die den oben genannten Anforderungen genügen. Zu unterscheiden sind drei Arten von Indikatoren (vgl. Österle 1995, S. 113 ff.):

- Finanzielle Indikatoren, d. h. rechnerisch zu ermittelnde Messgrößen wie z. B. Prozesskosten.
- Direkte Indikatoren, d. h. dem Prozess unmittelbar entnehmbare Messgrößen wie z. B. Durchlaufzeit von Korrekturen.
- Qualitative Indikatoren, d. h. quantitativ nicht erfassbare Messgrößen wie z. B. Qualität der Kundenbetreuung.

Auf qualitative Indikatoren wird man nicht ganz verzichten können. So z. B. im Falle eines Erfolgsfaktors wie etwa Kundenbetreuungsqualität. Hier wird man auch qualitative Indikatoren heranziehen und zur Ermittlung von Indikatorwerten beispielsweise auf Befragungen zurückgreifen müssen. Weniger Probleme bereiten finanzielle Indikatoren, falls zur Wertermittlung ohnehin eingesetzte Verfahren des Rechnungswesens zur Verfügung stehen.

In Analogie zu den allgemein gültigen Erfolgsfaktoren können auch generell anwendbare Indikatoren benannt werden. Sie müssen allerdings ebenfalls in Bezug auf den aktuell betrachteten Prozess interpretiert werden. Wie die in Abb. 14.7 angegebenen Beispiele zeigen, kann es dabei zur Ableitung mehrerer prozessspezifischer Indikatoren von einem generellen Indikator kommen.

Unter Berücksichtigung der dargestellten Unterscheidungen und Ansatzpunkte sind für jeden kritischen Erfolgsfaktor eines Prozesses nun mehrere, den Faktor repräsentierende und dem Prozess möglichst direkt zu entnehmende Indikatoren festzulegen. Auch hier kann zunächst eine Kandidatenmenge abgegrenzt werden, aus der dann die letztlich verwendeten Indikatoren ausgewählt werden. Ein Beispiel für eine resultierende Menge von Indikatoren zeigt Abb. 14.8.

In Abb. 14.8 wird der Begriff „Kanal“ mit einer im Vertriebsbereich üblichen Bedeutung verwendet. Auftragskanäle sind z. B. die Auftragserfassung über Vertreter oder

Generelle Indikatoren		Abgeleitete Indikatoren des Prozesses „Verkauf“
• Durchschnittliche Durchlaufzeit eines Objektes	→	• Durchschnittliche Durchlaufzeit eines Auftrags durch den Verkauf
• Termineinhaltungsquote	→	• Quote eingehaltener Liefertermine
• Fehlerquote	→	• Quote falscher Auftragsbestätigungen • Anzahl von Auftragskorrekturen
• Kostenarten pro Objekt	→	• Verkaufspersonalkosten pro Auftrag
• Mitarbeiterproduktivität	→	• Deckungsbeitrag pro Vertreter • Anzahl Aufträge pro Mitarbeiter der Verkaufsunterstützung

Abb. 14.7 Beispiel für die Ableitung von Indikatoren von generellen Indikatoren in Anlehnung an Österle (1995, S. 114)

Indikatoren für den kritischen Erfolgsfaktor „Geschwindigkeit der Abwicklung“ des Prozesses „Verkauf“	
• Durchlaufzeit von Korrekturen	• Kanalnutzung Aufträge
• Servicegeschwindigkeit	• Kanalnutzung Korrektur

Abb. 14.8 Beispiel für die einem kritischen Erfolgsfaktor eines Prozesses zugeordneten Indikatoren (vgl. Österle 1995, S. 117)

die Online-Bestellung und Korrekturkanäle z. B. die manuelle Korrektur und die Korrektur auf elektronischem Wege. Die anteilige Nutzung der verschiedenen Auftrags- und Korrekturkanäle spiegelt die Verteilung der Leistungserstellung im Prozess „Verkauf“ über die Kanäle wieder. Die Anteilswerte lassen sich direkt dem Prozess entnehmen und geben Hinweise auf den Stand des Prozesses in Bezug auf den Erfolgsfaktor „Geschwindigkeit der Abwicklung“. Dies gilt auch für die beiden übrigen Indikatoren des Beispiels.

14.2.2 Gestaltung der Prozesslandschaft

Als eine zentrale Aufgabe des strategischen Prozessmanagements zielt die Gestaltung der Prozesslandschaft darauf ab, die Prozesse eines Unternehmens so abzugrenzen und aufeinander abzustimmen, dass eine die Unternehmensstrategie umsetzende Wertschöpfungskette entsteht. Hierbei können Modelle von Wertschöpfungsketten eine wesentliche Hilfestellung geben, aber auch Charakterisierungen und Kategorisierungen der verschiedenen Arten von Prozessen. Hieran anknüpfende Analysen und Bewertungen von Prozessen sind eine wesentliche Grundlage für eine kontinuierliche Prozessverbesserung und Weiterentwicklung der Prozesslandschaft. Im Sinne dieser Überlegungen werden nachfolgend behandelt:

- die Wertschöpfungskette (vgl. Abschn. 14.2.2.1),
- Prozesskategorien und Prozesswelt (vgl. Abschn. 14.2.2.2) und
- Prozessanalyse und -bewertung (vgl. Abschn. 14.2.2.3).

14.2.2.1 Die Wertschöpfungskette

Eine Wertschöpfungskette ist eine modellhafte Darstellung der Aktivitäten eines Unternehmens, die als Grundlage für die strategische Analyse des Unternehmens dient. Mittels einer Untersuchung des Ressourceneinsatzes und des wertmäßigen Ergebnisses der einzelnen Aktivitäten soll ermittelt werden, ob durch

- eine Verringerung des bewerteten Ressourceneinsatzes (bei gleichem wertmäßigen Ergebnis) oder
- eine Steigerung des wertmäßigen Ergebnisses (bei gleichem Ressourceneinsatz)

ein höherer Mehrwert im Vergleich zu Konkurrenzunternehmen geschaffen und so ein Wettbewerbsvorteil erzielt werden kann.

Besondere Aufmerksamkeit fand die in Abb. 14.9 gezeigte **Wertschöpfungskette** nach Porter (2004). Sie weist primäre und sekundäre Aktivitäten sowie eine Gewinnspanne aus:

- Primäre Aktivitäten betreffen unmittelbar die Erstellung und Vermarktung von Leistungen bzw. Produkten und umfassen:
 - Eingangslogistik, d. h. Eingang, Lagerung und Verteilung von Rohstoffen/Vorprodukten.
 - Operationen, d. h. Fertigung, Montage und sonstige Aktivitäten der Leistungserstellung.
 - Ausgangslogistik, d. h. Auslieferung der erstellten Produkte an Kunden/Händler.
 - Marketing und Vertrieb, d. h. Anbahnen und Abwickeln von Verkäufen.
 - Kundenservice, d. h. Unterstützung der Kunden mit Aktivitäten wie Installation, Wartung, Reparaturen.

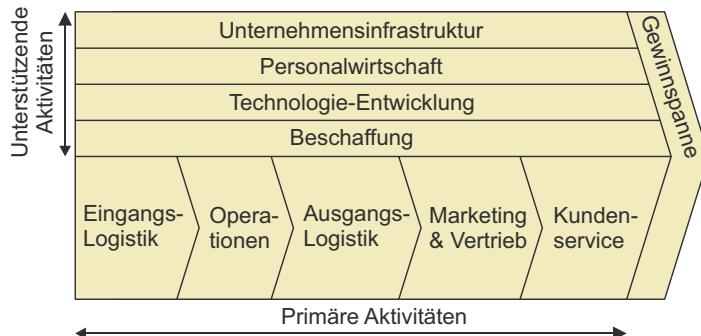


Abb. 14.9 Die Wertschöpfungskette nach Porter (2004)

- Sekundäre Aktivitäten dienen der Schaffung der für die Durchführung der primären Aktivitäten notwendigen Voraussetzungen und umfassen:
 - Unternehmensinfrastruktur, d. h. Aktivitäten der Unternehmensorganisation und -föhrung, Planung, Finanzen, Rechnungswesen und Qualitätsmanagement.
 - Personalwirtschaft, d. h. Suche, Einstellung und Weiterqualifikation von Personal.
 - Technologie-Entwicklung, d. h. Forschung und Entwicklung neuer Produkte/Verfahren.
 - Beschaffung, d. h. Einkauf von Rohstoffen, Vorprodukten und Dienstleistungen.
- Die Gewinnspanne bezeichnet den durch die gesamte Wertschöpfungskette geschaffenen Mehrwert als Differenz zwischen
 - dem bewerteten Einsatz aller Ressourcen (Material, Maschinen und Personal) und
 - dem Wert aller von den Kunden bezogenen und vergüteten Produkte/Dienstleistungen.

Zwar stellen die genannten Aktivitäten Funktionsbereiche und nicht etwa Geschäftsprozesse dar. Jedoch liefern sie wertvolle Hinweise auf grundsätzliche Kategorien von Geschäftsprozessen und auf Geschäftsprozesse, die im Rahmen der unmittelbaren Leistungserstellung und der Unterstützung der Leistungserstellung in der Regel bei einem Produktionsunternehmen auftreten.

14.2.2.2 Prozesskategorien und Prozesswelt

Orientiert man sich an der Wertschöpfungskette nach Porter, so bietet sich zunächst eine Unterteilung der Geschäftsprozesse eines Unternehmens in primäre, auf die Leistungserstellung ausgerichtete Prozesse – also so genannte Leistungsprozesse – und Unterstützungsprozesse an. Nimmt man noch die das Management bzw. die Unternehmensföhrung betreffenden Prozesse hinzu, so ergeben sich folgende, bereits von Österle (1995) vorgeschlagene Kategorien von Geschäftsprozessen:

- **Leistungsprozesse**, die auf die Kundenbedürfnisse ausgerichtet sind und der Erstellung und Vermarktung von Produkten und Dienstleistungen dienen.
- **Unterstützungsprozesse**, die dem Aufbau und der Pflege der zur Leistungserstellung eingesetzten Ressourcen dienen.
- **Führungsprozesse**, die der Strategieentwicklung und -umsetzung, dem Führen der Mitarbeiter sowie der Überwachung der Finanzen dienen.

Mittels der genannten Prozesskategorien kann nun ein Gestaltungsrahmen aufgespannt werden, der nach Führungs-, Leistungs- und Unterstützungsprozessen differenziert. Ermöglicht wird so eine transparentere Darstellung der gesamten Prozesswelt eines Unternehmens auf der höchsten/gröbsten Darstellungsebene. Bei der Gestaltung der Prozesswelt hat sich das strategische Prozessmanagement an Vorgaben, Gegebenheiten und Randbedingungen zu orientieren. Dazu zählen insbesondere:

- Die von der Unternehmensleitung vorgegebene Geschäftsstrategie und strategischen Ziele einschließlich der Entscheidungen darüber, welche Leistungen/Produkte erstellt und auf welchen Märkten abgesetzt werden sollen.
- Das spezifische Know-how des Unternehmens, das seine Ausprägung in den wertschöpfenden Kernprozessen und den eingesetzten spezifischen Ressourcen findet.
- Die von der Unternehmensleitung getroffenen Entscheidungen zum „**Business Process Outsourcing**“, d. h. zur Auslagerung kompletter Geschäftsprozesse an externe Dienstleister.
- Die vor allem bei größeren Unternehmen zu beobachtende Organisation ihrer Aktivitäten nach Marktsegmenten, wobei meist nach Produktgruppen, wie z. B. Personenkraftwagen, Lastkraftwagen und Omnibusse, Kundengruppen, wie z. B. Firmenkunden und Privatkunden, sowie nach Absatzregionen und Absatzwegen differenziert wird.
- Die schwer änderbaren bestehenden Prozesse, wie z. B. auf speziellen Produktions-technologien aufsetzende und nicht ohne weiteres änderbare Leistungserstellungsprozesse.

Zur übersichtlichen Darstellung einer Prozesswelt, sei es nun der Ist-Zustand in einem Unternehmen oder aber ein angestrebter Soll-Zustand, bietet sich die Diagrammform an. Ein Beispiel für die Struktur der Prozesswelt eines Dienstleistungsunternehmens zeigt Abb. 14.10.

Geschäftszweck des Dienstleistungsunternehmens ist das Bewirtschaften von Immobilien. Im Bereich der Leistungserstellung erstreckt sich das „Kaufmännische Facilities Management“ auf das Verwalten von An- und Vermietungen, das Flächenmanagement und das Erstellen von Wirtschaftsplänen. Im Bereich „Technisches Facilities Management“ geht es um das Erbringen technischer Leistungen für Immobilien wie z. B. Instandhaltungsmaßnahmen und um die Versorgung mit Strom, Gas, Wasser, während das „Infrastrukturelle Facilities Management“ z. B. Reinigungs- und Sicherheitsdienste betrifft. Bei den übrigen Prozessen geht die Bedeutung aus der Bezeichnung hervor.

Deutlich komplexer präsentiert sich die in Abb. 14.11 auszugsweise gezeigte Prozesswelt eines größeren Unternehmens, hier eines Automobilherstellers. Die Prozesse der Leistungserstellung sind in die beiden Bereiche „Auftragsabwicklung“ und „Produktentwicklung“ gegliedert. Im letztgenannten Bereich bezieht sich der Prozess „Simultaneous Engineering“ auf die kooperative Entwicklung von Produktkomponenten, die in Zusammenarbeit mit so genannten Entwicklungsdienstleistern vollzogen wird. Die Bedeutung der übrigen Prozesse geht aus ihrer Bezeichnung hervor.

Für den Zweck der Reorganisation der geschäftlichen Aktivitäten ist eine grobe Strukturierung der Geschäftsprozesse nicht hinreichend. Eine über mehrere Ebenen hinweg vorgenommene Verfeinerung der Prozesse gestattet tiefer gehende Einsichten. Zudem schafft sie, im Sinne eines sukzessiven Überganges vom strategischen zum operativen Prozessmanagement, einen Aufsetzpunkt für die auf der operativen Ebene durchzuführende Prozessreorganisation. Anders als auf der strategischen Ebene sind hierzu Ein-

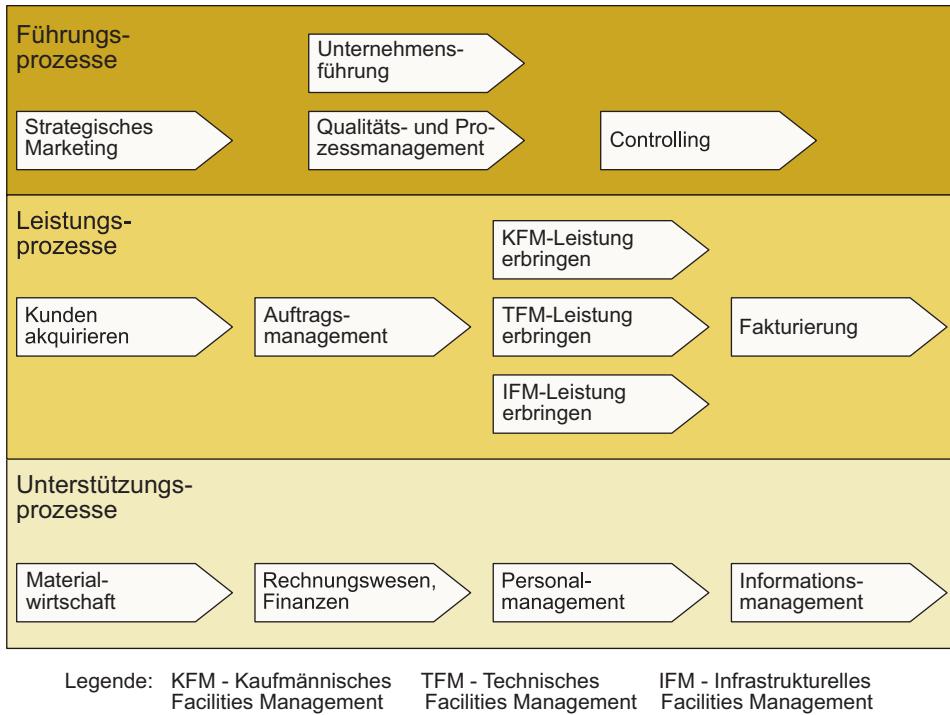


Abb. 14.10 Struktur der Prozesswelt eines Dienstleistungsunternehmens (vgl. Schulze König 2002)

griffe in die Prozesse selbst erforderlich. Anknüpfend an dem Beispiel einer Prozesswelt in Abb. 14.10 wird die stufenweise Verfeinerung im Folgenden demonstriert.

Exemplarisch sei der Leistungsprozess „KFM-Leistung erbringen“ betrachtet. In einer ersten Verfeinerungsstufe ergibt sich die in Abb. 14.12 gezeigte Prozessstruktur.

Die beispielhafte Verfeinerung des Prozesses „Anmietungen verwalten“ ist in Abb. 14.13 dargestellt. Die resultierenden Prozesse der zweiten Verfeinerungsstufe bedürfen im gegebenen Fall keiner weiteren Verfeinerung mehr. So dienen die Prozesse der Erstellung einer wohldefinierten Leistung und sie sind zudem gut überschaubar.

In Abhängigkeit von der Komplexität der Prozesswelt verschiedener Unternehmen wird auch die Anzahl der vorzunehmenden Verfeinerungsschritte variieren. Insofern lässt sich keine Aussage über die erforderliche Anzahl von Verfeinerungsstufen treffen. Jedoch lassen sich einige Kriterien nennen, die resultierende Prozesse erfüllen sollten:

- Ein Prozess sollte einen klar definierten Anfang und ein klar definiertes Ende haben, wobei der Anfang durch den Eintritt eines Anfangsereignisses, z. B. „Kündigung eingegangen“, und das Ende durch den Eintritt eines Endereignisses, z. B. „Kündigung bearbeitet“, definiert sein sollte.

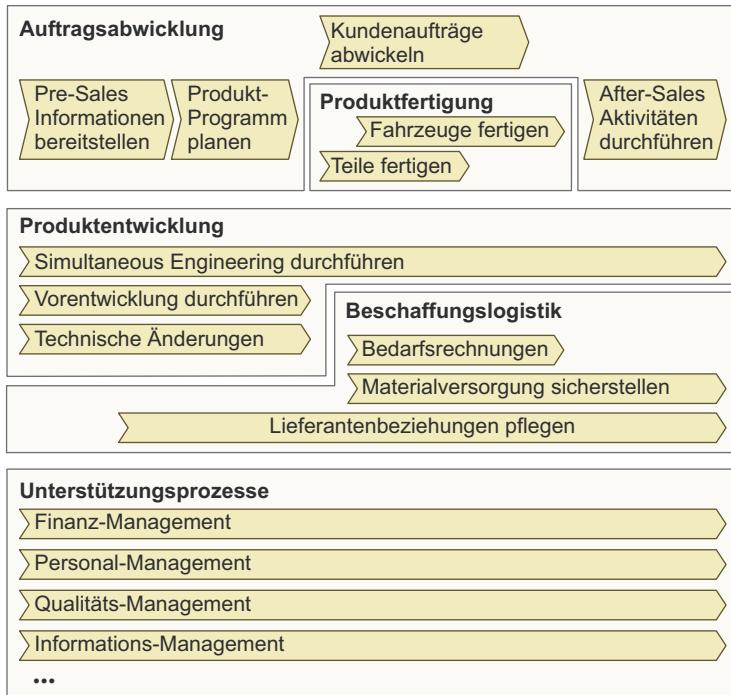


Abb. 14.11 Struktur der Prozesswelt eines Produktionsunternehmens

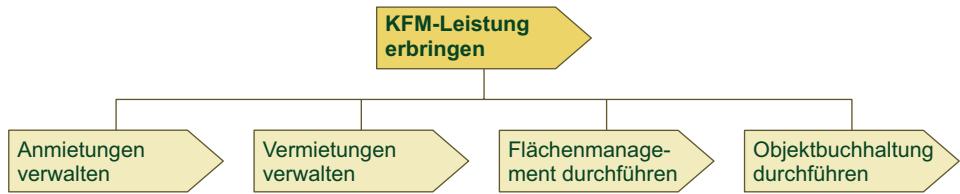


Abb. 14.12 Verfeinerung des Prozesses „KFM-Leistung erbringen“ (erste Verfeinerungsstufe)



Abb. 14.13 Verfeinerung des Prozesses „Anmietungen verwalten“ (zweite Verfeinerungsstufe)

- Ein Prozess sollte eine klar abgrenzbare Leistung erbringen, die für einen internen oder externen Kunden von Wert ist, wobei die Granularität von Prozess und Leistung einander entsprechen sollten.
- Ein Prozess sollte der Bearbeitung eines klar definierten (Prozess-)Objektes bzw. Geschäftsvorfalls, wie z. B. „Kundenangebot“ oder „Reklamation“ dienen und das Ergebnis der Bearbeitung sollte die angestrebte Prozessleistung darstellen.

Wie Prozesse können auch (Prozess-)Leistungen eine unterschiedliche Granularität aufweisen, d. h. größer oder feiner sein. Die Granularität von Prozessen hängt von ihrer Verfeinerungsstufe ab. Analoge Stufen lassen sich für Leistungen bzw. Produkte definieren. Abb. 14.14 veranschaulicht beispielhaft einige Granularitätsstufen von Produkten (Sachleistungen) und Dienstleistungen.

Insgesamt führt die stufenweise Prozessverfeinerung zu einer hierarchisch strukturierten Prozesslandschaft. Im Falle der Produkt- oder Marktsegmentierung können parallele Teilbereiche von Prozessen vorliegen, so z. B. für parallele Absatzwege. Die Prozesslandschaft bildet den Ausgangspunkt für weitere Aktivitäten des strategischen Prozessmanagements, insbesondere die Analyse und Bewertung von Prozessen.

14.2.2.3 Prozessanalyse und -bewertung

Die Reorganisation der Unternehmensaktivitäten vollzieht sich in Projekten, die jeweils nur einen Prozessbereich oder Prozess betreffen (kann). Die Identifizierung und Priorisierung der zu reorganisierenden Prozesse ist eine zentrale Aufgabe des strategischen Prozessmanagements. Die detaillierte Planung und Durchführung von Reorganisationsprojekten fällt dagegen in den Verantwortungsbereich des operativen Prozessmanagements. Für das strategische Prozessmanagement bietet sich ein Vorgehen in z. B. folgenden Schritten an:

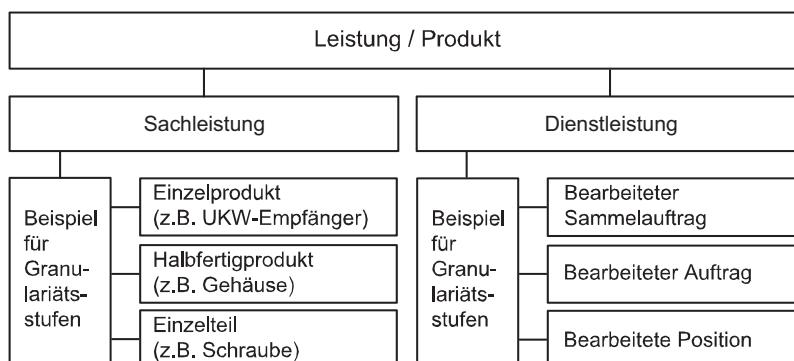


Abb. 14.14 Beispielhafte Granularitätsstufen von Sach- und Dienstleistungen (vgl. Scheer 1998b, S. 95)

- Abgrenzung eines Bereichs der Prozesswelt, der die zu reorganisierenden Prozesse, im Folgenden als Prozesskandidaten bezeichnet, umfasst.
- Beschreibung der Prozesskandidaten.
- Bewertung der Prozesskandidaten.

Die Abgrenzung des betrachteten Prozessbereiches hängt z. B. von der Unternehmensgröße, Wettbewerbsaspekten, technologischen Aspekten und bekannten Schwachstellen ab. Im Falle eines kleineren Unternehmens mit einer gut überschaubaren Prozesswelt könnte z. B. die Gesamtheit der Leistungsprozesse den betrachteten Prozessbereich bilden. Bei dem in Abb. 14.10 gezeigten Beispiel würden somit die Prozesse von „Kunden akquirieren“ bis hin zu „Fakturierung“ Prozesskandidaten darstellen. Eine andere Situation läge z. B. bei einer größeren Bank vor, die eine neue strategische Ausrichtung mit dem Ziel anstrebt, den bislang untergeordneten Bereich der Außenhandelsfinanzierung neben dem Firmen- und dem Privatkundengeschäft ebenfalls in den Rang eines Geschäftsfeldes zu erheben und Finanzdienstleistungen dieses Bereichs offensiv zu vermarkten. Prozesse wie etwa „Akquirieren von Kunden“, „Abwickeln von Standardverträgen“ und „Abwickeln von Individualverträgen“ wären dann mögliche Prozesskandidaten.

Ziel der Beschreibung der Prozesskandidaten ist die Verdeutlichung des Prozesszwecks, des Prozessinhalts sowie der Beziehungen zwischen den Prozessen einschließlich eventuell bestehender Prozessüberlappungen. Die Beschreibung der Kandidaten bildet eine wesentliche Grundlage für die Einschätzung der Dringlichkeit der Prozessreorganisation und die später ggf. vorzunehmende Prozessreorganisation selbst. Als Beschreibungskriterien bieten sich an (vgl. Österle 1995, S. 134):

- die Aufgaben des Prozesses, wie z. B. Beschaffen, Einlagern, Versanddisposition und Ausliefern im Falle eines Logistikprozesses,
- die erbrachten Prozessleistungen, wie z. B. Versandbestätigung, Lieferschein und Transportauftrag und
- die korrespondierenden Kundenprozesse mit ihren Aufgaben, wie z. B. der kundenseitige Prozess Beschaffung mit den Aufgaben Warenannahme und Warenprüfung.

Für die **Bewertung** und Priorisierung von Prozessen im Hinblick auf ein Reengineering bieten sich strategische, prozess-, technologie- und kundenbezogene Kriterien an. Einige wesentliche Bewertungskriterien sind z. B. (vgl. Österle 1995, S. 134 f.):

- das strategische Potenzial, d. h. der Beitrag des Prozesses zur Erreichung strategischer Ziele wie z. B. Erhöhung der Kundenzufriedenheit oder Qualitätssicherung;
- das ökonomische Potenzial, d. h. der Beitrag des Prozesses zur Erreichung ökonomischer Ziele wie z. B. Erhöhung der Produktivität oder Senkung der Kosten der Leistungserstellung;
- das technologische Potenzial, d. h. der Umfang des für das Erbringen der Prozessleistungen erforderlichen spezifischen technologischen Wissens und Know-how;

- die Standardisierbarkeit d. h. das Ausmaß, in dem der Prozess nach vorgegebenen Regeln ausgeführt werden kann.

Unter Verwendung derartiger Kriterien kann nun eine Bewertung der Prozesskandidaten erfolgen, beispielsweise in tabellarischer Form. Denkbar ist auch eine **portfolio-orientierte Vorgehensweise**, wie sie von Becker et al. (2007) vorgeschlagen wird (vgl. Abb. 14.15). In das „verdichtete“ Bewertungskriterium „Prozessergebnisbeitrag“ des zweidimensionalen Portfolios könnten z. B. geschätzte Produktivitätserhöhungen und Kostensenkungen eingehen. In dem Kriterium „Reorganisationsbedarf“ könnten z. B. die strategische Bedeutung und die Tragweite von Schwachstellen im Prozessablauf zum Ausdruck kommen. Die in den Bewertungsfeldern I bis IV platzierten Bezeichner A bis H repräsentieren bewertete und entsprechend lokalisierte Prozesskandidaten des zu Grunde liegenden Prozessbereichs.

Im Hinblick auf Reorganisationsmaßnahmen ergibt sich aus Abb. 14.15 für die Prozesse E und A eine hohe Priorität, für die Prozesse C, G, H und D eine mittlere Priorität und für die Prozesse B und F eine geringe Priorität. Neben derartigen Bewertungsergebnissen wird das strategische Prozessmanagement bei der Entscheidung über durchzuführende Reengineeringprojekte noch weitere Aspekte – etwa verfügbare personelle, finanzielle und technologische Ressourcen und verfügbares Know-how – berücksichtigen.

14.2.3 Organisationsstruktur und Prozessmanagement

Die Abwicklung von Geschäftsprozessen kann sich in unterschiedlichen organisatorischen Strukturen vollziehen. Drei wesentliche Grundformen sind:

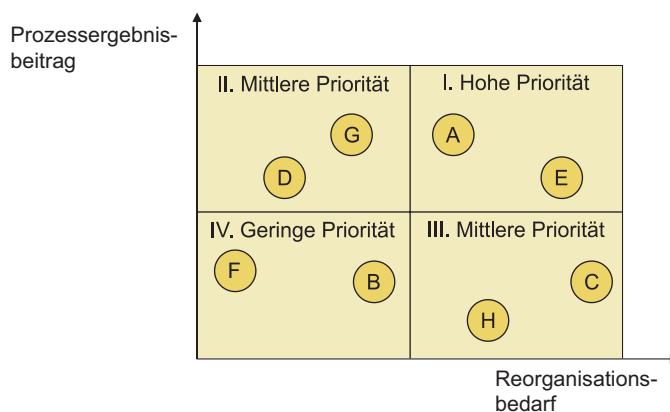


Abb. 14.15 Portfolio zur Ermittlung der Reengineering-Priorität von Geschäftsprozessen

- die funktionsorientierte Organisationsstruktur (vgl. Abschn. 14.2.3.1),
- die Matrixorganisation (vgl. Abschn. 14.2.3.2) und
- die prozessorientierte Organisationsstruktur (vgl. Abschn. 14.2.3.3).

Auf diese Organisationsstrukturen mit ihren Vor- und Nachteilen für das Prozessmanagement wird nachfolgend eingegangen.

14.2.3.1 Funktionsorientierte Organisationsstruktur

Die **funktionsorientierte Organisationsstruktur** ist eine klassische Organisationsform, nach der noch heute viele Unternehmen gegliedert sind. Typischerweise werden gleichartige Tätigkeiten – auch als (Unternehmens-)Funktionen bezeichnet – in Abteilungen zusammengefasst. Beispiele für so gebildete Funktionsbereiche sind Einkauf, Fertigung, Vertrieb und Rechnungswesen.

Mit der funktionalen Gliederung geht eine hohe Spezialisierung in den Abteilungen einher. Sie resultiert aus der Zusammenfassung von Mitarbeitern mit speziellen Fertigkeiten, Kenntnissen und Know-how in den Abteilungen sowie aus der Zuweisung spezieller Arbeitsmittel (Maschinen, Anlagen, Geräte). Die in spezialisierten Abteilungen bereitgestellten Ressourcen werden von verschiedenen Produkten genutzt. So durchlaufen in der Regel sämtliche Produkte die Entwicklungs-, die Fertigungs- und die Vertriebsabteilung. Da die benötigten speziellen Ressourcen nur in den jeweiligen Abteilungen bereitgestellt werden, ist eine hohe Ressourcenauslastung gegeben. Diesem Vorteil steht allerdings der Nachteil hoher Durchlaufzeiten von Aufträgen gegenüber.

Probleme ergeben sich bei der funktionsorientierten Organisationsstruktur hinsichtlich der Koordination der abteilungsübergreifenden und unternehmensweiten (Kern-)Prozesse. Dazu zählen vor allem:

- der Produktentwicklungsprozess,
- der Auftragsabwicklungsprozess und
- der Serviceprozess.

Abb. 14.16 veranschaulicht in schematischer Weise die bei der Prozessdurchführung auftretenden Koordinationsprobleme. Sie entstehen an den durch fette Doppelpfeile gekennzeichneten Abteilungsübergängen. Hier ist jeweils eine wechselseitige Kommunikation, z. B. Informationsaustausch bezüglich dem aktuellen Prozessobjekt, und Koordination, z. B. terminliche Abstimmung, erforderlich.

Im Falle von Kommunikations- und Abstimmungsproblemen zwischen beteiligten Mitarbeitern kann es zur Eskalation kommen: Die Probleme werden auf die Vorgesetztenebene „hochgereicht“ und dort behandelt. Dieser „**Kamineffekt**“ (vgl. Osterloh und Frost 2003, S. 28 f.) verschärft die durch Informations- und Koordinationsdefizite verursachte Ineffizienz der Prozessabwicklung in funktionsorientierten Organisationsstrukturen. Als Gegenmaßnahme bietet sich z. B. die Einrichtung einer Stabsstelle für Prozesskoordination an. Inwieweit Ineffizienzen auf diese Weise reduziert werden können, hängt allerdings

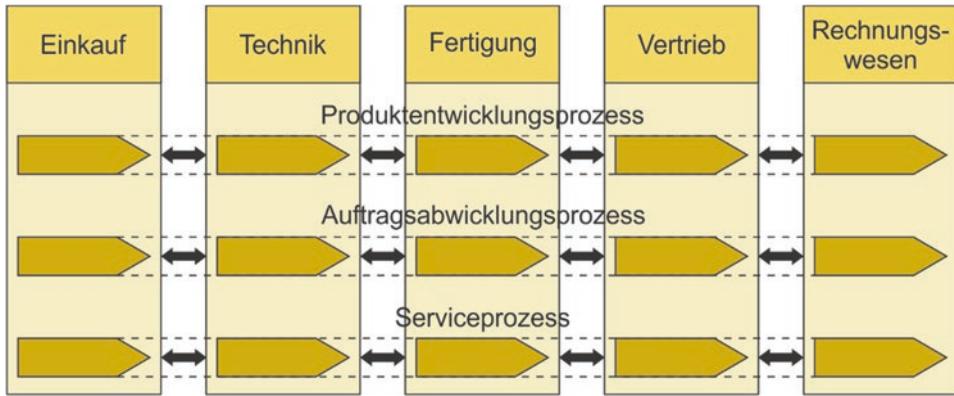


Abb. 14.16 Prozessabwicklung in einer funktionsorientierten Organisationsstruktur

stark von der Qualifikation des Prozesskoordinators ab. Unabhängig davon wird man erhebliche Abwicklungsdefizite in Kauf nehmen müssen.

14.2.3.2 Matrixorganisation

Die **Matrixorganisation** beruht auf einer zweidimensionalen Gliederung: einerseits nach Funktionen/Tätigkeiten und andererseits nach Prozessen/Objekten. Die Leiter der funktional gebildeten Abteilungen sind disziplinarische Vorgesetzte der Abteilungsmitarbeiter und für einen effizienten Ressourceneinsatz verantwortlich. Mit ihnen haben die Prozessverantwortlichen den Einsatz von Abteilungsressourcen für die abzuwickelnden Geschäftsprozesse abzustimmen. Da die Prozesse in der Regel Ressourcen aus den meisten Funktionsbereichen benötigen, verläuft die Prozessdimension quer zu der funktionalen Gliederung. Abb. 14.17 veranschaulicht die resultierende matrixartige Organisationsstruktur.

Mit den gestrichelten Linien in Abb. 14.17 soll lediglich die Zuordnung von Abteilungsressourcen zu Prozessen in allgemeiner Form ausgedrückt werden und nicht etwa eine konkrete Zuordnung. Im konkreten Fall wird sich kaum ein strikt regelmäßiges Zuordnungsmuster ergeben. Vielmehr werden die einzelnen Prozesse in unterschiedlicher Weise auf die Ressourcen der Funktionsbereiche zurückgreifen.

Die Aufgabe der Prozessleiter besteht in der Koordination des Ressourceneinsatzes derart, dass die Prozesse möglichst reibungslos über die Funktionsbereiche hinweg abgewickelt werden. Die strukturell vorprogrammierten Abstimmungskonflikte mit den (Abteilungs-) Leitern der Funktionsbereiche werden bewusst in Kauf genommen. Konflikte beinhalten für die Beteiligten insbesondere auch die Pflicht, sich um (gute) Lösungen zu bemühen. Inwieweit damit zur Effektivität und Effizienz beigetragen wird, ist nicht zuletzt eine Frage der Qualifikation des Prozessmanagements.

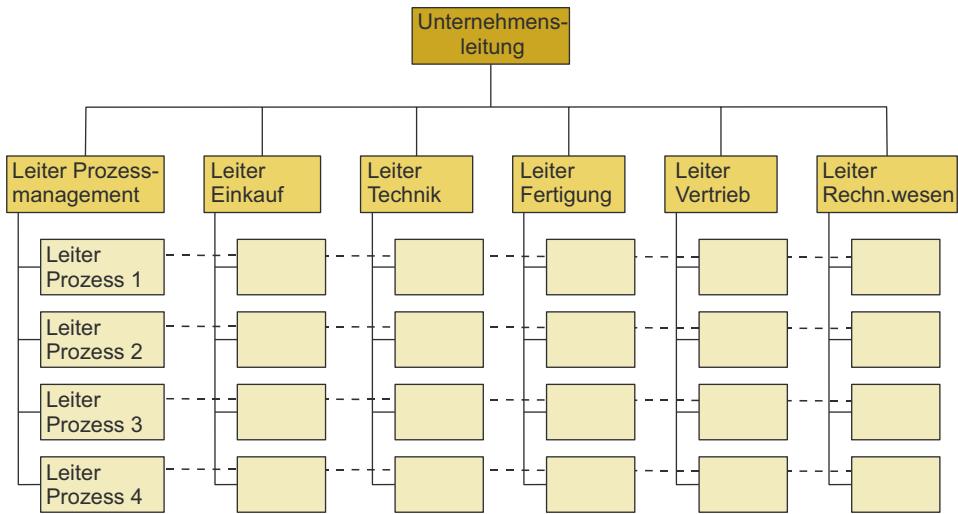


Abb. 14.17 Prozessabwicklung in einer Matrixorganisation

14.2.3.3 Prozessorientierte Organisationsstruktur

Abstimmungskonflikte der beschriebenen Art treten nicht auf, wenn Prozesse komplett innerhalb einer Organisationseinheit abgewickelt werden. Organisiert man die Aktivitäten eines Unternehmens in dieser Weise, so ergibt sich eine **prozessorientierte Organisationsstruktur**. Als Gliederungskriterien kommen z. B. Frage:

- Produkte, d. h. es wird beispielsweise nach Personenkraftwagen, Bussen und Motorrädern gegliedert;
- Kunden, d. h. es wird beispielsweise nach Firmenkunden, Privatkunden und ggf. öffentlichen Verwaltungen gegliedert.

In jeder der resultierenden Organisationseinheiten werden sämtliche Aufgaben, vom Einkauf über die Fertigung bis hin zu Vertrieb und Rechnungswesen, abgewickelt. Abb. 14.18 veranschaulicht diese reine prozessorientierte Organisationsstruktur in schematischer Weise.

Durch Übergänge zwischen Abteilungen verschiedener Funktionsbereiche ausgelöste Abstimmungsprobleme fallen nun weg und die Prozesse können innerhalb der Organisationseinheiten reibungslos und effizient abgewickelt werden. Die höhere Prozesseffizienz wird jedoch durch eine geringere Ressourceneffizienz erkauft. Das mehrfache Vorhalten von Ressourcen, die für standardisierte Aktivitäten genutzt werden, führt – im Vergleich mit einem zentralen Ressourceneinsatz – zu einer weniger effizienten Ressourcennutzung. Es empfiehlt sich daher, die Abwicklung von Standardaufgaben nicht prozessbezogen, sondern in zentralen Funktionsbereichen zu organisieren. In Frage kommen z. B. Aufgaben wie Rechnungswesen und, falls die gefertigten Produkte nicht zu



Abb. 14.18 Prozessabwicklung in einer prozessorientierten Organisationsstruktur

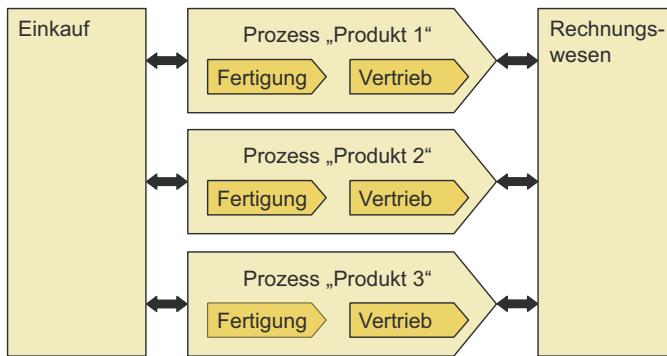


Abb. 14.19 Prozessabwicklung in einer hybriden Organisationsstruktur

unterschiedlich sind, auch der Einkauf. Ergebnis ist eine gemischte oder hybride Organisationsstruktur wie sie beispielhaft in Abb. 14.19 gezeigt wird.

Die Abstimmungsprobleme beschränken sich nun auf die Übergänge zwischen den funktionalen Organisationseinheiten, in Abb. 14.19 Einkauf und Rechnungswesen, und den prozessorientierten Organisationseinheiten, in Abb. 14.19 die Prozesse „Produkt 1“, „Produkt 2“ und „Produkt 3“. Welche Aufgaben im konkreten Fall funktionsorientiert und welche Aufgaben prozessorientiert zu organisieren sind, ist für ein Unternehmen eine Frage von grundlegender Bedeutung. Sie richtet sich gleichermaßen an die Unternehmensleitung und das (beratende) strategische Prozessmanagement.

14.2.4 Abstimmung von Prozess- und Systemgestaltung

Zwischen Prozess- und Systemgestaltung ist eine enge Abstimmung unverzichtbar. Die Begründung erschließt sich aus der Doppelrolle der IT in einem Unternehmen:

- Einerseits zielt der IT-Einsatz darauf ab, die Geschäftstätigkeit in einem Unternehmen derart zu unterstützen, dass zur (weitergehenden) Erreichung der Unternehmensziele beigetragen wird. Da sich der IT-Einsatz unmittelbar auf die Unternehmensprozesse bezieht, besteht zwischen Prozess- und Systemwelt wie auch zwischen Prozess- und Systemgestaltung eine starke Verflechtung.
- Andererseits besitzt die IT ein beträchtliches innovatives Potenzial, da sie geeignet ist, neue, innovative Formen der geschäftlichen Betätigung zu ermöglichen. Diese so genannte **Enabler-Funktion** der IT erstreckt sich grundsätzlich auch auf die Unternehmensprozesse, woraus sich wiederum eine starke Verflechtung zwischen Prozess- und Systemgestaltung ergibt.

Aufgrund der Verflechtungen zwischen Prozessen und IT-Systemen ist für die Gestaltung der Prozesswelt durch das strategische Prozessmanagement die genaue Kenntnis der Systemwelt und ihrer geplanten Weiterentwicklung eine unabdingbare Voraussetzung. Umgekehrt hat sich ebenso das IT-Management bei der Gestaltung der IT-Landschaft an der Prozesswelt und ihrer geplanten Weiterentwicklung zu orientieren. Die jeweiligen Planungen und deren Abstimmung sind an der Unternehmensstrategie und an den Unternehmenszielen auszurichten.

Bei Nutzung der verfügbaren technologischen Möglichkeiten kann sich die Systemwelt eines Unternehmens als äußerst komplex darstellen. Einen Eindruck von der Vielzahl und Vielfalt der Systeme, die für das strategische Prozessmanagement von Interesse sein können, vermittelt die beispielhafte Systemlandschaft in Abb. 14.20.

Die gezeigte Auswahl wesentlicher Informationssysteme ist in fünf Schichten gegliedert. Die Systeme der beiden unteren Schichten enthalten grundlegende Verwaltungs- und Steuerungsfunktionen, die unabhängig von der konkreten Ausgestaltung der drei oberen Schichten eingesetzt werden können. Dagegen ist die Funktionalität der Systeme der drei oberen Schichten auf die Bearbeitung von unmittelbar anwendungsbezogenen Aufgaben und Problemen ausgerichtet. Die angegebenen Informationssysteme werden eingehend in den Teilen B und C behandelt, zumindest aber kurz kommentiert.

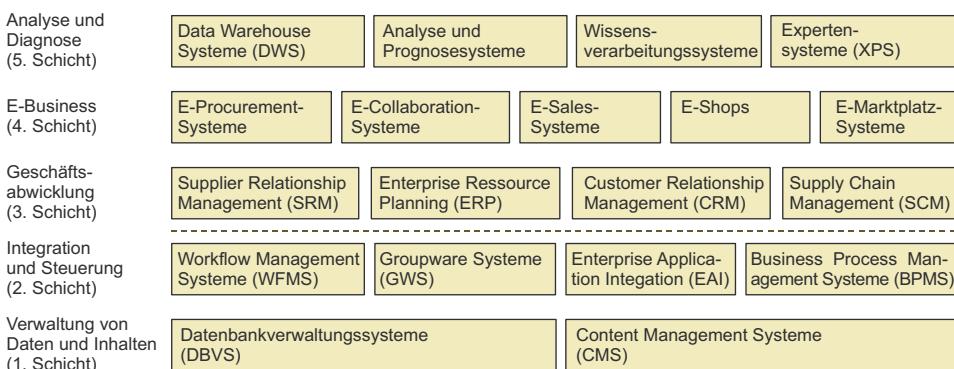


Abb. 14.20 Landschaft wesentlicher Informationssysteme

Während **WFMS** (Workflow-Management-Systeme) und **GWS** (Groupware-Systeme) zur Steuerung von Geschäftsprozessen eingesetzt werden, unterstützen die übrigen Systeme die Abwicklung von Geschäftsprozessen. Letzteres geschieht durch die Ausführung von Systemfunktionen und deren Verzahnung mit menschlichen Aktivitäten. Der Anteil menschlicher Aktivitäten an der Gesamtmenge der Funktionen/Aktivitäten eines Geschäftsprozesses hängt vom Automatisierungsgrad des Prozesses ab und geht für einen voll automatisierten Prozess auf null Aktivitäten zurück. Ein höherer Automatisierungsgrad trägt z. B. zur Senkung der Durchlaufzeiten und der Fehlerquoten bei, erfordert andererseits aber einen höheren technologischen Aufwand und ein höheres technologisches Know-how. Insofern ist die Frage der Prozessgestaltung und -automatisierung einerseits ein betriebswirtschaftliches Problem, welches das strategische Prozessmanagement fordert, und andererseits ein technologisches Problem, welches das strategische IT-Management fordert. Bestmögliche Lösungen für das Unternehmen lassen sich daher nur durch die Abstimmung von Prozess- und Systemwelt im Rahmen eines Zusammenwirkens von **Prozess- und Systemmanagement** erzielen.

Die Systeme der 3. und 4. Schicht weisen teils funktionale Überlappungen auf, obwohl der Einsatzschwerpunkt der 3. Schicht-Systeme eher im Back-Office-Bereich und der 4. Schicht-Systeme eher im Front-Office-Bereich liegt. Die Abgrenzung des jeweils genutzten Funktionsumfangs von zugleich eingesetzten und funktional überlappenden Systemen der 3. und 4. Schicht berührt sowohl die Systemwelt, als auch die Prozesswelt.

Abschließend sei die Notwendigkeit der Abstimmung von Prozess- und Systemgestaltung auch anhand einiger Beispiele verdeutlicht:

- Die Einführung eines unternehmensweiten **CMS** (Content-Management-Systems) erfordert in der Regel die (sukzessive) Ablösung von mehreren dezentral eingesetzten Vorgängersystemen, z. B. (eigenerstellte) Archivierungs-, Retrieval-, Datensicherungssysteme sowie Datenmanagementsysteme. Hierzu sind die mit dem Betrieb und der Nutzung der Vorgängersysteme verbundenen Geschäftsprozesse, insbesondere die Eingabe und Archivierung von Dokumenten sowie die Suche, Bearbeitung und Anzeige/Ausgabe von Dokumenten durch einheitliche, auf das CMS abgestimmte Betriebs-/Nutzungsprozesse abzulösen.
- Die sehr breit gefächerte Funktionalität von **ERP-Systemen** deckt teilweise auch die Funktionalität von Spezialsystemen wie z. B. **CRM-Systemen** ab. Es stellt sich daher die Frage, ob für eine betroffene Geschäftsaaktivität, z. B. das Kundenbeziehungsmanagement, ein Spezialsystem eingesetzt werden soll. Die Beantwortung der Frage wirkt sich auf die Prozess- und Systemwelt aus und erfordert zugleich eine gegenseitige Abstimmung beider Welten.
- Erweitert ein Unternehmen die bisher konventionell abgewickelten Verkaufsaktivitäten um einen **Online-Shop**, so führt dies zur Erweiterung der Prozesswelt um einen netzbasierten Verkaufskanal bzw. -prozess. Die einzusetzende Shop-Technologie ist mit dem neuen Verkaufsprozess, auch unter Berücksichtigung der gesetzten Prozessziele, abzustimmen.

14.3 Operatives Geschäftsprozessmanagement

Abschn. 14.3 behandelt das operative Geschäftsprozessmanagement, das bekanntlich die Planung von Reorganisationsprojekten, die Überführung reorganisierter Prozesse in den routinemäßigen Betrieb sowie die Steuerung und Überwachung der Prozessausführung zum Gegenstand hat. Zur klaren Strukturierung der Aktivitäten und des Ablaufs derartiger Aktivitätsskomplexe eignen sich Vorgehensmodelle – so auch im operativen Prozessmanagement. Im vorliegenden Abschn. 14.3 wird ein Vorgehensmodell für das operative Prozessmanagement vorgestellt. Fragen der detaillierten Prozessmodellierung und insbesondere einsetzbare Modellierungsmethoden werden in Abschn. 14.4 behandelt.

Der Aufbau des Abschn. 14.3 ist wie folgt. Zunächst wird ein Vorgehensmodell für das operative Prozessmanagement abgegrenzt (vgl. Abschn. 14.3.1). Danach werden die Phasen des Vorgehensmodells behandelt, und zwar die Planungsphase (vgl. Abschn. 14.3.2), die Analyse des Ist-Zustands (vgl. Abschn. 14.3.3), die Entwicklung eines Soll-Konzepts (vgl. Abschn. 14.3.4), die Implementierung des Soll-Konzepts (vgl. Abschn. 14.3.5) und die Phase Betrieb/Weiterentwicklung (vgl. Abschn. 14.3.6).

14.3.1 Abgrenzung eines Vorgehensmodells

Vorgehensmodelle, auch als Phasenmodelle bezeichnet, unterteilen die auf ein Ziel ausgerichteten Aktivitäten eines Vorhabens in Phasen. Sie spezifizieren zudem die Phasen hinsichtlich z. B. einzuhaltender Zeiten, einzusetzender personeller, sachlicher und technologischer Ressourcen, zu berücksichtigender Vorschriften und Standards sowie zu erzielender Ergebnisse. Für die Reorganisation von Geschäftsprozessen vorgeschlagene Vorgehensmodelle weisen eine unterschiedliche Reichweite auf. Teils beschränken sie sich auf das Reengineering und klammern weiterführende Aktivitäten aus (vgl. z. B. Seidlmeier 2002). Teils orientieren sie sich am gesamten Lebenszyklus von Prozessen und beziehen Aktivitäten wie Implementierung, Betrieb und Weiterentwicklung mit ein (vgl. z. B. Allweyer 2010).

Keinesfalls sollte sich das Geschäftsprozessmanagement in einmaligen Reorganisationsaktivitäten erschöpfen. Erforderlich ist vielmehr eine kontinuierliche Prozessbegleitung und -verbesserung über den gesamten Lebenszyklus. Im Folgenden wird daher ein umfassendes Vorgehensmodell vorgestellt und erläutert.

Vom operativen Prozessmanagement durchgeführte **Reengineering-Projekte** setzen auf bereits erfolgten Planungen und getroffenen Entscheidungen des strategischen Prozessmanagements auf. Aus diesen strategischen Aktivitäten resultieren ziel-, zeit-,ressourcen- und ergebnisbezogene Vorgaben für die Projektplanung auf der operativen Ebene und die Projektabwicklung. Im Weiteren wird unterstellt, dass die strategischen Planungen bereits durchgeführt wurden und relevante Planungsergebnisse dem operativen Prozessmanagement vorliegen.

Auch aufgrund der engen Verflechtung von Geschäftsprozessen und unterstützenden Informationssystemen ist es sinnvoll, Analogien zwischen Lebenszyklen von Systemen und Prozessen zu berücksichtigen. Im Falle der Systementwicklung bzw. des **Software Engineering** erstreckt sich der **Software Life Cycle** etwa auf die Phasen:

- Softwareentwicklung i.e.S., d. h. Analyse, Entwurf, Implementierung und Test von Software auf einem Entwicklungs-/Testrechner.
- Software-/Systemeinführung, d. h. Installation und Inbetriebnahme der Software auf einem Produktionsrechner.
- Softwarebetrieb/-wartung, d. h. laufender produktiver Betrieb der Software einschließlich erforderlicher Wartungsarbeiten wie z. B. Anpassung an geänderte Anforderungen und Anpassung an die Technologieentwicklung.

In Analogie zum Software Life Cycle lässt sich ein **Lebenszyklus von Geschäftsprozessen** mit folgenden groben Phasen abgrenzen:

- **Prozess-Reengineering** i.e.S., d. h. einmalige Reorganisation von Prozessen unter Berücksichtigung bestehender Prozesse, ihrer Schwachstellen und vorhandener Verbesserungspotenziale.
- **Prozess-Implementierung**, d. h. Einführung und Inbetriebnahme von Prozessen einschließlich erforderlicher Schulungsmaßnahmen, Testphasen und Parallel-Betriebsphasen.
- **Prozess-Betrieb/-Weiterentwicklung**, d. h. laufende produktive Prozessdurchführung einschließlich erforderlicher Prozessanpassungen und -verbesserungen aufgrund geänderter Anforderungen oder im Betrieb aufgetretener Schwachstellen.

Die Aufgaben der ersten groben Phase, d. h. des Reengineering i.e.S., werden in Vorgehensmodellen in der Regel weiter untergliedert. So sieht z. B. das von Seidlmeier (2002) vorgeschlagene Vorgehensmodell die Phasen Projektvorbereitung, Ist-Aufnahme, Prozessanalyse, Sollkonzeption und Ergebnispräsentation vor. Hier wird eine ähnliche Aufgabenstrukturierung mit folgenden Phasen gewählt: Planung, Ist-Analyse, Soll-Konzept, Implementierung und Betrieb/Weiterentwicklung. Insgesamt ergibt sich damit das in Abb. 14.21 gezeigte Vorgehensmodell für die Durchführung eines Reengineering-Projektes.

Das Vorgehensmodell in Abb. 14.21 sieht eine sequentielle Phasenabfolge vor, die nach der Prozessimplementierung in ein kontinuierliches Prozessmanagement übergeht. Zeigen sich im Betrieb jedoch Schwachstellen oder ändern sich Ziele, Anforderungen oder eingesetzte Technologien, so kann ein erneutes Durchlaufen des ge-



Abb. 14.21 Vorgehensmodell für die Durchführung von Reengineering-Projekten

samten Vorgehensmodells erforderlich sein. Ebenso sind Rücksprünge zwischen Phasen nicht auszuschließen. Beispielsweise können erst später entdeckte Analysefehler die Korrektur von Analyseergebnissen und Änderungen des Soll-Konzepts zur Folge haben. Ein strikt sequenzielles Verständnis des Vorgehensmodells ist daher nicht realitätskonform und primär didaktisch motiviert. In der Praxis werden immer wieder Zyklen und Rücksprünge auftreten.

Bei Reengineering-Vorhaben muss der Fokus nicht ausschließlich auf der Prozessdimension liegen. So sind neben Prozessen auch (Prozess-)Ziele, organisatorische Strukturen, unterstützende Technologien und angestrebte Leistungen im Blick zu behalten. Je nach gegebener Situation kann sich der Fokus von der Prozessdimension auf eine andere Gestaltungsdimension verlagern. Beispielsweise kann die IT-Dimension in den Vordergrund rücken, wenn das Reengineering mit der Einführung von Standard-Anwendungssoftware verbunden ist. Auch größere Eingriffe in organisatorische Strukturen, z. B. im Falle von Firmenerweiterungen, können zu Fokusverschiebungen führen. Insofern lassen sich unterschiedliche Arten von Reorganisationsprojekten unterscheiden. Je nach Projektart variiert die konkrete inhaltliche Ausgestaltung des Vorgehensmodells.

14.3.2 Planungsphase

Ausgangspunkt der Projektplanung des operativen Prozessmanagements wird in der Regel ein vom strategischen Prozessmanagement erteilter Projektauftrag sein, der Angaben zu Projektzielen, -organisation, -dauer, -ressourcen und -standards umfasst. Die Aufgabe des operativen Prozessmanagements besteht darin, die Planungsvorgaben zu präzisieren und eine Detailplanung durchzuführen. Wesentliche Aufgaben sind hierbei:

- Die Ableitung von Zielen und angestrebten Ergebnissen für die nach dem Vorgehensmodell vorgesehenen Projektphasen aus den vorgegebenen Projektzielen.
- Die Detailplanung der Projektorganisation, d. h. der Zusammensetzung der/des Projektteams für die einzelnen Projektphasen aus Prozess-, Fach-, IT-Experten und ggf. externen Beratern/Experten, einschließlich deren Aufgaben und Verantwortungsbereichen. Die Einrichtung eines für Grundsatzentscheidungen zuständigen und übergeordneten Projekt-Lenkungsausschusses obliegt jedoch der Unternehmensleitung und dem strategischen Prozessmanagement.
- Die Präzisierung der Terminplanung, d. h. die Vorgabe von phasenbezogenen Meilensteinen und Meilensteinterminen.
- Die Konkretisierung der in den Projektphasen einzusetzenden IT-Ressourcen, Methoden, Werkzeuge und Standards; hierzu zählen z. B. Entwicklungsrechner, Methoden zur Prozessmodellierung, Modellierungswerzeuge und Dokumentationsrichtlinien.

Zur Unterstützung der Planung empfiehlt sich der Einsatz eines Projekt-Management-Werkzeugs, das auch die Verwaltung von Planungsdokumenten gestattet und so zur Projekttransparenz und -kontrolle beiträgt.

14.3.3 Analyse des Ist-Zustands

Die Analyse des Ist-Zustands, kurz Ist-Analyse, bezieht sich auf einen Realitätsausschnitt bzw. einen abgegrenzten Bereich des Unternehmens bestehend aus Prozessen, menschlichen Akteuren und eingesetzten IT-Systemen. Gegenstand der Ist-Analyse sind:

- Die Erhebung der Prozesse des betrachteten Realitätsausschnitts einschließlich der involvierten Mitarbeiter, der eingesetzten IT-Systeme und der verfolgten Prozessziele (vgl. Abschn. 14.3.3.1).
- Die Analyse der Schwachstellen der erhobenen Prozesse, aber auch der Defizite und Mängel, die bezüglich der eingesetzten Mitarbeiter, der verwendeten IT-Systeme und der verfolgten Prozessziele zu erkennen sind (vgl. Abschn. 14.3.3.2).

14.3.3.1 Erhebung der Ist-Prozesse

Die Erhebung der bestehenden Prozesse des betrachteten Realitätsausschnitts, hier Ist-Prozesse genannt, dient der Dokumentation der gegebenen Prozesswelt. Vor allem aber der Schaffung einer Grundlage für die Analyse der Schwachstellen der **Ist-Prozesse** und damit der Ableitung von Ansatzpunkten für die Prozessreorganisation.

Zur Darstellung und Beschreibung erhobener Prozesse steht ein breites Spektrum von Sprachen zur Verfügung. Es reicht von rein verbalen Sprachen bis hin zu stark formalisierten Sprachen. Stark verbreitet ist die Prozessbeschreibung und -modellierung mittels grafischer Sprachen, die es gestatten, neben auszuführenden Prozessschritten auch ausführende Akteure/Organisationseinheiten, eingesetzte Informationssysteme, verwendete Datenbestände und gegebenenfalls auch erstellte Prozessleistungen darzustellen. Die resultierenden **Geschäftsprozessmodelle** zeichnen sich durch Übersichtlichkeit, Aussagekraft und Genauigkeit der Beschreibung aus. Sie sind eine unverzichtbare Grundlage für eine Schwachstellenanalyse.

Ein einfaches Demonstrationsbeispiel für eine grafisch-sprachliche Beschreibung eines Ist-Prozesses zeigt Abb. 14.22. Dargestellt wird ein Vorgangskettendiagramm für einen Auftragsbearbeitungsprozess. Vorgangskettendiagramme sind insbesondere für kleinere Unternehmen mit einem (noch) erheblichen Anteil manueller Aktivitäten geeignet.

Der Ist-Prozess „Auftragsbearbeitung“ beginnt mit dem Eingang eines Kundenauftrags in Form eines Belegs in der Poststelle. Dort wird der Auftrag nach einer manuellen Sortierung dem zuständigen Sachbearbeiter zugeordnet. Im Dialog mit einem IT-System erfasst, ergänzt und prüft der Sachbearbeiter den Auftrag, wobei er zu ergänzende Kunden- und Artikeldaten der Kunden- und der Artikelstammdatei entnimmt. Zudem druckt er eine Auftragsbestätigung aus. Auf der Auftragsbestätigung vermerkt er nun manuell durchzu-

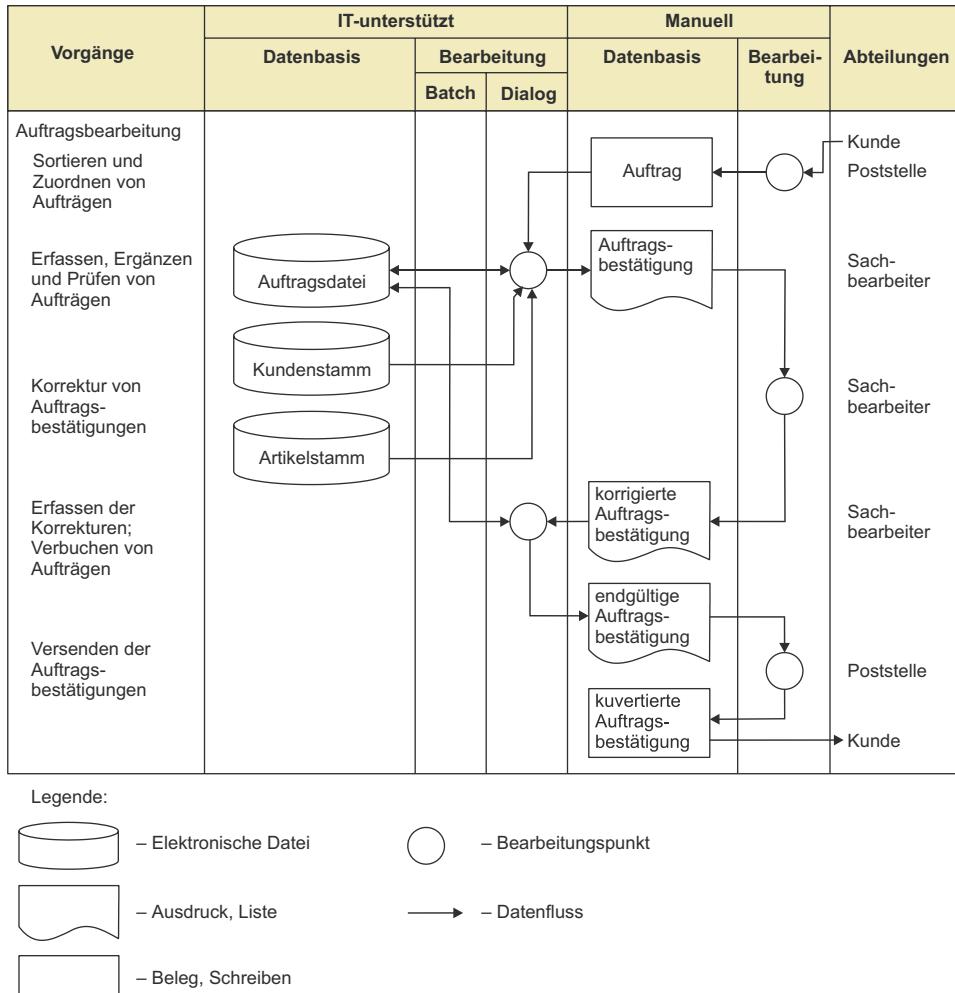


Abb. 14.22 Vorgangskettendiagramm des Ist-Prozesses „Auftragsbearbeitung“

führende Korrekturen. Im anschließenden Dialog mit dem IT-System führt er die Korrekturen in der Auftragsdatei durch und druckt die endgültige Auftragsbestätigung aus. Diese wird an die Poststelle weitergeleitet, dort kuvertiert und an den Kunden versandt.

14.3.3.2 Schwachstellenanalyse

Im Sinne einer ganzheitlichen Sicht auf die Prozesswelt sollte die **Schwachstellenanalyse** sämtliche Gestaltungsdimensionen betreffen, also Ziel-, Prozess-, Technologie- und Organisationsdimension (vgl. hierzu Abschn. 14.1.1). Aus Transparenzgründen empfiehlt es sich zudem, die aufgedeckten Schwachstellen nach diesen Dimensionen zu strukturie-

Analyse-/Gestaltungsdimension	Exemplarische Schwachstellen
Prozessziele	<ul style="list-style-type: none"> • Prozessziele orientieren sich nicht hinreichend an Unternehmensstrategie und -zielen. • Prozessziele sind nicht hinreichend operationalisiert. • Prozessziele werden nicht explizit vorgegeben.
Geschäftsprozess	<ul style="list-style-type: none"> • Prozessablauf weist Defizite wie z. B. sequenzielle Abfolge parallelisierbarer Aktivitäten, vermeidbare Rücksprünge usw. auf. • Prozess weist vermeidbare Medien-, System-, Organisationbrüche auf. • Prozess weist einen zu geringen Automatisierungsgrad auf (z. B. zu viele manuelle Aktivitäten).
IT-Unterstützung	<ul style="list-style-type: none"> • Eingesetzte IT-Systeme sind veraltet und weisen Defizite hinsichtlich Funktionalität und Laufzeitverhalten auf. • Eingesetzte IT-Systeme sind zu heterogen bzw. nicht hinreichend kompatibel. • Datenbestände werden nicht oder in zu geringem Umfang in einer zentralen, integrierten Datenbank verwaltet.
Organisation	<ul style="list-style-type: none"> • Mangelnde Schulung/Qualifikation der ausführenden Mitarbeiter. • Defizite bezüglich der Organisationsstruktur.

Abb. 14.23 Auswahl von Schwachstellen aus Sicht der Gestaltungsdimensionen des Prozessmanagements

ren. Die Vielfalt der in der Praxis auftretenden Schwachstellen lässt sich kaum ermitteln und im Detail referieren. Eine Auswahl wesentlicher Schwachstellen zeigt Abb. 14.23.

Allerdings ist eine Analyse und Beurteilung von Geschäftsprozessen auch aus weiteren Perspektiven möglich. Insbesondere aus der Erfolgs- und Nutzenperspektive. Was den Erfolg betrifft, kann auf die von Österle (1995, S. 109) genannten allgemein gültigen Erfolgsfaktoren von Prozessen zurückgegriffen werden: Zeit, Kosten, Qualität und Flexibilität. Sie gelten für jegliche wirtschaftliche Betätigung und speziell auch für Prozesse. Für diese Erfolgsfaktoren und den ergänzend hinzugefügten Faktor „Nutzen/Leistung“ sind in Abb. 14.24 je einige exemplarische Schwachstellen genannt, die in Geschäftsprozessen auftreten können.

Einer Erläuterung bedürfen noch die in Abb. 14.23 unter der Dimension „Geschäftsprozess“ aufgeführten Medien-, System- und Organisationsbrüche. Dies geschieht anhand des schematischen Beispiels in Abb. 14.25. Im Einzelnen gilt:

- **Organisationsbrüche** liegen vor, wenn aufeinanderfolgende Aktivitäten/Prozessschritte von wechselnden Organisationseinheiten bearbeitet werden.
- **Systembrüche** liegen vor, wenn aufeinanderfolgende Prozessschritte mit wechselnden Informationssystemen ausgeführt werden.
- **Medienbrüche** liegen vor, wenn bei der Prozessausführung wechselnde Medien, nämlich papiergebundene oder elektronische Belege/Speicher, verwendet werden.

Allgemeine Erfolgsfaktoren	Exemplarische Schwachstellen
Nutzen/Leistung	<ul style="list-style-type: none"> Vom Prozess erbrachte Leistung ist nicht klar definiert. Beitrag des Prozesses zur Wertschöpfung ist undefiniert oder unzureichend. Nutzen des Prozesses für interne/externe Prozesskunden ist undefiniert oder unzureichend.
Zeit	<ul style="list-style-type: none"> Durchlaufzeit des Prozesses ist zu groß oder variiert zu stark. Gründe für zu große oder zu stark variierende Durchlaufzeiten sind unbekannt. Konsequenzen zu großer oder zu stark varierender Durchlaufzeiten werden nicht berücksichtigt.
Kosten	<ul style="list-style-type: none"> Kosten für einen Prozessdurchlauf bzw. einen durchlaufenden Geschäftsvorfall sind unbekannt oder (vermutlich) zu groß. Einflussfaktoren für Durchlaufkosten sind unbekannt. Verhältnis zwischen Nutzen und Kosten des Prozesses ist unbekannt oder unbefriedigend.
Qualität	<ul style="list-style-type: none"> Qualität der erbrachten Prozessleistungen ist unzureichend. Einflussfaktoren für Qualität sind unbekannt. Fehlerquote für Prozessleistungen ist zu hoch. Reklamationsquote der Prozesskunden ist zu hoch.
Flexibilität	<ul style="list-style-type: none"> Anpassung der Prozessleistungen an sich ändernde Kundenwünsche ist zu schwerfällig. Breite der mit dem Prozess erstellbaren Leistungsvarianten ist zu gering.

Abb. 14.24 Schwachstellen aus der Sicht allgemeiner Erfolgsfaktoren

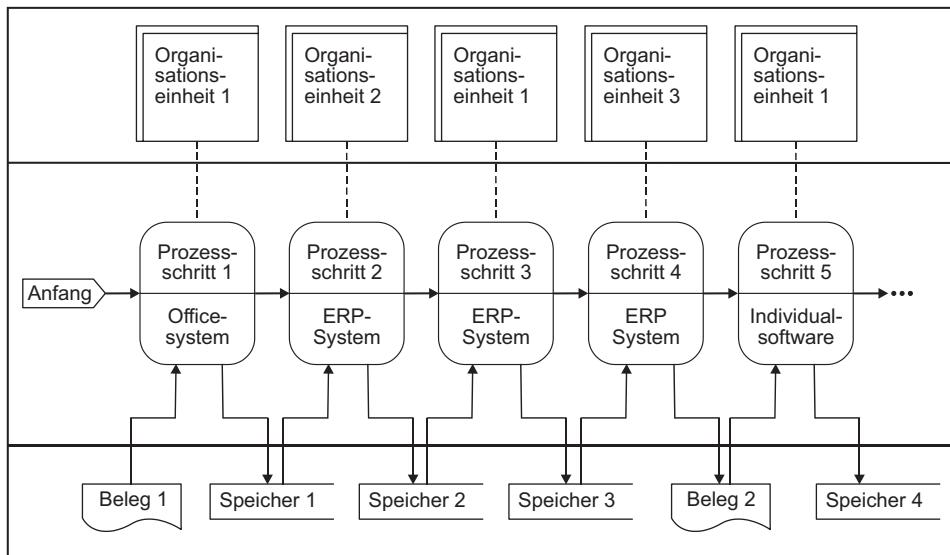


Abb. 14.25 Schematische Darstellung von Medien-, System- und Organisationsbrüchen

Häufig verhindern sachliche Gründe die vollständige Ausführung eines Prozesses innerhalb einer Organisationseinheit. Insofern sind Organisationsbrüche und der mit ihnen verbundene höhere Koordinationsaufwand nicht ganz vermeidbar; sie sollten jedoch minimiert werden. Analoge Überlegungen gelten für Systembrüche, die aufgrund der mehr oder weniger ausgeprägten Heterogenität der IT-Landschaft von Unternehmen nicht ganz vermeidbar sind – und damit den Prozessmitarbeitern einen Umgang mit heterogenen Benutzeroberflächen abfordern. Medienbrüche, insbesondere Übergänge von papiergebundenen zu elektronischen Medien, sind personal-, fehler- und kostenintensiv und sollten möglichst vermieden werden.

Betrachtet werde nun das Demonstrationsbeispiel. Eine Analyse des in Abb. 14.22 beschriebenen Ist-Prozesses „Auftragsbearbeitung“ deckt etwa folgende Schwachstellen auf:

- Bei dem Eingang von Aufträgen und dem Ausgang von Auftragsbestätigungen treten Medienbrüche auf.
- Der große Umfang zu erfassender Positionen führt zu vielen Erfassungsfehlern und damit zu einem hohen Korrekturaufwand.
- Der Arbeitsablauf schließt zeitaufwändige Tätigkeiten mit geringen Qualifikationsanforderungen ein (z. B. manuelles Sortieren).
- Teile des Arbeitsablaufes werden nicht IT-unterstützt abgewickelt (z. B. Versenden von Auftragsbestätigungen).

Während die erste und zweite Schwachstelle den Prozess selbst betreffen, bezieht sich die dritte Schwachstelle auf die Dimension „Personal/Organisation“ und die vierte auf die IT-Unterstützung.

14.3.4 Entwicklung des Soll-Konzepts

Vor der Entwicklung eines Soll-Konzepts sind die zu berücksichtigenden Vorgaben und Bedingungen zu klären und festzuhalten. Zudem sind, über die bloße Behebung von Schwachstellen hinausgehend, Möglichkeiten für die Realisierung innovativer Lösungen auszuloten. Für das Vorgehen bieten sich folglich drei Schritte an, in die teils auch das strategische Prozessmanagement einbezogen ist:

- Fixierung von Zielen, Anforderungen und Randbedingungen (vgl. Abschn. 14.3.4.1),
- Durchführung einer Potenzial-Analyse (vgl. Abschn. 14.3.4.2) und
- Entwurf des Soll-Konzepts (vgl. Abschn. 14.3.4.3).

14.3.4.1 Ziele, Anforderungen und Randbedingungen

In der Regel werden Ziel- und Rahmenvorgaben von Seiten der Unternehmensleitung und des strategischen Prozessmanagements vorliegen. Jedoch bedürfen sie in Bezug auf konkrete Prozesse einer Konkretisierung und Verfeinerung:

- **Prozess- und Leistungsziele** sollten sich an den strategischen Unternehmenszielen orientieren und gewährleisten, dass die Prozessreorganisation an der Unternehmensstrategie ausgerichtet wird. Die aus der Unternehmensstrategie abgeleiteten Prozessziele sollten zudem in operationalisierter Form vorliegen und somit die objektive Messung der Zielerreichung ermöglichen. Neben einem geeigneten Zielinhalt sind auch Ziel- und Zeitumfänge zu konkretisieren, z. B. „Senkung der Prozesskosten im nächsten Jahr um 8 Prozent“.
- Prozessziele stellen gewissermaßen Anforderungen an die zu erstellenden Prozessleistungen dar. Darüber hinaus werden meist auch Anforderungen zu berücksichtigen sein, die eher inhaltliche und Abwicklungsaspekte betreffen. Hat beispielsweise ein Logistikunternehmen seinen Aktionsbereich durch Erwerb eines Tochterunternehmens erweitert, so kann eine Anforderung in der Vereinheitlichung der Leistungserstellungsprozesse bestehen. Eine zwingende Anforderung kann auch von wichtigen Kunden vorgegeben sein. Beispielsweise die (An-)Forderung, die Auftragsabwicklung mit dem Kunden ab einem Stichtag per elektronischen Datenaustausch, z. B. dem EDI-Verfahren, durchzuführen. Natürlich können Anforderungen auch dem Innenbereich eines Unternehmens entstammen und z. B. den Einsatz mobiler Technologien zur Prozessunterstützung im Außendienst betreffen.
- Randbedingungen haben keinen Zielcharakter und betreffen z. B. Ressourcen, Standards und Vorschriften. Als Beispiele seien genannt: die vorgegebene Nutzung bestimmter Hard-/Software-Plattformen, die Berücksichtigung von Datenschutzaspekten, die Verwendung bestimmter Schnittstellen- und Datenübertragungsstandards und die Verwendung gewisser Entwicklungs- und Dokumentationswerkzeuge.

14.3.4.2 Potenzial-Analyse

Zweck der **Potenzial-Analyse** ist das Aufdecken von Verbesserungs- und Innovationspotenzialen. Hinweise auf mögliche Verbesserungen liefert die Schwachstellenanalyse. Mit dem Ausräumen von Schwachstellen durch Eingriffe in den Prozess selbst, die Prozessunterstützung mittels IT und die organisatorischen Strukturen können wesentliche Verbesserungen erzielt werden. Jedoch besteht die Gefahr, dass die verbesserte Lösung zu sehr dem Ist-Zustand verhaftet bleibt und geschäftlich notwendige Innovationsschübe verhindert werden. Hier kommen das Innovationspotenzial von IuK-Technologien und speziell auch strategische Informationssysteme ins Spiel:

► **Strategische Informationssysteme (SIS)** sind geeignet, einen (temporären) Wettbewerbsvorteil für Unternehmen zu schaffen oder ein Zurückfallen in der Wettbewerbsfähigkeit zu verhindern (vgl. Krcmar 1987, S. 228)

Bereits vor über drei Dekaden haben Mertens et al. (1989) zwischen mehreren Typen von SIS unterschieden, so z. B.:

- Interorganisatorische Systeme, die zwei Partner – etwa einen Lieferanten und seine Kunden – in der übergreifenden Wertschöpfungskette verbinden und so eine Medienbruch-freie, schnellere und transparentere Auftragsabwicklung, eine beidseitige Verringerung der Lagerbestände und eine stärkere Kundenbindung ermöglichen.
- Das Produkt- oder Leistungsprogramm erweiternde Systeme, die durch die Eröffnung eines neuen Geschäftsfeldes eine deutliche Veränderung der Unternehmensstrategie bewirken – wie etwa ein Buchverlag, der sein Angebot um Online-Produkte erweitert.

Innovative geschäftliche Lösungen können zudem durch weitere Konzepte und Technologien realisiert werden wie z. B.:

- Wie die beiden genannten SIS-Beispiele ebenfalls dem E-Business zuzurechnende netzbasierte Formen der zwischenbetrieblichen Kooperation; so z. B. die Prozess- und Kommunikationsunterstützung im Rahmen der Zusammenarbeit eines Fahrzeugherstellers mit einem Entwicklungs-Dienstleister mittels eines BtB-Unternehmensportals (Business-to-Business).
- Die automatische Ablaufsteuerung von Geschäftsprozessen mittels Workflow-Management-Systemen, die z. B. zu strategisch relevanten Zielen wie Verbesserung der Prozessqualität und Verringerung der Durchlaufzeiten beitragen kann.

14.3.4.3 Entwurf des Soll-Konzepts

Das mit dem Entwurf des Soll-Konzepts verfolgte Ziel besteht in der Erarbeitung einer neuen besseren geschäftlichen Lösung für den betrachteten Realitätsausschnitt. Wesentliche Grundlagen für die Erarbeitung des Soll-Konzepts sind:

- Die grafisch-sprachliche und verbale Beschreibung der zu reorganisierenden Ist-Prozesse sowie eine Beschreibung der die Prozesse ausführenden Organisationseinheiten und der eingesetzten IT-Systeme.
- Die strukturierte Auflistung und Erläuterung der ermittelten Schwachstellen des Ist-Zustands.
- Die Darstellung und Beschreibung der mittels der Potenzial-Analyse abgeleiteten innovativen Gestaltungsoptionen hinsichtlich aller Gestaltungsdimensionen.

In den Entwurf des Soll-Konzepts kann eine Vielzahl von Maßnahmen einfließen, die sich auch aus den genannten Dokumenten und Beschreibungen ableiten. Häufig wird der Schwerpunkt der Maßnahmen die Prozessdimension betreffen. Je nach Art der Reorganisationsprojekte können sich unterschiedliche Gewichtungen und damit auch Maßnahmenschwerpunkte ergeben. Eine Zusammenstellung beispielhafter potenzieller Maßnahmen findet sich in Abb. 14.26.

Betrachtet werde nun wieder das Demonstrationsbeispiel mit dem in Abb. 14.22 dargestellten Aufgabenkettendiagramm „Auftragsbearbeitung“. Das Diagramm gibt den erhobenen Ist-Zustand wieder, der die in Abschn. 14.3.3.2 benannten Schwachstellen auf-

Gestaltungsdimensionen	Potenzielle Maßnahmen
Geschäftsprozess	<ul style="list-style-type: none"> • Eliminieren von überflüssigen (manuellen) Prozessschritten bzw. Aktivitäten. • Vereinheitlichung/Standardisierung von Prozessen, gegebenenfalls unter Berücksichtigung von Referenzprozessen. • Eliminieren/Reduzieren von Organisations-, System- und Medienbrüchen. • Parallelisierung von seriell ausgeführten Prozessschritten bzw. Aktivitäten. • Reduzieren von Prozessschleifen und Rücksprüngen im Prozessablauf.
IT-Unterstützung	<ul style="list-style-type: none"> • Stärkere Automatisierung von Prozessen durch Ausweitung der IT-Unterstützung mit ERP-, CRM-, SCM-Systemen. • Automatische Ablaufsteuerung von Prozessen mittels Workflow Management-Systemen (WfMS). • Verbesserung der Integration von Informationssystemen mittels Enterprise Application Integration (EAI). • Einsatz innovativer Technologien des Electronic, Mobile und Social Media Business zur Prozessunterstützung.
Organisation	<ul style="list-style-type: none"> • Etablierung eines Prozessverantwortlichen, der den/die Prozesse überwacht und Prozessverbesserungen initiiert. • Veränderung organisatorischer Strukturen im Sinne einer prozessorientierten Aufbauorganisation. • Anpassung der Aufgaben und Kompetenzen der Prozessmitarbeiter an geänderte Prozesse.

Abb. 14.26 Beispiele für potenzielle Maßnahmen bei der Entwicklung eines Soll-Konzepts

weist. Ein Soll-Zustand der Auftragsbearbeitung, der diese Schwachstellen ausräumt, zeigt das AufgabenkettenDiagramm in Abb. 14.27.

Laut dem Soll-Prozess „Auftragsbearbeitung“ werden Aufträge und Auftragsbestätigungen nicht mehr auf konventionellem Weg (z. B. per Post), sondern per **EDI** übermittelt. Der Prozess der Auftragsbearbeitung verläuft dann wie folgt: Der Prozess startet mit dem Eingang eines Auftrags in Form einer standardisierten EDI-Nachricht. Diese wird der EDI-Mailbox(In) entnommen und mittels eines EDI-Konverters in das für die weitere Verarbeitung erforderliche Datenformat umgewandelt. Danach prüft ein Sachbearbeiter die Korrektheit der Auftragsdaten. Hierzu greift er auf die Auftrags-, Kunden- und Artikeldaten zu und führt gegebenenfalls erforderliche Korrekturen durch. Es folgt die Freigabe der Auftragsbestätigung. Diese wird mittels des EDI-Konverters in eine entsprechende EDI-Nachricht umgewandelt und in der EDI-Mailbox (Out) zwecks Übertragung an den Kunden abgelegt.

Mit der Umstellung des konventionellen Austauschs von Geschäftsdaten auf ein EDI-Verfahren entfallen die wesentlichen Schwachstellen des Ist-Zustandes: Medienbrüche, aufwendige Korrekturen und sonstige einfache, aber aufwendige manuelle Tätigkeiten treten nicht mehr auf, da nunmehr der gesamte Prozess computergestützt abgewickelt wird.

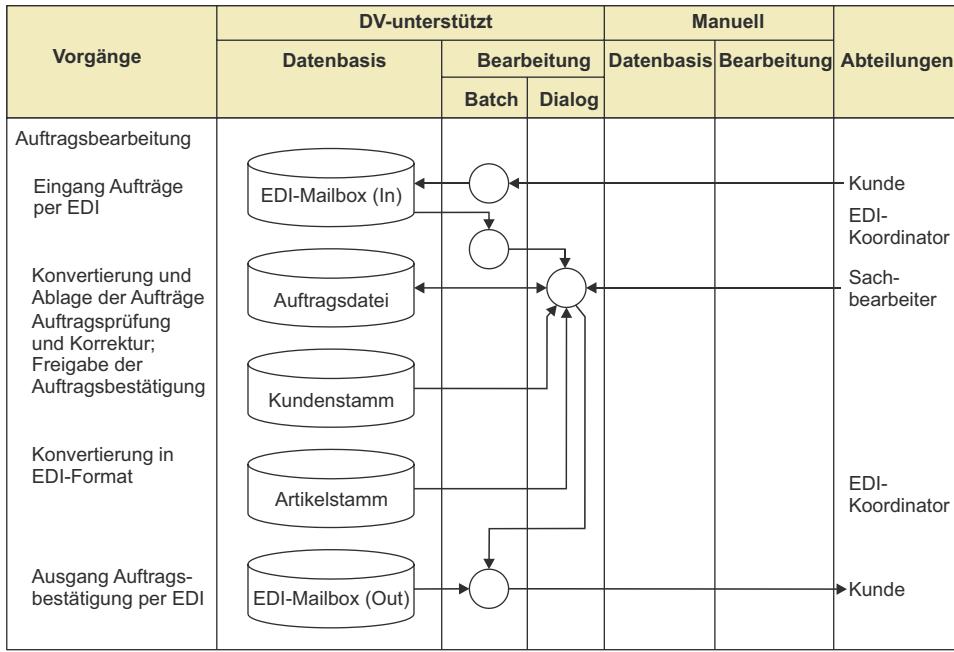


Abb. 14.27 Aufgabenkettendiagramm für den Soll-Prozess „Auftragsbearbeitung“

14.3.5 Implementierung des Soll-Konzepts

Gegenstand der **Implementierung des Soll-Konzepts** ist die Umsetzung in der betrieblichen Praxis. Die Implementierung erstreckt sich auf alle im Soll-Konzept berücksichtigten Gestaltungsdimensionen. Sie umfasst daher u. a.:

- Die Implementierung organisatorischer Änderungen,
- die Implementierung des entwickelten Soll-Prozesses und
- die Implementierung technologischer Änderungen.

Im Folgenden werden einige allgemeinere Implementierungsprobleme angesprochen, die sich in den genannten Gestaltungsbereichen stellen.

Organisatorische Veränderungen sind eine hochsensible Angelegenheit, da sie unmittelbar Menschen in Unternehmen betreffen. An den Umgang mit organisatorischen Änderungen, man spricht hier auch von **Change Management**, sind besondere Anforderungen zu stellen. Sie betreffen einerseits die Wahrnehmung der Probleme und Befürchtungen betroffener Mitarbeiter, als auch den konstruktiven und sensiblen Umgang mit Problemen.

Bevorstehende organisatorische Veränderungen können zu erheblichen Akzeptanzproblemen führen, da betroffene Mitarbeiter die Konsequenzen nicht einschätzen können oder gar mit negativen Folgen rechnen. Befürchtungen resultieren z. B. aus:

- Änderungen der organisatorischen Einbindung und der Vorgesetzten.
- Änderungen der wahrzunehmenden Aufgaben und der Qualifikationsanforderungen.
- Änderung der Zusammensetzung von Teams und damit der täglichen Sozialkontakte.
- Drohender Verlust des Arbeitsplatzes.

Geeignete Maßnahmen des Change-Managements können derartige Befürchtungen zu mindest teilweise ausräumen und zu einer höheren Akzeptanz organisatorischer Veränderungen beitragen. Dazu zählen z. B.:

- Frühzeitige Information der betroffenen Mitarbeiter und des Betriebsrates über die Ziele und Auswirkungen organisatorischer Veränderungen.
- Einbindung Betroffener in den Änderungsprozess, insbesondere in die Analyse des Ist-Zustandes und die Entwicklung des Soll-Konzepts.
- Durchführung von Schulungsmaßnahmen zwecks Änderung/Erweiterung der Qualifikationsprofile der Mitarbeiter.

Zudem ist dafür Sorge zu tragen, dass die aktive Mitarbeit in Reorganisationsprojekten sowie die erforderliche Weiterqualifikation auch zeitlich bewältigt werden kann.

Die Implementierung des Soll-Prozesses erfordert eine Umstellung des bisherigen Arbeitsablaufes (Ist-Zustand) auf den neuen Arbeitsablauf (Soll-Zustand). Je nach Prozessart und Komplexität können hierbei unterschiedliche Umstellungsstrategien zur Anwendung kommen. Die Umstellungsstrategien lassen sich z. B. wie folgt untergliedern:

- nach dem Zeitkriterium in Parallel- und Stichtagsumstellung und
- nach dem Sachkriterium in Gesamt- und Teilumstellung.

Abb. 14.28 enthält eine Zusammenstellung dieser **Umstellungsstrategien** einschließlich je einer kurzen Erläuterung. Die zeitlichen und sachlichen Umstellungsstrategien können kombiniert werden. So ist zum Beispiel eine Gesamtumstellung in zeitlich-paralleler Form oder stichtagsbezogen realisierbar.

Was die Wahl der Umstellungsstrategie betrifft, sind folgende Aspekte von Bedeutung:

- Hinsichtlich des Zeitkriteriums besteht eine Wahlmöglichkeit zwischen Parallel- und Stichtagsumstellung. Für die Stichtagsumstellung sprechen z. B. folgende Überlegungen: Es sind keine Parallelarbeiten mit der alten oder neuen Lösung durchzuführen. Ab dem Stichtag können sich betroffene Mitarbeiter voll auf die neue Lösung konzentrieren. Nachteilig ist dagegen das höhere Betriebsrisiko, das aus unentdeckten Fehlern resultiert. Nach dem Stichtag auftretende Fehler führen gegebenenfalls zu

Kriterium	Umstellungsstrategie	Erläuterung
Zeit	Parallelumstellung	Zeitlich parallel zu dem zunächst weiterhin betriebenen Ist-Prozess wird auch der Soll-Prozess in Betrieb genommen. Sobald der Soll-Prozess unter Vollast betrieben wird, erfolgt die Außerbetriebnahme des Ist-Prozesses.
	Stichtagsumstellung	Ist- und Soll-Prozess werden zu keinem Zeitpunkt parallel betrieben. Vielmehr wird der Ist-Prozess zu einem bestimmten Stichtag durch den Soll-Prozess ersetzt.
Sache	Gesamtumstellung	Die Umstellung erstreckt sich auf den gesamten, gegebenenfalls aus einer Menge von abgrenzbaren Teilprozessen bestehenden Prozess.
	Sukzessivumstellung	Die Umstellung erfolgt Zug um Zug, von einem Teilprozess zum nächsten Teilprozess fortschreitend bis schließlich der gesamte Prozess umgestellt ist.

Abb. 14.28 Einige Umstellungsstrategien

Unterbrechungen zwecks Fehlerbehebung. Zudem kann die Wiederholung bereits ausgeführter Tätigkeiten erforderlich sein. Für die Parallelumstellung gilt etwa die umgekehrte Argumentation.

- In Bezug auf das Sachkriterium besteht eine Wahlmöglichkeit zwischen Gesamt- und Sukzessivumstellung. Der wesentliche Vorteil der Gesamtumstellung liegt in der Möglichkeit des sofortigen Betriebs der kompletten neuen Lösung. Nachteilig ist die hohe Ressourcenbelastung, vor allem der betroffenen Mitarbeiter. Sie resultiert aus der Notwendigkeit der kurzfristigen Einarbeitung in die komplett neue Lösung. Eben dieser Zwang besteht nicht bei der Sukzessivumstellung, die aber den Nachteil der Inbetriebnahme Zug um Zug aufweist.

Im Falle komplexer Prozesse mit gut abgrenzbaren Subprozessen sowie einem eher großen Innovationssprung im Übergang vom Ist- zum Soll-Zustand bietet sich z. B. die strategische Kombination Sukzessiv-/Parallelumstellung an. Im Einzelfall können auch hier nicht genannte Kriterien Einfluss auf die Wahl der Umstellungsstrategie haben.

Zwischen der Implementierung des Soll-Prozesses und der Implementierung technologischer Änderungen bestehen unmittelbare Wechselwirkungen, da Inbetriebnahme und Ausführung von (Sub-)Prozessen sowie deren technologische Unterstützung untrennbar verbunden sind und damit Hand in Hand gehen müssen. Insofern sind die obigen Aussagen zu Umstellungsstrategien in analoger Weise auf technologische Umstellungen anwendbar. Bei technologischen Umstellungen kommt im Falle von Standardsoftware allerdings noch ein zusätzliches Problem ins Spiel: Die Anpassung der Softwaresysteme an die spezifischen Gegebenheiten eines Unternehmens (Customizing).

Grundsätzlich obliegt die Wahl der Umstellungsstrategie dem strategischen Prozess- oder IT-Management. Jedoch ist das operative Management stark in den Entscheidungs-

prozess involviert, da eine Vielzahl prozessualer und technologischer Details zu berücksichtigen ist. Darüber hinaus ist das operative Prozess-/IT-Management für die konkrete Ausgestaltung und Umsetzung der gewählten Umsetzungsstrategie zuständig.

14.3.6 Betrieb und Weiterentwicklung

In der Phase „**Betrieb und Weiterentwicklung**“ findet der laufende operative Einsatz des reorganisierten Prozesses sowie der unterstützenden IT-Systeme statt. Es werden also laufend die vorgesehenen Prozessleistungen produziert. Um den angestrebten Betriebszustand herzustellen und um den geplanten Leistungsumfang sowie die geplante Leistungsqualität zu gewährleisten, sind in der Betriebsphase folgende Maßnahmen durchzuführen:

- Überführung des implementierten Prozesses in den laufenden operativen Betrieb.
- Operative Planung, Steuerung und Überwachung der repetitiven Prozessdurchführung.
- Problemmanagement und Vornahme von **Prozessverbesserungen**, d. h. kontinuierliche Weiterentwicklung des Prozesses.

Auch bei sorgfältiger Information und Schulung der Prozessmitarbeiter wird ein neu in Betrieb genommener Prozess erst nach einer gewissen Lernphase das geplante Leistungs- und Qualitätsniveau etwa erreichen. Diese Lernzeit ist für die Entwicklung von routinemäßigen Arbeitsmechanismen erforderlich. Sie kann durch Unterstützung des Lernprozesses der Prozessmitarbeiter, z. B. punktuelle Beratung durch versierte Mitarbeiter/ Experten, verkürzt werden.

Die Planung, Steuerung und Überwachung der Prozessdurchführung soll ein kontinuierlich hohes Leistungsniveau sicherstellen. Durch personelle Maßnahmen wie etwa Springer-/Vertretereinsatz ist z. B. bei dem Ausfall von Prozessmitarbeitern für hinreichend personelle Ressourcen pro Arbeitsschicht zu sorgen. Besondere Vorkehrungen und Vorgehensweisen erfordert die Prozessüberwachung bzw. das Prozesscontrolling. Auf diesen Themenkreis wird speziell in Abschn. 14.5 eingegangen.

Bei der Prozessdurchführung auftretende Probleme können einen unterschiedlichen Schweregrad und unterschiedliche Auswirkungen haben. Mittels eines zügigen Problemmanagements sollte das operative Prozessmanagement Abhilfe schaffen. Liegt z. B. eine ungeeignete Abgrenzung zwischen Tätigkeiten zweier aufeinander folgender Prozesse vor, so kann die Abgrenzung unter Beteiligung betroffener Mitarbeiter korrigiert und dokumentiert werden, ohne dass eine erneute Planung, Ist-Analyse usw. durchgeführt wird. Liegt dagegen ein Defizit mit größeren Auswirkungen vor, so kann zwecks Behebung des Defizits ein erneutes Durchlaufen sämtlicher Phasen des Vorgehensmodells erforderlich sein. Kleinere und größere Eingriffe mit dem Ziel der Defizitbehebung und der Prozessverbesserung stellen permanente Aufgaben dar, die im Rahmen eines kontinuierlichen Prozessmanagements wahrzunehmen sind und zu einer ständigen **Weiterentwicklung des Prozesses** führen.

14.4 Modellierung von Geschäftsprozessen

Abschn. 14.4 behandelt die Modellierung von Geschäftsprozessen, d. h. die Abbildung von Arbeitsabläufen in modellhafte Prozessdarstellungen mittels einer Modellierungsmethode. Resultierende Geschäftsprozessmodelle sollen die Eigenschaften von Prozessen wiedergeben, die aus Managementsicht von Bedeutung sind. Dies gilt gleichermaßen für Modelle von Ist-Prozessen und Modelle von Soll-Prozessen. Während Erstere vor allem die Prozessanalyse unterstützen sollen, liegt im zweiten Fall der Fokus auf der Prozessgestaltung. Für das Geschäftsprozessmanagement sind Prozessmodelle unverzichtbar, da sich z. B. die Prozessgestaltung nicht in Form von Realexperimenten mit konkurrierenden Prozessvarianten durchführen lässt. Mit Hilfe von Prozessmodellen lassen sich allerdings Varianten „durchspielen“ oder gar simulieren – sofern eine geeignete Modellierungssprache verwendet wird. Für die Prozessmodellierung steht eine Vielzahl von Modellierungsmethoden zur Verfügung, aber auch eine Vielzahl von Softwarewerkzeugen zur Unterstützung der Modellierung und weiterer Tätigkeiten des Geschäftsprozessmanagements.

Der vorliegende Abschn. 14.4 befasst sich mit unterschiedlichen Aspekten der Modellierung von Geschäftsprozessen. Zunächst werden einige konzeptionelle Grundlagen der Modellbildung und Prozessmodellierung vorgestellt (vgl. Abschn. 14.4.1). Es folgt eine Darstellung einer Auswahl von Modellierungsmethoden, wobei auf die Methode GGPM (Ganzheitliche Geschäftsprozess-Modellierung) exemplarisch detaillierter eingegangen wird (vgl. Abschn. 14.4.2). Den Abschluss bildet eine Betrachtung von Werkzeugen des Geschäftsprozess-Managements (vgl. Abschn. 14.4.3).

14.4.1 Konzeptionelle Grundlagen

In den Wirtschaftswissenschaften dienen Modelle der Analyse und Gestaltung realer Systeme im Sinne gegebener Zielsetzungen. Modelle stellen künstliche Systeme dar, die auf der Abbildung eines Original- oder Objektsystems in ein Modellsystem beruhen. Abb. 14.29 veranschaulicht diesen grundlegenden Zusammenhang (vgl. hierzu auch Gal und Gehring 1981, S. 11 ff.).

Ein Modell soll die Struktur und das Verhalten des abgebildeten Objektsystems möglichst originalgetreu widerspiegeln. Im Sinne der Systemtheorie besteht ein System – also auch ein Objekt- und ein Modellsystem – aus einer Menge von (System-)Elementen mit gewissen Eigenschaften sowie einer Menge von Beziehungen zwischen den Elementen. Der Forderung nach originalgetreuer Abbildung eines Objektsystems in ein Modell wird

Abb. 14.29 Modell als Abbildung eines Objekts



hinreichend Rechnung getragen, wenn die – in Bezug auf das Untersuchungsziel – wesentlichen Elemente, Elementeigenschaften und Elementbeziehungen Gegenstand der Abbildung sind.

Für das Prozessmanagement ist die Modellbildung von zentraler Bedeutung: Reale Geschäftsprozesse können in **Geschäftsprozessmodelle** abgebildet werden und mit deren Hilfe lassen sich z. B. Schwachstellen aufdecken und Hinweise für Prozessverbesserungen ableiten. Elemente von Geschäftsprozessmodellen sind z. B. durchzuführende Tätigkeiten, menschliche Akteure, bearbeitete Geschäftsvorfälle und Elementbeziehungen sind z. B. Reihenfolgebeziehungen zwischen Tätigkeiten und Zuordnungsbeziehungen von Akteuren zu Tätigkeiten. Die im Rahmen der Abbildung eines Objektsystems in ein Modell, man spricht hier auch von Modellierung, verwendbaren

- Arten von Modellelementen sowie
- Arten von Beziehungen zwischen Modellelementen

werden in einem so genannten **Begriffssystem** vereinbart und zusammengefasst. Begriffs- systeme für die Prozessmodellierung verwenden zur Darstellung von Elementen und Beziehungen häufig beschriftete grafische Symbole, weshalb sie auch als **grafisch-sprachliche Notation** oder **grafische Modellierungssprache** bezeichnet werden.

Je nach berücksichtigten Analyse- und Gestaltungsdimensionen setzen sich Geschäfts- prozessmodelle aus einer mehr oder minder großen Anzahl von Symbolarten zusammen, die je dimensionsbezogene Sachverhalte ausdrücken. Hinzu kommen die unterschiedlichen Arten von Beziehungen zwischen Sachverhalten, die grafisch durch unterschiedliche Arten von Pfeilen, Linien usw. ausgedrückt werden, sowie weitere Symbole. Insgesamt können Geschäftsprozessmodelle daher äußerst komplexe und schwer überschaubare Gebilde darstellen. Zum Zweck der Komplexitätsbeherrschung nutzt man zwei grundlegende Konzepte:

- das Verfeinerungsprinzip und
- die Sichtenbildung.

Das **Verfeinerungsprinzip** sieht eine ebenenweise Darstellung komplexer Sachverhalte vor, wobei der Detaillierungsgrad auf der höchsten Ebene am geringsten ist und mit der Tiefe der Ebenen zunimmt. Übertragen auf das Prozessmanagement bedeutet dies, dass auf der höchsten Ebene eine grobe Prozesslandschaft dargestellt wird. Die hier ausgewiesenen Prozesse werden sukzessive – über mehrere Ebenen hinweg – in immer feinere **Subprozesse** zerlegt. Nur die (Sub-)Prozesse der tiefsten Ebene werden schließlich im Detail, unter Verwendung des gesamten Begriffssystems „ausmodelliert“, d. h. in Form von **Geschäftsprozessdiagrammen** dargestellt. Mit Ausnahme des letzten Schrittes, also der Erstellung von Geschäftsprozessdiagrammen, wurde dieses Vorgehen bereits beispielhaft in Abschn. 14.2.2.2 demonstriert. Abb. 14.10 zeigt eine Prozesslandschaft (höchste Ebene), Abb. 14.12 die exemplarische Verfeinerung eines Prozesses (zweite Ebene) und

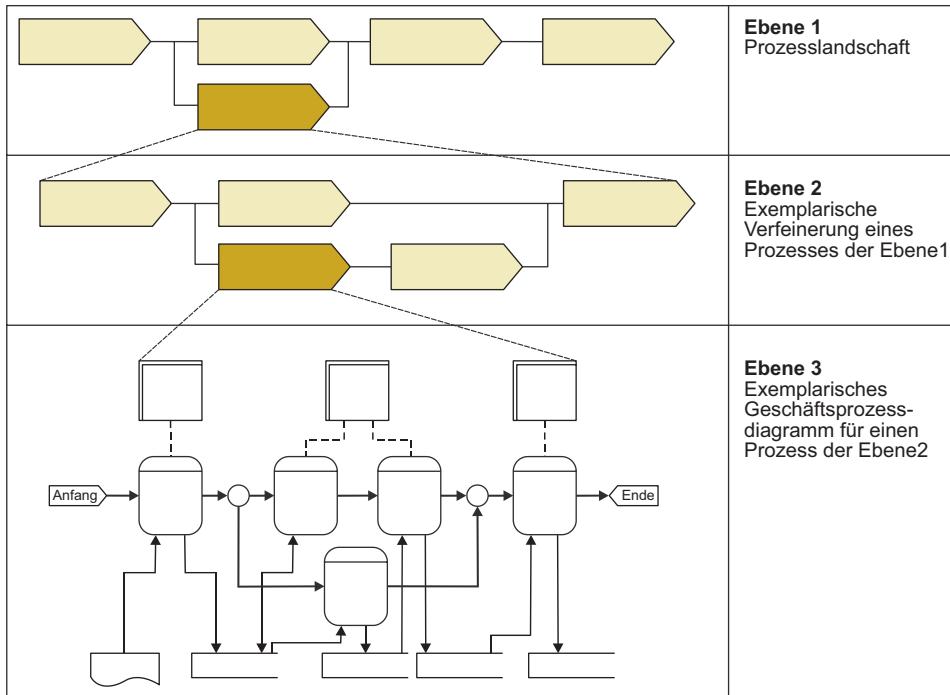


Abb. 14.30 Verfeinerungsprinzip bei der Prozessmodellierung

Abb. 14.13 eine weitere Verfeinerung (dritte Ebene). Auf der nicht dargestellten vierten Ebene befinden sich schließlich die Geschäftsprozessdiagramme für die Prozesse der dritten Ebene. Die Anzahl der **Verfeinerungsstufen** hängt von der Komplexität der Prozesswelt ab und kann zudem für verschiedene Bereiche der Prozesswelt variieren. Das gesamte Vorgehen wird in Abb. 14.30 in schematischer Form veranschaulicht.

Mit der **Sichtenbildung** begegnet man der Modellkomplexität, die durch den Beziehungsreichtum verursacht wird. In das Geschäftsprozessmodell werden lediglich die Beziehungen einbezogen, die das Zusammenspiel von Akteuren, Tätigkeiten und unterstützenden Technologien ausdrücken – die also für die klare und vollständige Darstellung eines Arbeitsablaufs notwendig sind. Ausgeklammert und stattdessen in separaten **Sichtenmodellen** dargestellt werden dagegen die sichtspezifischen Beziehungen, also die zwischen Symbolen einer Sicht bestehenden Beziehungen. Berücksichtigt man nun, dass Sichten teils gleichbedeutend mit Gestaltungsdimensionen sind, so umfassen Sichtenkonzepte bei der Prozessmodellierung z. B. Organisations-, Funktions-, Daten- und Leistungssicht. Teils werden auch andere Aspekte wie z. B. Steuerung oder Lenkung von Prozessen als Sichten eingeführt. Eine Übersicht ausgewählter Sichtenkonzepte, wie sie in der Literatur als Bestandteil von Ansätzen der Prozessmodellierung vorgeschlagen werden, zeigt Abb. 14.31.

Sichtenkonzepte in Ansätzen der Geschäftsprozessmodellierung					
BECKER u.a. (2007)	FERSTL/SINZ (1995)	GADATSCH (2010)	ÖSTERLE (1995)	SCHEER (1998a, 1998b)	WESKE (2007)
Organisation Geschäfts- objekt Prozess Ressource	Leitungssicht Lenkungs- sicht Ablaufsicht	Prozesssicht Organisa- tionssicht Aktivitätssicht Applika- tionssicht Infor- mationssicht	Organisation Funktionen Daten (Personal) ...	Organisa- tionssicht Funktionssicht Datensicht Steuerungssicht Leistungssicht	Function Modeling Information Modeling Organization Modeling (Landscape Modeling)

Abb. 14.31 Ausgewählte Sichtenkonzepte

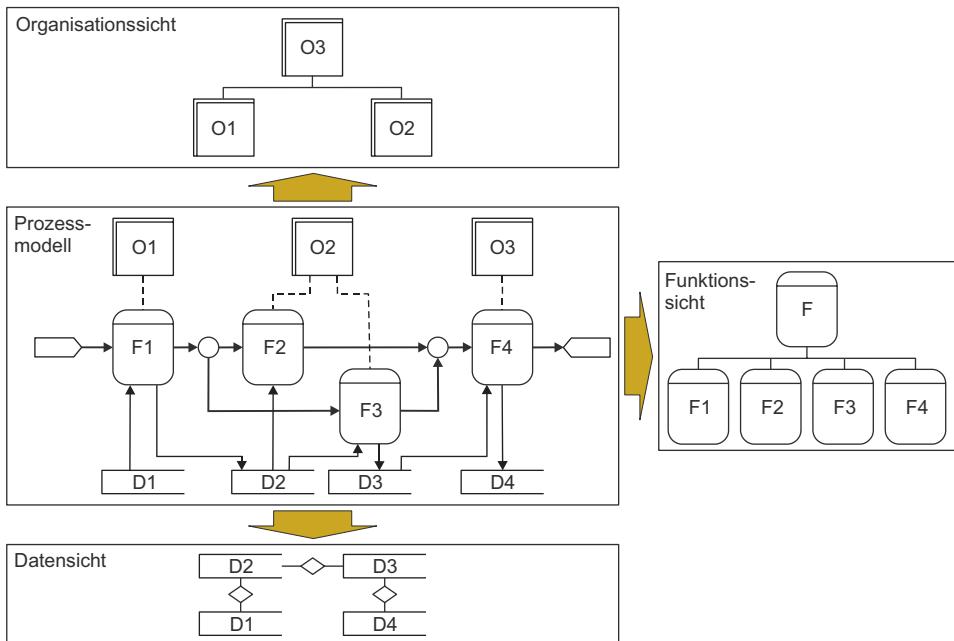


Abb. 14.32 Sichtenbildung bei der Prozessmodellierung

Als wesentliche Sichten können demnach gelten: Organisation, Funktion/Prozess, Information/Daten/IT, Leistung. Sie korrespondieren etwa mit den in Abschn. 14.1.1 eingeführten Analyse- und Gestaltungsdimensionen. Ein schematisches Beispiel für die Bildung von Sichten ist in Abb. 14.32 dargestellt.

Im Zentrum der Abb. 14.32 steht ein Geschäftsprozessmodell, das die Ausführung eines Arbeitsablaufs unter Einbeziehung von Akteuren/Organisationseinheiten und Daten/IT-Systemen beschreibt. Insbesondere wird ausgedrückt, welche Funktionen von welchen

Organisationseinheiten unter Nutzung welcher Speicher ausgeführt werden. Das Prozessmodell gibt jedoch nicht wieder, welche Beziehungen zwischen den Organisationseinheiten, zwischen den Funktionen und zwischen den Datenspeichern bestehen. Diese Beziehungsstrukturen werden in separaten Sichtenmodellen spezifiziert:

- Das Sichtenmodell der **Organisationsicht** stellt ein Organigramm dar. Es drückt aus, dass die Organisationseinheiten O1 und O2 der Organisationseinheit O3 unmittelbar unterstellt sind.
- Das Sichtenmodell der **Funktionssicht** stellt einen Funktionsbaum dar. Es drückt aus, dass die Funktionen F1 bis F4 gleichrangige Funktionen sind, aus denen sich die übergeordnete Funktion F zusammensetzt.
- Das Sichtenmodell der **Datensicht** stellt ein Datenmodell dar. Es drückt aus, dass so genannte Assoziationen/Assoziationsbeziehungen – die hier allerdings nicht weiter spezifiziert sind – zwischen Datenobjekten in D1 und D2, D2 und D3 sowie D3 und D4 bestehen.

Mit dem in Abschn. 14.3.1 vorgestellten Vorgehensmodell sowie den Konzepten des Begriffssystems und der Sichtenbildung wurden bereits wesentliche Bestandteile und konzeptionelle Elemente eines Ansatzes der Geschäftsprozessmodellierung vorgestellt. Weitere wesentliche Bestandteile eines Modellierungsansatzes sind: eine Modellierungsmethode sowie ein Werkzeug zur Unterstützung der Modellierung. Eine Modellierungsmethode setzt auf einem Begriffssystem auf und umfasst zudem Regeln für die Vorgehensweise bei der Modellierung, z. B. bezüglich der Umsetzung und Darstellung von Prozessverfeinerungen. Insgesamt können somit etwa folgende wesentliche Komponenten eines Ansatzes der Geschäftsprozessmodellierung abgegrenzt werden: Vorgehensmodell, Sichtenkonzept, Modellierungsmethode und unterstützendes Werkzeug (vgl. Abb. 14.33).

Auf die bislang noch nicht betrachteten Komponenten „Modellierungsmethode“ und „Modellierungswerkzeug“ gehen die beiden Abschn. 14.4.2 und 14.4.3 ein.

14.4.2 Methoden der Prozessmodellierung

Zur Modellierung von Geschäftsprozessen existiert inzwischen eine Vielzahl von Methoden. Es liegt daher nahe, die Methoden zu klassifizieren und die Klassen zu charakterisieren. Für einige ausgewählte und in der Praxis verbreitete Methoden ist zudem eine nähere



Abb. 14.33 Komponenten eines Ansatzes der Geschäftsprozessmodellierung

Beschreibung einschließlich der Demonstration der Methodenanwendung anhand eines einfachen Geschäftsprozessbeispiels von Interesse. Um auch Details der Methodenanwendung aufzeigen zu können, bietet sich schließlich eine mehr in die Tiefe gehende Darstellung einer konkreten Modellierungsmethode an. In den folgenden Kapiteln werden daher drei Themenkreise behandelt:

- Klassifizierung der Methoden der Prozessmodellierung (vgl. Abschn. 14.4.2.1),
- Charakterisierung ausgewählter Modellierungsmethoden (vgl. Abschn. 14.4.2.2) und
- Vorstellung der Modellierungsmethode GGPM (Ganzheitliches Geschäftsprozess-Management; vgl. Abschn. 14.4.2.3).

14.4.2.1 Klassifizierung der Methoden der Prozessmodellierung

Nach dem Formalisierungsgrad lassen sich die **Methoden der Prozessmodellierung** unterscheiden in:

- formale Methoden,
- semiformale Methoden und
- nicht-formale Methoden.

Formale und nicht-formale Methoden bilden die einander entgegen gesetzten Endpunkte des Formalisierungsspektrums. Während sich formale Methoden zum Beispiel der mathematischen Formelsprache zur Beschreibung von Geschäftsprozessen bedienen, verwenden nicht-formale Methoden die verbal-sprachliche Beschreibungsform – also zum Beispiel natürliche Sprachen. Beide Sprachklassen sind dem Modellierungszweck nicht ganz angemessen. Mit formalen Methoden lässt sich die Fülle der zu modellierenden betrieblichen Sachverhalte nicht in unmittelbar nachvollziehbarer und transparenter Form abbilden. Nicht-formale Methoden wiederum eignen sich kaum zur Abbildung und Präsentation komplexer Strukturen. Einem Mittelweg entsprechen die semiformalen Sprachen, die sich weiter unterteilen lassen in Diagramm- und Skriptsprachen. Diagrammsprachen verwenden grafisch-sprachliche Beschreibungsformen und erleichtern damit sowohl die Repräsentation verschiedenartiger Sachverhalte als auch deren transparente Strukturierung. Skriptsprachen verwenden dagegen eine an Programmiersprachen angelehnte, pseudocodeähnliche Notation.

Einsatzschwerpunkt der in der Praxis weit verbreiteten **Diagrammsprachen** ist die Modellierung und Dokumentation von Ist- und Soll-Prozessen. Diagrammsprachen erfüllen praktische Anforderungen an Anschaulichkeit und Selbsterklärungsfähigkeit in besonderem Maße. Sie repräsentieren Prozesse meist mit gerichteten Graphen, wobei in der Regel die Knoten Objekte wie Organisationseinheiten, Prozessschritte und Datenobjekte und die Kanten Datenflüsse, Reihenfolgebeziehungen und Zuordnungsbeziehungen darstellen. Die Notationsform von **Skriptsprachen** gestattet die Erstellung von sehr präzisen Modellspezifikationen. Allerdings ist die Anschaulichkeit von Prozessskripts sehr gering. Bei den Skriptsprachen liegt der Anwendungsschwerpunkt eher im Bereich der Implementierung und Automatisierung von Prozessen.

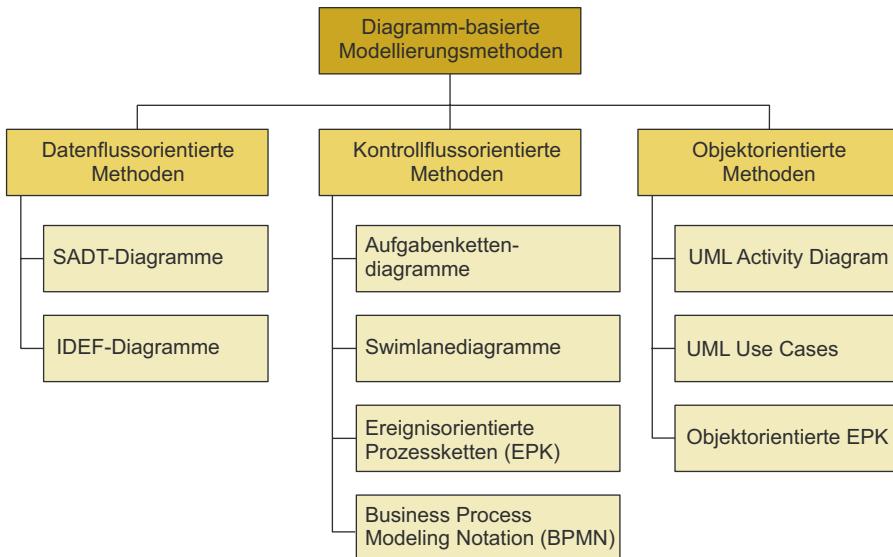


Abb. 14.34 Klassifizierung Diagramm-basierter Modellierungsmethoden mit ausgewählten Methodenbeispielen (in Anlehnung an Gadatsch 2010, S. 71)

Im Folgenden stehen die Diagrammsprachen im Vordergrund. Eine Klassifizierung der Diagrammsprachen, die sich an Gadatsch (2010, S. 71) orientiert, zeigt Abb. 14.34. Für jede Klasse sind einige ausgewählte Beispiele für in der Praxis verbreitete Diagrammsprachen bzw. Diagramm-basierte Modellierungsmethoden angegeben.

Von den aus dem Bereich der Softwareentwicklung stammenden Methoden **SADT** (Structured Analysis and Design Technique) und **IDEF** (Integrated DEFinition Methods) hat SADT die größere Verbreitung gefunden. Allerdings stehen bei dieser Methodenklasse Datenflüsse zwischen Aktivitäten und Speichern im Vordergrund und nicht etwa die Abfolge von Aktivitäten (Kontrollfluss) von Prozessen. Die Bedeutung der datenflussorientierten Methoden für die Geschäftsprozessmodellierung ist daher gering. Ein anderes Bild ergibt sich für die kontrollflussorientierten Methoden, deren Ziel in der Abbildung von Arbeitsabläufen unter Einbeziehung von Akteuren und Ressourcen besteht. Größere Verbreitung zeigen bei dieser Klasse die Methoden Swimlane, EPK und BPMN. Einen Bedeutungszuwachs erfahren einige Vertreter der Klasse der objektorientierten Modellierungsmethoden. Zu nennen sind hier vor allem Activity Diagram und Use Cases der Unified Modeling Language (**UML**).

14.4.2.2 Ausgewählte Methoden der Prozessmodellierung

Stark geprägt wird eine Modellierungsmethode durch ihr **Begriffssystem**. Bekanntlich besteht der Zweck eines Begriffssystems in der Abgrenzung und Kategorisierung von modellierungsrelevanten Sachverhalten und deren Benennung durch Begriffe. Welche Sachverhalte als modellierungsrelevant gelten, kommt auch im verwendeten Sichtenkon-

zept zum Ausdruck. Analog den Sichten variieren auch die mit Diagrammsprachen **abgebildeten Sachverhalte** und deren Belegung mit Begriffen. In der Regel werden jedoch mindestens folgende Sachverhalte erfasst (vgl. auch Kurbel et al. 1997, S. 69):

- **Prozessschritte**, auch bezeichnet als Vorgänge, Funktionen, Aufgaben und Arbeitsschritte, d. h. die zur Erstellung von Prozessleistungen durchzuführenden Tätigkeiten.
- Objekte, auch bezeichnet als **Geschäftsvorfälle**, d. h. die in einer Abfolge von Prozessschritten bearbeiteten Aufträge, Angebote, Reklamationen, Anfragen, Anträge usw. Objekte stellen Informationen in Darstellungsformen wie E-Mail, Fax, Beleg und Dokument dar und ihre Weiterleitung wird als Objektfluss, Informationsfluss, Datenfluss oder Dokumentenfluss bezeichnet.
- Abhängigkeiten zwischen den Prozessschritten, die zeitlich, logisch und technologisch bedingt sind und die Ablaufstruktur eines Geschäftsprozesses definieren. Statt Ablaufstruktur werden meist die auf den Aspekt der Prozesssteuerung hinweisenden Begriffe Steuerfluss oder **Kontrollfluss** verwendet.
- Aufgabenträger, d. h. die zur Ausführung von Prozessschritten vorgesehenen Prozessmitarbeiter oder Anwendungsprogramme. Die für menschliche Aufgabenträger auch alternativ verwendeten Begriffe Abteilung, Organisationseinheiten und Funktionsträger liegen teils auf unterschiedlichen Beschreibungsebenen.

Weitere prozessbezogene Sachverhalte wie etwa Prozessziele und Prozessleistungen sind eher selten Gegenstand der grafisch-sprachlichen Modellierung.

Anhand eines einfachen Beispiels werden nun Begriffssystem/Notation und Anwendung der oben genannten und in der Praxis stärker verbreiteten Modellierungsmethoden demonstriert. Die Ausführungen erstrecken sich auf die Methoden:

- Structured Systems Analysis and Design Technique – SADT (vgl. Abschn. 14.4.2.2.1),
- Swimlane-Diagramm (vgl. Abschn. 14.4.2.2.2),
- Ereignisgesteuerte Prozessketten – EPK (vgl. Abschn. 14.4.2.2.3),
- Business Process Modeling Notation – BPMN (vgl. Abschn. 14.4.2.2.4) und
- Unified Modeling Language – UML (vgl. Abschn. 14.4.2.2.5).

14.4.2.2.1 Structured Systems Analysis and Design Technique (SADT)

SADT stellt eine auf De Marco zurückgehende Softwareentwicklungsmethode dar, die auf dem Paradigma der „**Strukturierten Analyse**“ beruht. Sie ist grundsätzlich geeignet, Arbeitsabläufe zu spezifizieren, allerdings in Form von Datenflussdiagrammen. Dies ist insofern von Nachteil, als bei Geschäftsprozessen der Kontrollfluss und weniger der Datenfluss im Vordergrund steht. Eine auf SADT aufbauende Methode aus dem Bereich der strukturierten Analyse ist die von Gane und Sarson (1979a, b) entwickelte Methode Structured Systems Analysis (SSA). Diese in der Softwareentwicklung verbreitete Methode ist hinsichtlich der Prozessgestaltung wie SADT einzustufen.

Symbol	Begriff	Erläuterung
Schnittstellenname	Schnittstelle zur Umwelt (Quelle oder Senke von Daten)	Umweltschnittstellen stellen Ausgangspunkte oder Endpunkte von Datenflüssen dar. Schnittstellenname: Identifizierende Bezeichnung der Schnittstelle.
Funktionsname	Funktion bzw. Prozess	Eine Funktion transformiert einen eingehenden Datenfluss in einen ausgehenden Datenfluss. Funktionsname: identifizierende Bezeichnung der Funktion.
Datenflussname	Datenfluss	Datenfluss von einer Quelle zu einem Prozess oder von einem Prozess zu einem Prozess oder einer Senke. Datenflussname: identifizierende Bezeichnung des Datenflusses. Pfeil hin zu Datenspeicher: Schreibzugriff. Pfeil weg von Datenspeicher: Lesezugriff. Doppelpfeil: Schreib-/Lesezugriff.
Speichername	Datenspeicher	Speichern von Informationen oder Daten. Speichername: identifizierende Bezeichnung des Speichers.

Abb. 14.35 Notation der Methode SADT

Ein **Datenflussdiagramm** besteht in der SADT-Notation aus vier Symbolen (vgl. Abb. 14.35): Schnittstelle zur Umwelt (Rechteck), Funktion (Kreis), Datenfluss (Pfeil) und Speicher von Daten/Informationen (zwei parallele Linien). Dargestellt werden lediglich Datenflüsse zwischen Schnittstellen, Funktionen und Kreisen. Datenflüsse gehen von Schnittstellen zur Umwelt aus oder münden in Schnittstellen – diese stellen folglich Quellen und Senken von Daten dar. Zudem sind Funktionen und Speicher in Datenflüsse einzbezogen. Nicht dargestellt werden Kontrollflüsse, also Abfolgen von Funktionen. Dies erklärt die begrenzte Eignung von SADT und verwandter Methoden für Zwecke der Prozessmodellierung.

Ein Beispiel für ein einfaches Datenflussdiagramm in SADT-Notation zeigt Abb. 14.36. Ein Kunde (Datenquelle) gibt eine Bestellung auf, die im Speicher „Bestellungen“ abgelegt wird. Die Bestellung wird, unter Zugriff auf Kunden- und Artikelstamm sowie auf den Artikelbestand, geprüft (Funktion 1). Ein Fehlbedarf wird im Speicher „Fehlbedarfe“ abgelegt. Unter Zugriff auf diesen Speicher wird der Fehlbedarf bei dem/den Lieferanten geordert (Funktion 2); eingehende Lieferungen werden im Speicher „Artikelbestand“ eingepflegt. Unter Zugriff auf Bestell-, Bestandsdaten usw. wird nun die Sendung kommissioniert und die Sendungsdaten werden im Speicher „Sendungen“ abgelegt (Funktion 3). Es folgt, auf Basis der Sendungsdaten, die Erstellung der Rechnung und der Begleitpapiere (Funktionen 4 und 5). Rechnung und Begleitpapiere gehen an den Kunden. Man beachte:

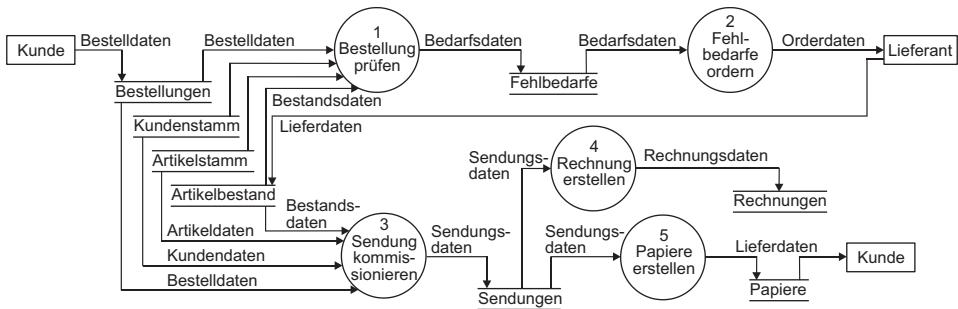


Abb. 14.36 Beispiel für ein Datenflussdiagramm in SADT-Notation

Datenflüsse mit gleichem Bezeichner sind inhaltlich identisch. Die Abfolge der Ausführung der Funktionen wird nicht dargestellt.

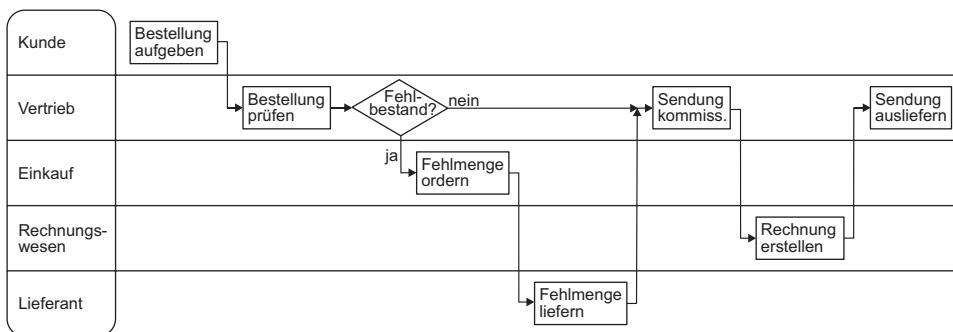
14.4.2.2.2 Swimlane-Diagramm

Das von Binner Anfang der 1990er-Jahre entwickelte und mit der Bezeichnung „Organisationsprozessdarstellung (OPD)“ belegte Ablaufdiagramm wird heute eher als **Swimlane(Diagramm)** bezeichnet (vgl. Binner 2000). Swimlanes repräsentieren die Verantwortungsbereiche der einen Prozess ausführenden Akteure. Sie zeigen auf, wie die Abfolge der ausgeführten Aktivitäten zwischen den verantwortlichen Akteuren hin und her pendelt. Einen Auszug aus der Notation des Swimlane-Diagramms zeigt Abb. 14.37. Swimlane-Diagramme eignen sich zur Grobdarstellung von Prozessen, aber auch – bei Nutzung weiterer Notationselemente wie z. B. Kontrollfluss-Verzweigungen/-Vereinigungen und logische Operatoren – zur detaillierten Modellierung von Workflows. Die ursprüngliche Notation wurde verschiedentlich weiterentwickelt (vgl. z. B. Sharp und Mc Dermott 2002).

Die Abbildung des bereits oben betrachteten Bestellprozesses in ein Swimlane-Diagramm findet sich in Abb. 14.38. Recht deutlich sind die Abfolge der durchzuführenden Prozessschritte sowie die jeweils verantwortlichen Akteure zu erkennen. Auf die Einbeziehung von Informationsobjekten wurde verzichtet. Unabhängig davon stellt die Ausklammerung von unterstützenden IT-Systemen ein erhebliches Manko dar.

Zwischen dem Begriff der Funktion/des Prozesses, wie er in Datenflussdiagrammen und speziell dem SADT-Diagramm in Abb. 14.36 verwendet wird und dem in Swimlane-Diagrammen gegebenen Prozessverständnis besteht ein gewisser Unterschied. In der SADT-Welt dient eine Funktion bekanntlich der Transformation eines eingehenden Datenflusses in einen ausgehenden Datenfluss. Der Fokus liegt also auf der Informationstransformation bzw. Informationsverarbeitung – was eine rein physische Tätigkeit ohne Informationstransformation ausschließt. Eben dies ist in Swimlane-Diagrammen nicht der Fall; hier können auch rein physische Tätigkeiten abgebildet werden. Die Modellierung des Prozessschrittes „Fehlmenge liefern“ ist insofern in Abb. 14.38 unproblematisch, nicht aber im Fall eines Datenflussdiagramms, falls darunter eine rein physische Tätigkeit verstanden wird.

Symbol	Begriff	Erläuterung
	Prozessschritt	Ein Prozessschritt bildet eine durchzuführende Tätigkeit ab.
	Kontrollfluss	Der Kontrollfluss dient der Abbildung der Abfolge/Aufeinanderfolge von Tätigkeiten.
	Verzweigung	In Abhängigkeit von der unter „Text“ anzugebenden Verzweigungsbedingung verzweigt der Arbeitsablauf in einen von zwei alternativen Zweigen.
	Swimlane	Parallel dargestellte Bereiche der Zuständigkeiten von Akteuren (Aufgabenträger/Mitarbeiter, Abteilungen, Unternehmen) für Prozessschritte bzw. Teile eines Geschäftsprozesses.
	Dokument	Mit dem dargestellten Arbeitsablauf verknüpftes Informationsobjekt (Dokument, Datenbank).

Abb. 14.37 Notation des Swimlane-Diagramms (Auszug)**Abb. 14.38** Beispiel für ein Swimlane-Diagramm

14.4.2.2.3 Ereignisgesteuerte Prozessketten (EPK)

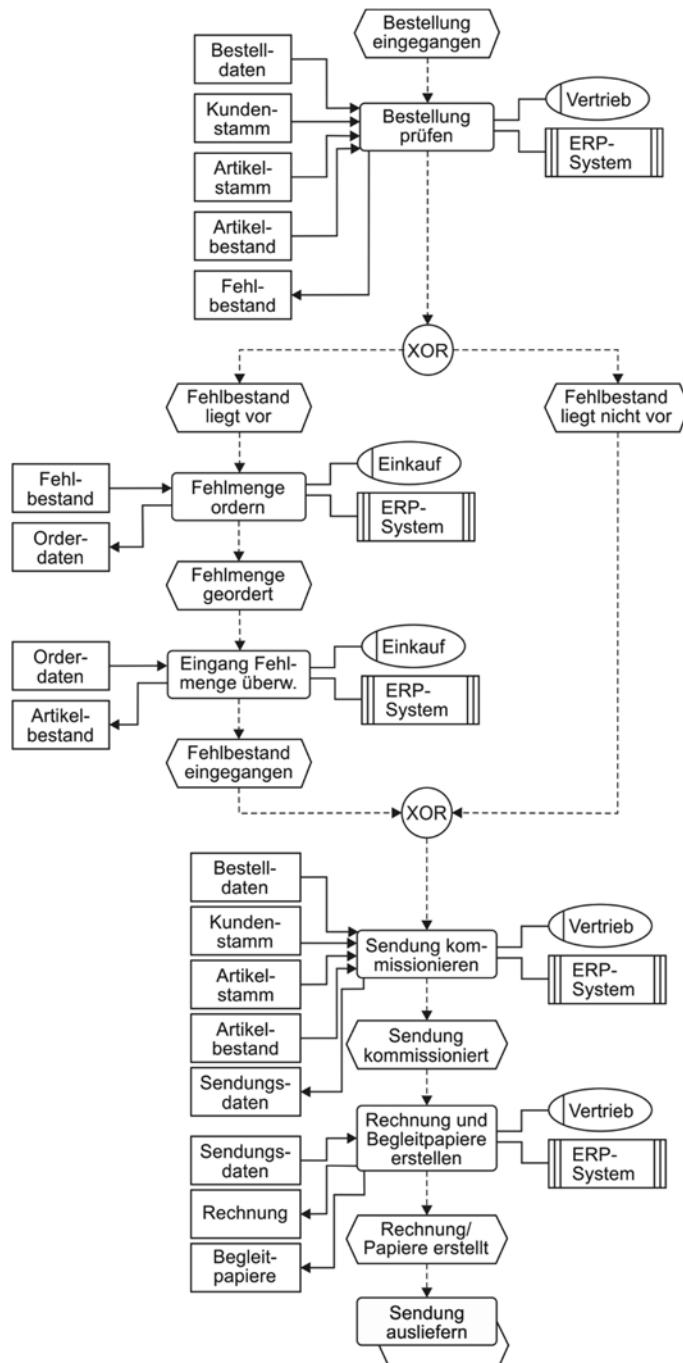
Anfang der 1990er-Jahre wurde die Methode der **ereignisgesteuerten Prozessketten (EPK)** von Keller, Nüttgens und Scheer entwickelt (vgl. Keller et al. 1992). Eine gewisse Orientierung an der Methode der Petri-Netze ist insofern gegeben, als die besondere Rolle von Ereignissen bei der Ablaufsteuerung von Prozessen wie sie von Petri (1962) konzipiert wurde, in abgewandelter Form bei EPK Berücksichtigung findet. In der Notation kommt dies durch die Verwendung eines separaten Symbols für Ereignisse zum Ausdruck. Die Notation der Methode EPK ist in Abb. 14.39 angegeben.

In der Praxis ist die Methode EPK stark verbreitet. Eine Weiterentwicklung stellt die Methode der **objektorientierten ereignisgesteuerten Prozesskette (oEPK)** dar (vgl. Scheer et al. 1997).

Symbol	Begriff	Erläuterung
	Ereignis	Ein Ereignis beschreibt einen eingetretenen Zustand, der die Ausführung einer Funktion oder eines Prozesses auslöst bzw. „triggert“.
	Funktion	Eine Funktion beschreibt die Transformation eines Inputzustands in einen Outputzustand.
 	Logischer Operator „exklusives Oder“ Logischer Operator „Oder“ Logischer Operator „Und“	Logische Operatoren in Verknüpfungspunkten beschreiben unterschiedliche Arten der Verknüpfung von Ereignissen und Funktionen.
	Organisatorische Einheit	Eine organisatorische Einheit ist ein Element in der Gliederungsstruktur eines Unternehmens.
	Informationsobjekt	Ein Informationsobjekt bildet einen Gegenstand der realen Welt ab.
	Anwendungssystem	Beschreibt ein zur Prozessunterstützung eingesetztes Anwendungssystem.
	Kontrollfluss	Der Kontrollfluss beschreibt den zeitlich-logischen Zusammenhang von Ereignissen und Funktionen.
	Datenfluss	Beschreibt den Fluss von Daten hin zu einer Funktion (Schreiben) oder weg von einer Funktion (Lesen).
	Zuordnung	Beschreibt die Zuordnung einer Ressource zu einer organisatorischen Einheit.
	Prozesswegweiser	Ein Prozesswegweiser verknüpft einen Prozess horizontal mit einem anderen Prozess.

Abb. 14.39 Notation der EPK

Die **Notation der EPK** gestattet die Einbeziehung der Gestaltungsdimensionen „Prozess“, „Organisation“ und „Technologie“ in die Modellierung. Neben Informationsobjekten und Datenflüssen können insbesondere auch Kontrollflüsse sowie Verzweigungen und Zusammenführungen von Kontrollflüssen unter Berücksichtigung von logischen Bedingungen abgebildet werden. Zudem erlauben **EPK-Diagramme** – etwa im Unterschied zu Swimlane-Diagrammen – eine sehr detaillierte und präzise Modellierung von Geschäftsprozessen, wie sie für eine hinreichend realitätsnahe Prozesssimulation erforderlich ist. Ermöglicht wird dies durch die Einbeziehung des Ereigniskonzepts und logischer Verknüpfungsoperatoren in den Modellierungsansatz. Die Darstellung des als Beispiel verwendeten Bestellprozesses in EPK-Notation ist in Abb. 14.40 zu sehen.

**Abb. 14.40** Beispiel für ein EPK-Diagramm

Bei dem Geschäftsprozess in Abb. 14.40 beginnt der Durchlauf eines Geschäftsvorfalls, hier eine Bestellung, mit dem Eintritt des Ereignisses „Bestellung eingegangen“. Das Ereignis löst die Ausführung der Funktion „Bestellung prüfen“ aus. Die Ausführung obliegt der Abteilung „Vertrieb“, die – unterstützt durch ein ERP-System – auf die Bestellung sowie Kundenstamm-, Artikelstamm- und Artikelbestandsdaten zugreift und die Ausführbarkeit der Bestellung prüft. Entweder liegt ein Fehlbestand vor, d. h. das Ereignis „Fehlbestand liegt vor“ tritt ein, oder es liegt kein Fehlbestand vor, d. h. das Ereignis „Fehlbestand liegt nicht vor“ tritt ein. Entsprechend verzweigt an dieser Stelle der Kontrollfluss in zwei Pfade. Als logischer Operator ist hierbei das exklusive Oder (ausschließendes Oder) zu verwenden, weil der gleichzeitige Eintritt der beiden genannten Ereignisse auszuschließen ist.

Im linken Pfad (Fehlbestand liegt vor) wird zunächst die Fehlmenge geordert: unterstützt durch das ERP-System greift die Abteilung „Einkauf“ auf den Fehlbestand, der zuvor anlässlich der Prüfung der Bestellung festgestellt und vermerkt wurde, zu und übermittelt eine erstellte Order bzw. Orderdaten an den Lieferanten. Es folgt die Überwachung des Eingangs der Fehlmenge. Ist dies der Fall, kann nun die Kommissionierung der Kundenbestellung erfolgen.

Im rechten Pfad (kein Fehlbestand) entfällt das Ordern der Fehlmenge und es kann sofort zur Kommissionierung der Kundenbestellung übergegangen werden. Aus diesem Grunde werden linker und rechter Pfad unmittelbar vor der Kommissionierung zu einem Kontrollfluss zusammengeführt. Als logischer Operator ist hierbei das exklusive Oder zu verwenden, da entweder das Ereignis „Fehlmenge eingegangen“ oder das Ereignis „Fehlbestand liegt nicht vor“ die Kommissionierung auslöst, aber nicht beide Ereignisse zugleich.

Nach der Kommissionierung der Sendung folgt das Erstellen der Rechnung sowie der Begleitpapiere für die Sendung. Danach endet der Prozess mit einem Prozesswegweiser. Er stellt die Eintrittsstelle in einen weiteren Prozess dar, der die Auslieferung der Sendung betrifft.

14.4.2.4 Business Process Modeling Notation (BPMN)

Die **Business Process Modeling Notation (BPMN)** wurde von White (2004) entwickelt und über die Business Process Management Initiative (BPMI) veröffentlicht. Seit 2005 wird BPMN durch die Objekt Management Group (OMG), einem Konsortium, das mit der Entwicklung herstellerunabhängiger Standards befasst ist, weiterentwickelt. Ziel von BPMN ist es einerseits, unternehmensinterne und unternehmensexterne Geschäftsprozesse in einer Notation abzubilden, die für alle Prozessbeteiligten – also Mitarbeiter der Fachabteilungen, Prozess-Analysten/Designer und Entwickler – verständlich ist. Andererseits soll mit den in der BPMN-Notation abgefassten grafischen Prozess-Diagrammen, den **Business Process Diagrams (BPD)**, eine Ausgangsbasis für die programmiersprachliche Prozess-Spezifikation derart geschaffen werden, dass eine automatische Prozessausführung möglich ist. Für die hierzu erforderliche weitergehende Prozess-Spezifikation steht die **Business Process Execution Language (BPEL)** zur Verfügung.

Die für die BPD-Erstellung verfügbare Notation ist auszugsweise in Abb. 14.41 dargestellt. Die Notation greift offensichtlich das Konzept der Swimlanes auf, die allerdings

Symbol	Begriff	Erläuterung
	Aktivität (Task)	Eine Aktivität (Activity) beschreibt einen Vorgang, der durch das Unternehmen ausgeführt wird.
	Aktivität (Sub-Process)	Sie kann einen atomaren Vorgang (Task) darstellen oder zusammengesetzt, d.h. ein Unterprozess (Sub-Process), sein.
 	Start-Ereignis (Start) Zwischenereignis (Intermediate) End-Ereignis (End)	Ereignisse (Events) sind Geschehnisse, die während eines Prozesses auftreten. Sie können Auslöser oder Ergebnisse von Aktivitäten sein. Neben den drei Grundformen von Ereignissen (Start, Intermediate, End) sind weitere spezielle Ereignistypen verfügbar.
	Entscheidung (Gateway)	Entscheidungen (Gateways) sind Stellen im Prozess, in denen der weitere Ablauf des Prozesses vorgegeben wird. Sie gestatten die Modellierung von Verzweigungen und Zusammenführungen von Kontrollflüssen, wobei je die Gateway-Typen XOR, OR, AND sowie Event-based verfügbar sind.
	Kontrollfluss (Sequence Flow)	Der Kontrollfluss (Sequence Flow) beschreibt die Reihenfolge der Ablaufelemente (Aktivität, Ereignis, Entscheidung) eines Prozesses.
	Nachrichtenfluss (Message Flow)	Der Nachrichtenfluss (Message Flow) repräsentiert den Austausch von Nachrichten zwischen Objekten (Aktivitäten, Ereignissen, Entscheidungen).
	Verbindung (Association)	Mittels Verbindungen (Associations) werden Objekte (Daten, Texte usw.) mit dem Kontrollfluss gekoppelt, z. B. Input oder Output mit einer Aktivität.
 Name	Datenobjekt (Data Object)	Ein Datenobjekt zeigt an, welche Informationen/Daten als Input oder Output mit einer Aktivität verbunden sind.
	Text Annotations	Text Annotations enthalten Zusatzinformationen für den Benutzer.
	Pool	Ein Pool repräsentiert einen Prozessteilnehmer, z. B. eine Organisationseinheit, eine Rolle oder ein System
	Lane	Eine Lane ist ein aus der Unterteilung eines Pools resultierender Bereich.

Abb. 14.41 Symbole der Business Process Modeling Notation (BPMN)

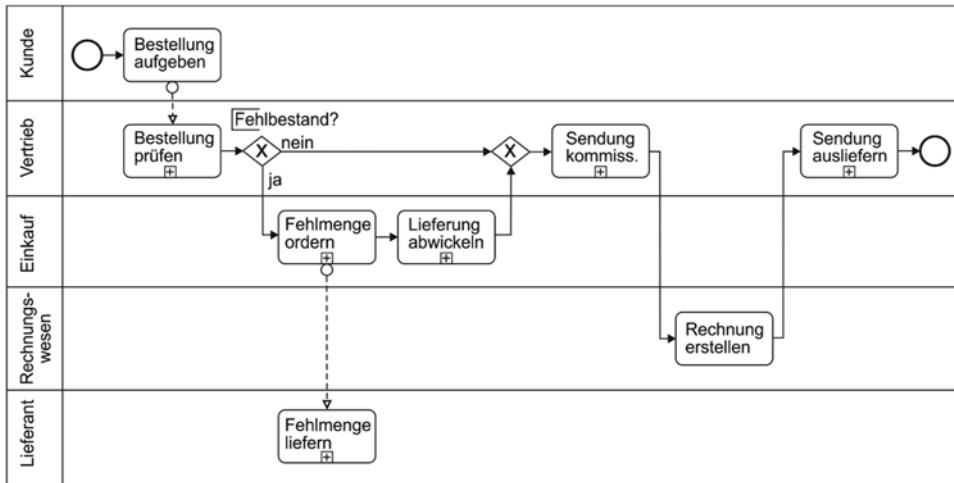


Abb. 14.42 Beispiel für ein BPMN-Diagramm

Unterteilungen von Pools ermöglichen. Eine Besonderheit ist die Verwendung eines expliziten Message-Konzepts, das die Modellierung des Austauschs von Nachrichten im Prozessablauf ermöglicht. Die übrigen Notationselemente (Ereignis, Funktion, Verzweigung) sind von anderen Modellierungssprachen bekannt. Allerdings werden teils (sehr) spezielle Ausprägungen von Notationselementen, insbesondere Ereignissen, verwendet.

Abb. 14.42 zeigt die Darstellung des beispielhaften Bestellprozesses in der Notation der Methode BPMN. Das **BPMN-Diagramm** weist eine starke Ähnlichkeit mit dem in Abb. 14.38 dargestellten Swimlane-Diagramm auf. Es genügt daher, auf Unterschiede und Spezifika hinzuweisen. Hinzu kommen hier das Anfangs- und das Endereignis, sowie die explizite Modellierung der Verzweigung und Zusammenführung des Kontrollflusses mit je einem Gateway vom Typ „exklusives Oder“. Spezifika sind die Modellierung eines Nachrichtenflusses zwischen Einkauf und Lieferant sowie die Kennzeichnung einiger komplexer Aktivitäten als Sub-Prozesse. Zwecks Vereinfachung blieb die Erstellung von Sendungspapieren unberücksichtigt. Ein weiteres Spezifikum ist die zu dem verzweigenden Gateway angebrachte „Text Annotation“, die über das Verzweigungskriterium informiert.

BPMN-Diagramme stellen den Kontrollfluss eines Geschäftsprozesses in transparenter Form dar. Zudem verdeutlichen sie den Wechsel der Akteure bei der Prozessausführung, wobei neben unternehmensinternen Akteuren/Abteilungen auch externe Akteure einzbezogen werden können. Letzteres ist bei dem oben gezeigten Prozess der Fall – es liegt also ein unternehmensübergreifender Prozess vor. Ein erhebliches Manko besteht allerdings in der fehlenden Einbeziehung der Technologiedimension in den Modellierungsansatz: Die IT-Unterstützung der Ausführung von Aktivitäten kann nicht abgebildet werden. In der Praxis werden daher auch Modifikationen der Methode vorgenommen, die eben dies zu kompensieren versuchen.

14.4.2.2.5 Unified Modeling Language (UML)

Die **Unified Modeling Language (UML)** unterstützt die Entwicklung, insbesondere jedoch die Analyse und den Entwurf, objektorientierter Anwendungssysteme. Charakteristisch für den objektorientierten Entwicklungsansatz ist die Zusammenfassung von Daten und sie verarbeitenden Funktionen in so genannten Objekten – und nicht etwa deren getrennte Definition. Als von der OMG standardisierte Modellierungssprache umfasst UML eine ganze Reihe von Diagrammtypen, die der Beschreibung der Struktur/Funktion (statische Sicht) und des Verhaltens/Ablaufs (dynamische Sicht) von objektorientierten Anwendungssystemen dienen. Für das Prozessmanagement von Bedeutung sind vor allem

- das Anwendungsfalldiagramm (Use Case Diagram) und insbesondere
- das Aktivitätsdiagramm (Activity Diagram).

Use-Case-Diagramme dienten ursprünglich lediglich der Beschreibung funktionaler Anforderungen an Softwaresysteme. Zwischenzeitlich werden sie auch für die Analyse von Geschäftsprozessen verwendet (vgl. Umbach und Metz 2006, S. 424). Hier werden sie dazu verwendet, anhand von Geschäftsvorfällen die grundsätzlichen Beziehungen zwischen Nutzern und Anwendungssystemen aus einer statischen, fachlichen Sicht zu verdeutlichen. Vermittelt werden so Hinweise auf die mit einem Anwendungssystem unterstützten Nutzeraktivitäten bzw. Prozesse. Prozessabläufe werden jedoch nicht abgebildet.

Activity-Diagramme gestatten es dagegen, die mit einem Anwendungssystem ausgeführten Schritte der Verarbeitung von Geschäftsvorfällen grafisch-sprachlich abzubilden. Zwischen UML-Aktivitätsdiagrammen und kontrollflussorientierten Methoden bestehen starke Analogien. Dies lässt sich an der in Abb. 14.43 dargestellten Notation der UML-Aktivitätsdiagramme deutlich erkennen. Modellieren lässt sich allerdings nur die Aktivitätsabfolge, da Symbole für Organisationseinheiten und Ressourcen fehlen.

Ein für das betrachtete Beispiel erstelltes Aktivitätsdiagramm zeigt Abb. 14.44. Modelliert wird nur der Kontrollfluss. Weitere Gestaltungsdimensionen bleiben unberücksichtigt. Außerdem ist für Verzweigungen und Zusammenführungen des Kontrollflusses der Operator „Exklusives Oder“ nicht vorgesehen. Die Eignung von UML-Aktivitätsdiagrammen für die Modellierung von Geschäftsprozessen ist daher eingeschränkt.

14.4.2.3 Ganzheitliche Geschäftsprozessmodellierung (GGPM)

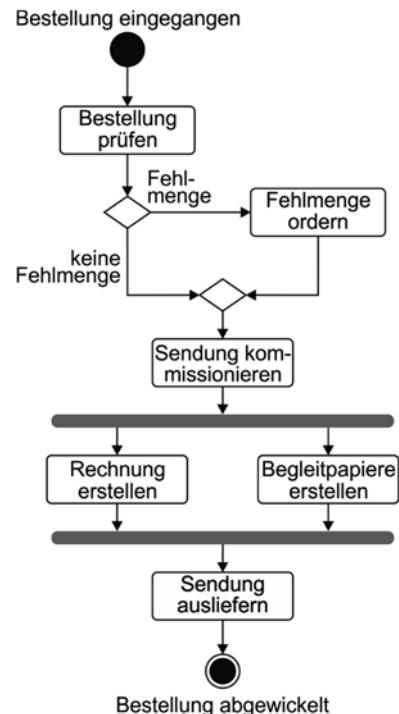
Im Folgenden wird eine Methode zur Modellierung von Geschäftsprozessen vorgestellt, die auf Arbeiten von Gehrung (1998) und Gadatsch (2010) beruht. Die Methode wurde so konzipiert, dass sie folgenden Anforderungen genügt:

- Modellierung von Geschäftsprozessen aus einer ganzheitlichen Sicht unter Einbeziehung der Gestaltungsdimensionen Prozess, Technologie und Organisation.
- Einbeziehung eines Verfeinerungskonzepts, das die Modellierung von Prozesswelten auf unterschiedlichen Detaillierungsebenen gestattet.

Symbol	Begriff	Erläuterung
●	Start	Start einer Aktivität; in einem Aktivitätsdiagramm ist nur ein Startpunkt erlaubt.
□	Aktivität	Aktivität in einem Anwendungsfall.
◇	Verzweigung/Zusammenführung (ggf. Oder)	Verzweigung oder Zusammenführung des Kontrollflusses, gegebenenfalls aufgrund einer Oder-Bedingung (logisches Oder).
↓ — ↓	Teilung/Paralle lisierung (Und)	Teilung bzw. Aufspaltung des Kontrollflusses (logisches Und).
↓ — ↓	Zusammenführung (Und)	Zusammenführung eines zuvor aufgespaltenen Kontrollflusses (logisches Und).
→	Kontrollfluss	Kontrollfluss mit Richtungsangabe.
○	Ende	Ende einer Aktivität; in einem Aktivitätsdiagramm sind mehrere Endpunkte erlaubt.

Abb. 14.43 Notation des UML-Aktivitätsdiagramms

Abb. 14.44 Beispiel für ein UML-Aktivitätsdiagramm



- Verwendung eines Steuerungskonzepts, das eine präzise Abbildung von Arbeitsabläufen mittels auslösenden Ereignissen und logischen Operatoren für Verzweigungen und Zusammenführungen des Kontrollflusses ermöglicht.
- Verwendung einer Notation, die für alle involvierten Akteure (Fachpersonal, Prozess-Designer, IT-Spezialisten, Prozessmanagement, Berater) verständlich und nutzbar ist und zudem eine kompakte und übersichtliche Darstellung von Geschäftsprozessen mittels einer möglichst geringen Anzahl von Symbolen/Begriffen erlaubt.

Die im Weiteren vorgenommene Beschreibung der **Ganzheitlichen Geschäftsprozessmodellierung (GGPM)** erstreckt sich auf die Einführung eines Begriffssystems (vgl. Abschn. 14.4.2.3.1), die Erstellung von Prozessmodellen (vgl. Abschn. 14.4.2.3.2) und die Erstellung sichtenspezifischer Modelle (vgl. Abschn. 14.4.2.3.3).

14.4.2.3.1 Begriffssystem der Methode GGPM

Das verwendete Begriffssystem ist in Abb. 14.45 dargestellt.

Als zentrales Konstrukt der Funktionssicht tritt das Prozesssymbol in zwei Formen auf, dem Geschäftsprozess (GP) und dem Geschäftsprozessschritt (GPS). Ein Geschäftsprozess repräsentiert einen vollständigen, logisch in sich abgeschlossenen Arbeitsablauf wie z. B. die Bearbeitung einer Reklamation. Ein Geschäftsprozessschritt ist dagegen ein Teil eines Arbeitsablaufes, für dessen Ausführung – mit oder ohne Computerunterstützung – eine organisatorische Einheit verantwortlich ist. Die Beschreibung beider Symbole umfasst eine Identifizierung (GP-ID., GPS-ID) und eine Bezeichnung (GP-Bezeichnung, GPS-Bezeichnung). Bei dem Geschäftsprozessschritt ist die Angabe eines unterstützenden Informationssystems (Applikation) und eines Systemmoduls (Modul) optional.

Zur Darstellung der Ablauffolge von Prozessschritten einschließlich Verzweigungen und Zusammenführungen von Tätigkeitsfolgen dient das Konstrukt „Kontrollfluss“. Es gestattet die Beschreibung der verschiedenen Wege, die ein zu bearbeitendes Geschäftsobjekt, wie z. B. eine Reklamation, bei seiner Bearbeitung im Rahmen des Geschäftsprozesses durchlaufen kann.

Um eine kompakte Darstellung von Geschäftsprozessen zu ermöglichen, wird auf ein eigenständiges Symbol für das **Ereignis** verzichtet. Die für die Formulierung der Ablauflogik unverzichtbaren Ereignisgrößen werden vielmehr den jeweiligen Kontrollflusspfeilen als Attribute (Ereignisbezeichnungen) zugeordnet. Ein Ereignis löst mit seinem Eintritt entweder einen Geschäftsprozessschritt aus, oder es zeigt die Beendigung eines Geschäftsprozessschrittes an. Ereignisse sind den Kontrollflusspfeilen so zuzuordnen, dass die Beschreibung des Arbeitsablaufs klar und eindeutig ist.

Logische Verknüpfungen von Ereignissen an Verzweigungen und Zusammenführungen des Kontrollflusses werden mit drei Operatoren dargestellt: UND-, ODER- und Exklusiv-ODER-Operator. Die Wirkung von Verknüpfungsoperatoren wird exemplarisch an den in Abb. 14.46 gezeigten Fällen erläutert:

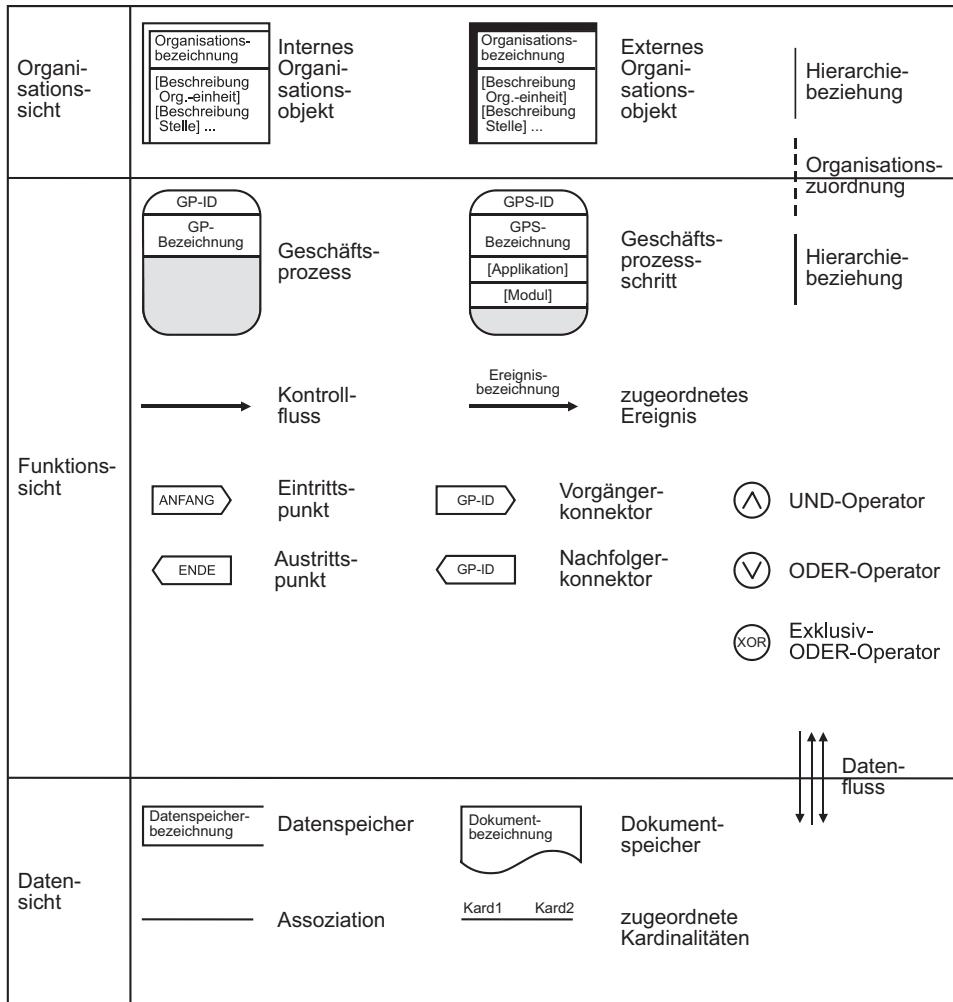


Abb. 14.45 Begriffssystem der Methode GGPM (vgl. Gehring 1998; Gadatsch 1999)

- Für die Verzweigung mittels **Exklusiv-ODER-Operator** (Fall a) gilt:
Nach Ausführung des Prozessschritts „Prüfen Kreditlimit“ tritt entweder das Ereignis „Kreditlimit eingehalten“ ein oder das Ereignis „Kreditlimit überschritten“; entsprechend verzweigt der Kontrollfluss entweder zu „Erstellen Angebot“ oder zu „Erteilen Absage“.
- Für die Vereinigung mittels **UND-Operator** (Fall b) gilt:
Nachdem das Ereignis „Ersatzteile geliefert“ eingetreten ist und das Ereignis „Techniker eingetroffen“ eingetreten ist, wird der Prozessschritt „Reparieren Anlage“ gestartet; es erfolgt also eine Vereinigung zweier Wege des Kontrollflusses.

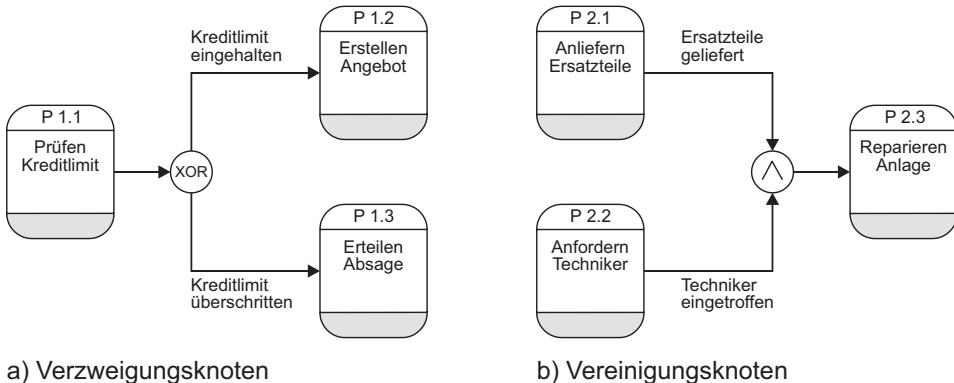


Abb. 14.46 Ereignisgesteuerte Verzweigung und Vereinigung des Kontrollflusses

Bei einer Vereinigung mittels Exklusiv-ODER-Operator löst entweder nur das eine Vorgänger-Ereignis oder nur das andere Vorgänger-Ereignis einen Prozessschritt aus, während bei einer Verzweigung mittels UND-Operator mit der Beendigung eines Prozessschritts der Eintritt beider direkt nachfolgenden Ereignisse bewirkt wird.

Im Fall des **ODER-Operators** können bei der Verzweigung eines der beiden Nachfolger-Ereignisse oder beide eintreten; umgekehrt lösen bei der Vereinigung eines der beiden Vorgänger-Ereignisse oder beide den direkt nachfolgenden Prozessschritt aus.

Zur Kennzeichnung des Anfangs eines Prozesses wird das Konstrukt des Eintrittspunkts verwendet und für das Ende das Konstrukt des Austrittspunkts. Diese beiden Konstrukte werden auch als so genannte Konnektoren benutzt, wenn Teile eines Geschäftsprozesses beispielsweise aus Platzgründen separat dargestellt werden.

Als zentrales Konstrukt der Organisationssicht tritt das Organisationsobjekt auch in zwei Formen auf, als Repräsentant einer internen oder externen Organisation. Es können also sowohl innerorganisatorische, als auch organisationsübergreifende Prozesse modelliert werden. Ein internes oder externes Organisationsobjekt repräsentiert eine ganze Organisation (z. B. Fahrzeughersteller) oder eine Organisationseinheit (z. B. Verkaufsabteilung) oder eine Stelle (z. B. Kundensachbearbeiter). Spezifiziert wird ein Organisationsobjekt durch die Bezeichnung der Organisation und, falls zutreffend, die Bezeichnung der Organisationseinheit sowie der Stelle. Die optionalen Bezeichnungen sind in eckige Klammern gesetzt. Mittels einer als punktierte Linie dargestellten Organisationszuordnung wird ein Organisationsobjekt einem Prozessschritt zugeordnet.

Auch die Datensicht weist zwei zentrale Konstrukte auf, den Datenspeicher und das (Papier)Dokument. Beide Datenobjekte repräsentieren Daten, die für die Ausführung eines Prozessschrittes als Input benötigt oder als Output erzeugt werden. Die Verbindung zwischen einem Prozessschritt und einem Datenobjekt wird mit einem weiteren Konstrukt hergestellt, dem Datenfluss. Je nach Fließrichtung der Daten handelt es sich hierbei um einen Pfeil mit einer oder zwei Spitzen.

Die übrigen Symbole des Begriffssystems (Hierarchiebeziehung, Assoziation und Kardinalitäten) werden im Zusammenhang mit der Erstellung sichtenspezifischer Modelle angesprochen.

14.4.2.3.2 Erstellung von Prozessmodellen

Zwecks Demonstration der Anwendung des Begriffssystems sei ein Geschäftsprozess betrachtet, der Teil eines Hauptgeschäftsprozesses in einem Kaltwalzwerk ist (vgl. hierzu Fieweger 1996). Abb. 14.47 zeigt eine schematische Grobdarstellung des Gesamtprozesses sowie seine beispielhafte **hierarchische Zerlegung** in immer feinere (Teil-)Prozesse.

Im Detail werden Prozessablauf und -inhalte erst deutlich, wenn man zu einer Prozessbeschreibung auf der Ebene von Prozessschritten übergeht. Eine entsprechende vereinfachte Darstellung für den Geschäftsprozess „Kaufmännische Auftragsbearbeitung“ enthält Abb. 14.48.

Angestoßen wird der Prozess „Kaufmännische Auftragsbearbeitung“ durch den Eintritt des Ereignisses „Kundenauftrag eingegangen“. Das Ereignis löst die Durchführung des Prozessschrittes „Auftragstyp ermitteln“ durch die Stelle „Auftragseingang“ in der Abteilung „Verkauf“ der Firma WALZ AG aus. Neben dem aktuell eingegangenen Dokument „Kundenauftrag“ dienen bereits in einem Datenspeicher vorliegende Kundenaufträge als Bearbeitungsgrundlage. Wie die mit einer XOR-Verzweigung modellierten zwei Ausgänge zeigen, führt die Ermittlung des Auftragstyps zu zwei alternativen Ereignissen: Es liegt ein Wiederhol- oder ein Erstauftrag vor. Je nachdem, welches Ereignis im konkreten Fall eintritt, gestaltet sich der weitere Prozessablauf unterschiedlich.

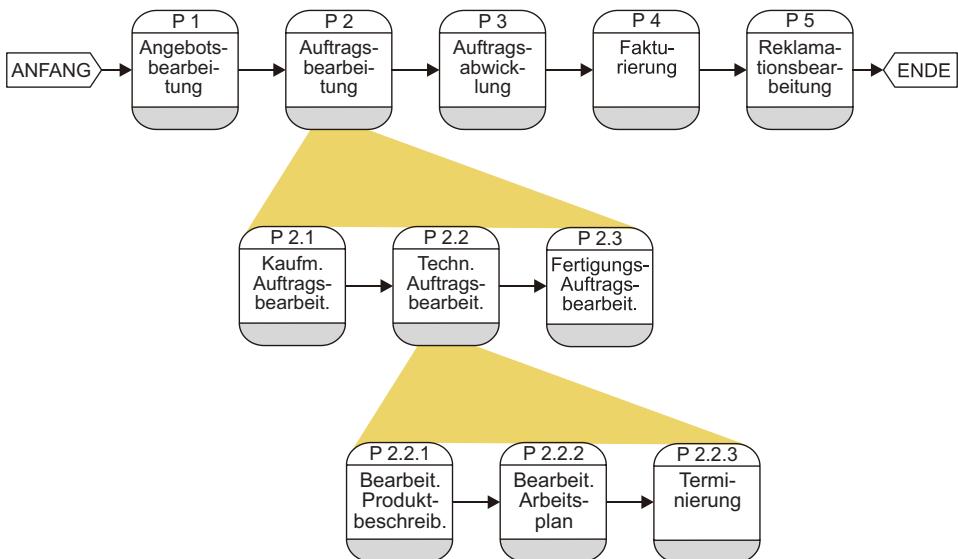


Abb. 14.47 Hierarchische Zerlegung eines Geschäftsprozesses

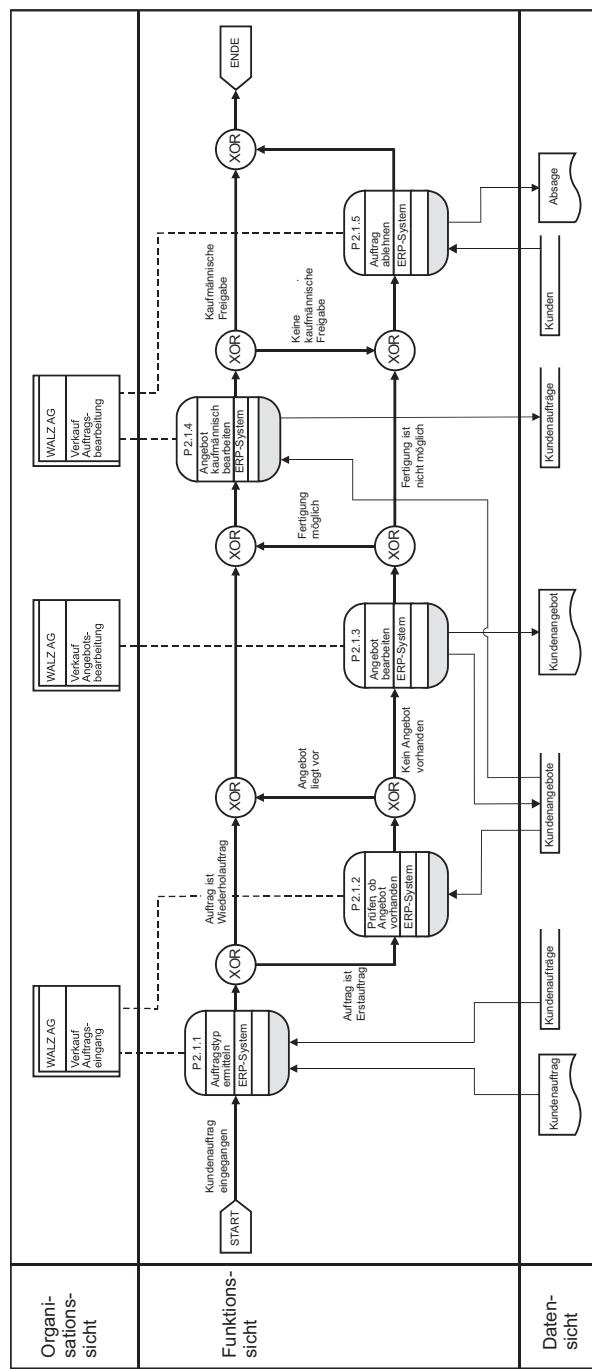


Abb. 14.48 Geschäftsprozess „Kaufmännische Auftragsbearbeitung“

Bei der Modellierung von Geschäftsprozessen stellt sich das Problem der Abgrenzung von Prozessschritten. Einige Abgrenzungskriterien enthält die folgende Definition eines Prozessschritts:

- Ein **Prozessschritt** umfasst eine zusammenhängende Aktivität, welche durch einen Mitarbeiter in einem Zug – d. h. ohne Absetzen – an einem Arbeitsplatz und an einem Geschäftsvorfall ausgeführt wird. Ein Prozessschritt kann sich auf die Bearbeitung mehrerer Informationsobjekte mit mehreren Arbeitsmitteln erstrecken. Der Wechsel des Arbeitsplatzes, das Weiterleiten des Arbeitsergebnisses, das erzwungene Absetzen oder das für die weitere Bearbeitung erforderliche Hinzuziehen einer zusätzlichen Person beenden einen Prozessschritt.

Die hier angeführten Kriterien für die Abgrenzung von Prozessschritten sind als Hilfestellung zu verstehen. Im Einzelfall können noch weitere Kriterien von Bedeutung sein. Keinesfalls muss die Anwendung der Kriterien zu nur einem „korrekten“ Modellierungsresultat führen. Vielmehr bestehen auch im Fall ihrer Anwendung noch Freiheitsgrade der Modellierung, die verschiedene plausible Lösungen zulassen können.

14.4.2.3.3 Erstellung sichtenspezifischer Modelle

Die **Modellierungsmethode GGPM** gestattet die Analyse und Gestaltung der Geschäftstätigkeit aus drei Sichten, der Organisations-, der Funktions- und der Datensicht. Auf die Erstellung entsprechender sichtenspezifischer Modelle wird nachfolgend kurz eingegangen.

Als zusätzliches Konstrukt zur Modellierung der **Organisationssicht** dient die Hierarchiebeziehung. Eine Hierarchiebeziehung verbindet genau zwei Organisationsobjekte und gestattet es, ein Organisationsobjekt einem anderen, übergeordneten Organisationsobjekt unterzuordnen. Die Unterordnung besagt, dass das untergeordnete durch das übergeordnete Objekt geleitet wird. Im Falle des in Abb. 14.48 dargestellten Geschäftsprozessmodells führt die Modellierung aus der Organisationssicht zu der in Abb. 14.49 angegebenen **hierarchischen** Organisationsstruktur. Die Darstellung zeigt, dass fachlich unmittelbar benachbarte Abteilungen für die Durchführung des Prozesses zuständig sind.

Ziel der **Funktionssicht** ist das Verdeutlichen der funktionalen Struktur des mit einem Geschäftsprozess gegebenen Tätigkeitsbereiches. Hierzu eignet sich die Darstellung der auszuführenden Prozessschritte als Funktionshierarchie. Deutlich wird auf diese Weise beispielsweise, ob die Aufgliederung der einem Geschäftsprozess zugrunde liegenden Aufgabe in Teilprozesse und Prozessschritte plausibel ist oder aber Inkonsistenzen, Überlappungen oder Lücken aufweist. Wie bei der Organisationssicht wird als Beziehungskonstrukt die Hierarchiebeziehung verwendet. Für das Geschäftsprozessmodell in Abb. 14.48 ergibt sich die in Abb. 14.50 gezeigte Funktionshierarchie. Zu überprüfen wäre nun z. B., ob die ausgewiesenen Prozessschritte die Aufgabe der kaufmännischen Auftragsbearbeitung fachlich vollständig abdecken.

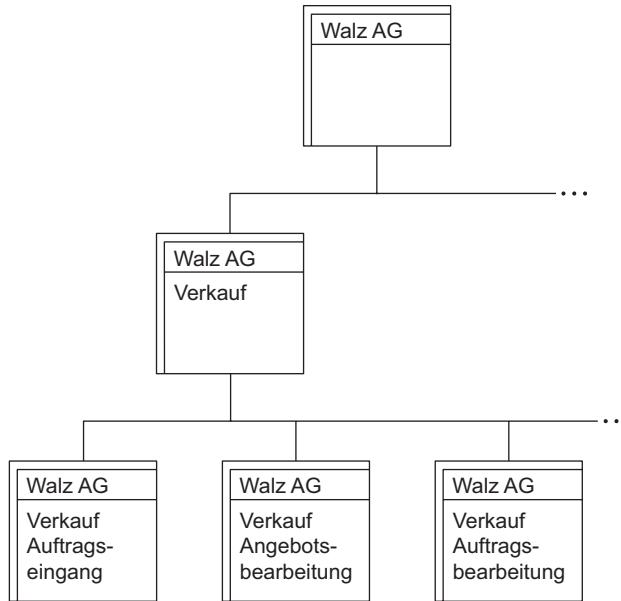


Abb. 14.49 Auszug aus einer hierarchischen Organisationsstruktur

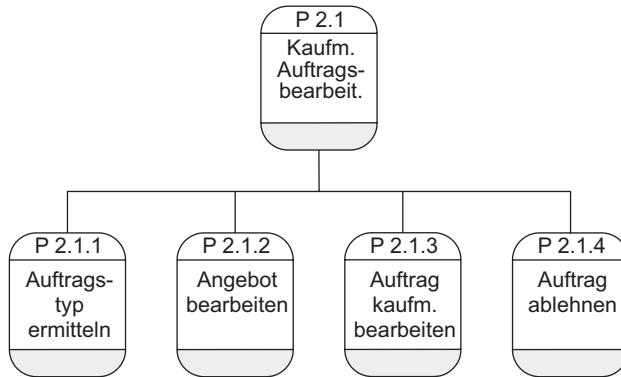


Abb. 14.50 Beispiel für eine Funktionshierarchie

Was die **Datensicht** betrifft, stehen zur Modellierung der mit einem Geschäftsprozess verbundenen Datenwelt verschiedene Ansätze der Datenmodellierung zur Verfügung. Hier wird beispielhaft auf einen relationalen Modellierungsansatz zurückgegriffen, der eine zwischen zwei Datenobjekten bestehende Beziehung mittels einer **Assoziation** abbildet. Einer Assoziation werden zudem zwei Kardinalitäten zugeordnet, welche den Beziehungs-zusammenhang präzisieren. Für das Geschäftsprozessmodell in Abb. 14.48 kann z. B. das in Abb. 14.51 veranschaulichte Datenmodell angegeben werden.

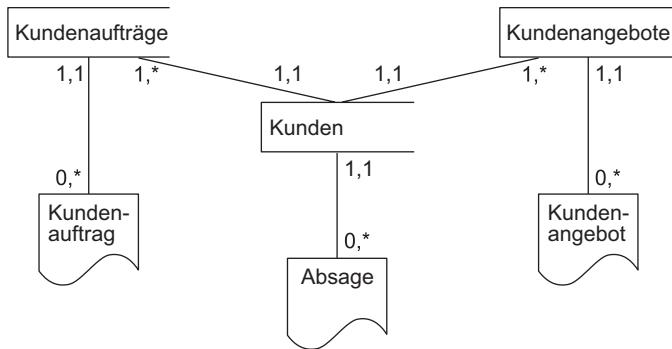


Abb. 14.51 Beispiel für ein spezielles relationales Datenmodell

Ein spezielles relationales Datenmodell liegt insoweit vor, als hier nicht ein Symbol für Datenobjekte verwendet wird, sondern zwei (für Dokumente und Datenspeicher). Obiges Modell drückt z. B. aus, dass eine Absage genau einem Kunden zugeordnet ist (Kardinalität 1,1) und umgekehrt zu einem Kunden keine, eine oder mehrere Absagen vorliegen können (Kardinalität 0,*). Datenmodelle dieser Art gestatten es z. B. zu überprüfen, ob die prozessbezogenen Daten in geeigneter Weise strukturiert wurden.

14.4.3 Werkzeuge des Prozessmanagements

Zur Unterstützung des Prozessmanagements wird auf dem Softwaremarkt eine Vielzahl von Werkzeugen angeboten. Ihr Einsatzschwerpunkt liegt meist im Bereich der Prozessmodellierung, geht teils aber darüber hinaus und betrifft teils auch spezielle Zwecke. Eine wesentliche Komponente eines Werkzeugs ist die prozessbezogene Datenbasis, auch Repository genannt, auf der die Werkzeugfunktionen aufsetzen. Aus Benutzersicht sind schließlich neben Hinweisen auf Marktuntersuchungen auch Empfehlungen zur Werkzeugauswahl von Interesse. Behandelt werden daher folgende Themen:

- Kategorien von Werkzeugen für das Prozessmanagement (vgl. Abschn. 14.4.3.1),
- Geschäftsprozess-Repository (vgl. Abschn. 14.4.3.2) und
- Werkzeugauswahl (vgl. Abschn. 14.4.3.3).

14.4.3.1 Kategorien von Werkzeugen

Je nach Einsatzzweck unterscheiden Nägele und Schreiner (2002) folgende Kategorien von **Werkzeugen für das Prozessmanagement** (vgl. Abb. 14.52): Visualisierungs-, Modellierungs-, Simulations-, CASE-Werkzeuge sowie Workflow Management-Systeme. Neben Werkzeugen, die auf einen dieser Zwecke – mit entsprechend begrenzter Funktionalität – zugeschnitten sind, existieren allerdings auch integrierte Lösungen. Beispielsweise Tools, die gleichermaßen der Visualisierung, Modellierung und Simulation

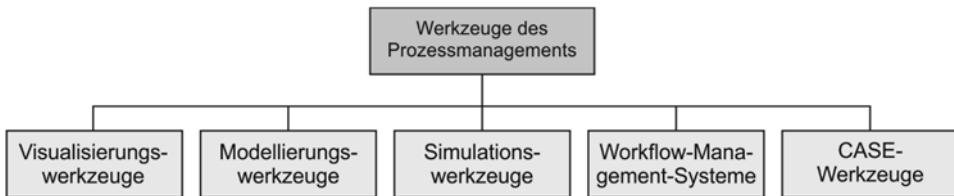


Abb. 14.52 Werkzeuge des Prozessmanagements (vgl. Nägele und Schreiner 2002)

von Prozessen dienen. Da der Fokus hier nicht auf dem Integrationsaspekt liegt, werden zunächst nur die genannten (Einzweck-)Tools betrachtet.

Visualisierungswerkzeuge dienen der Erstellung grafischer (Ablauf-)Diagramme. Sie setzen teils auf umfangreichen Symbol-Bibliotheken auf und ermöglichen daher die Nutzung verschiedener Notationen, wie auch die Erweiterung der Bibliothek um eigene Notationen. So gestattet z. B. das Tool Visio von Microsoft das Erstellen von EPK's, Organigrammen und UML-Diagrammen. In der Regel beschränkt sich die Funktionalität dieser Tools auf grafische Zwecke. Teils sind jedoch auch Zusatzmodule für Analysezwecke, beispielsweise das Aufdecken von Prozess-Schwachstellen, verfügbar.

Modellierungswerkzeuge verfügen über eine Funktionalität, die wesentlich über die Funktionen von Visualisierungswerkzeugen hinausgeht. In Verbindung mit der Erstellung verschiedener Diagrammarten werden zum Beispiel die Modellierung von Prozesslandschaften, die (Detail-)Modellierung von Prozessen, die Modellierung verschiedener Sichten auf Prozesse und die Analyse von Prozessen unterstützt. Werkzeuge wie etwa ARIS Toolset setzen auf umfassenden Datenbanken auf, in denen Detailinformationen zu Modellbausteinen (Organisationseinheiten, Prozessschritte, Datenspeicher) und deren Verknüpfung abgelegt werden. Ermöglicht werden so umfassende Auswertungen und Analysen.

Simulationswerkzeuge unterstützen einerseits die Erstellung von Rechenmodellen, die das dynamische Verhalten realer Systeme, insbesondere auch realer Prozesse, nachbilden. Zudem gestatten sie die Durchführung von Berechnungsexperimenten, die den Durchlauf von zu bearbeitenden Objekten/Geschäftsvorfällen durch die Abfolge der Bearbeitungsstationen des modellierten Systems nachvollziehen. Schließlich erstreckt sich ihre Funktionalität auch auf die statistische Auswertung der Berechnungsexperimente und die Aufbereitung der Auswertungsergebnisse. Auswertungsergebnisse sind z. B. Durchlaufzeiten von Geschäftsobjekten, Auslastungen von Bearbeitungsstationen, Längen von Warteschlangen vor Bearbeitungsstationen und gegebenenfalls auch Prozesskosten für ein Bearbeitungsobjekt.

Workflow-Management-Systeme (WFMS) dienen bekanntlich der Automatisierung von Geschäftsprozessen. Sie wurden bereits in Abschn. 14.1.2.3 angesprochen.

CASE-Werkzeuge, d. h. Werkzeuge für das Computer Aided Software Engineering unterstützen die Entwicklung von Softwaresystemen. Ihr Einsatz fällt primär in den Verantwortungsbereich des Informationsmanagements. Für das Prozessmanagement sind sie

im Zusammenhang mit Entwicklungsaufgaben von Interesse, die aus der Abstimmung von Prozess- und IT-Welt eines Unternehmens resultieren. So z. B. Systemerweiterungen oder Systemanpassungen.

Neben den in der Klassifizierung von Nägele und Schreiner (2002) ausgewiesenen Tools gibt es noch weitere Werkzeuge des Prozessmanagements. Sie legen eine andere Klassifizierung nahe, nämlich nach Tätigkeitskomplexen des Prozessmanagements (vgl. Abb. 14.53).

Die in Abb. 14.53 vorgenommene Klassifizierung nach Gestaltungs-, Analyse- und Implementierungswerkzeugen vermittelt eine umfassende Toolübersicht, die über den Be- trachtungsfokus des vorliegenden Kapitels hinausgeht.

14.4.3.2 Geschäftsprozess-Repository

Vor allem Modellierungs- und Simulationstools, aber auch Workflow-Management- Systeme umfassen eine Datenbankkomponente, die der Verwaltung prozessbezogener In- formationen dient. Diese Datenbank wird als **Geschäftsprozess-Repository**, oder kurz Repository, bezeichnet. Im Repository werden bekanntlich Informationen über die wesent- lichen Bausteine von Geschäftsprozessen abgelegt. Diese verbale Prozessspezifikation geht weit über die Beschreibungsinhalte hinaus, die sich in Geschäftsprozess-Diagrammen unterbringen lassen. Den konzeptionellen Zusammenhang zwischen Prozess-Bausteinen und deren Spezifikation im Repository veranschaulicht Abb. 14.54.

In Abb. 14.54 werden zum Beispiel fünf Typen von zu beschreibenden Prozessbau- steinen unterschieden: Prozess-, Organisations-, Daten-, Kontrollfluss- und Verknüpfungs-

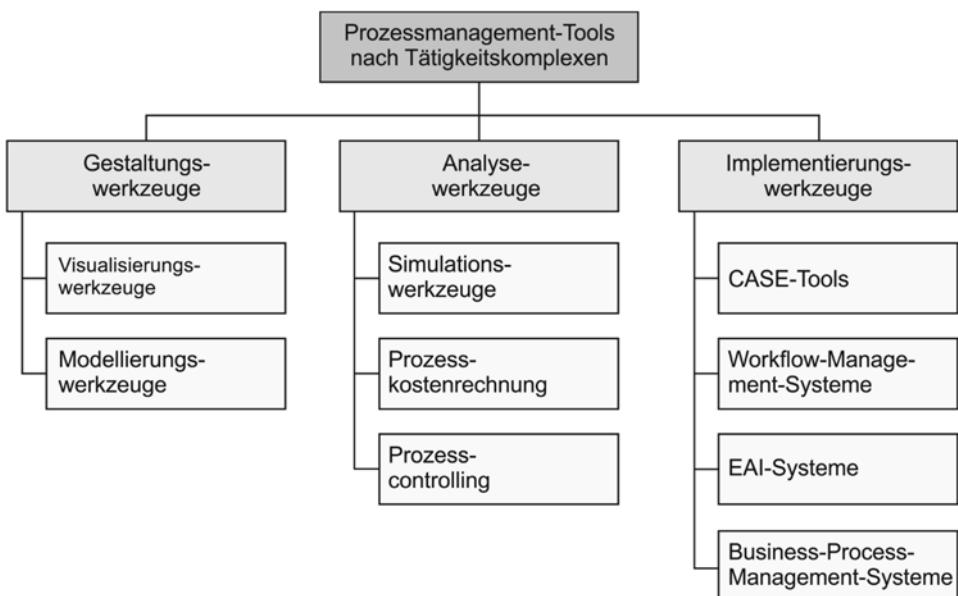


Abb. 14.53 Gestaltungs-, Analyse- und Implementierungswerkzeuge des Prozessmanagements

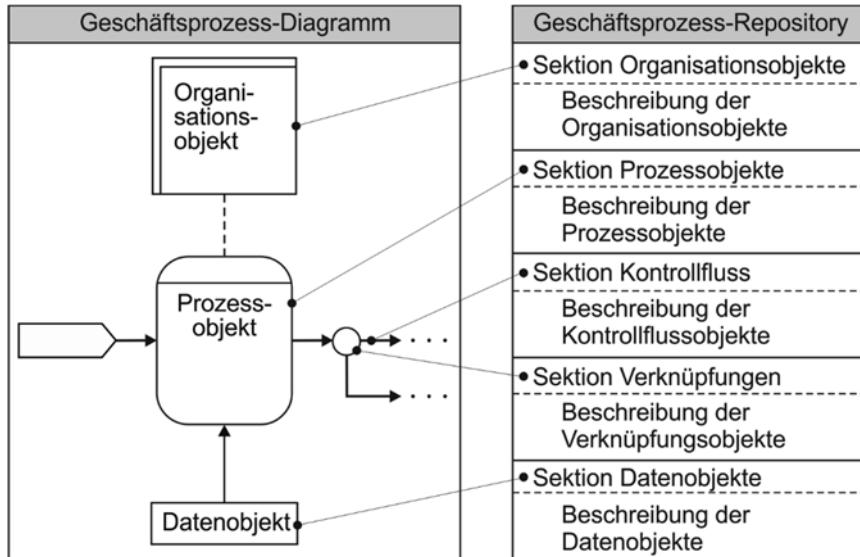


Abb. 14.54 Zusammenhänge zwischen Geschäftsprozess-Diagramm und Geschäftsprozess-Repository

objekte. Entsprechend umfasst die für einen Geschäftsprozess im Repository abgelegte Prozessbeschreibung fünf Sektionen. In diesen Sektionen werden pro Objekt z. B. folgende Informationen abgelegt:

- Prozessobjekt: Prozessobjekt-ID, Bezeichnung, Kurzbeschreibung, unterstützende Applikation/Modul, Dauer, Kosten, Anforderungen;
- Organisationsobjekt: Organisationsobjekt-ID, Bezeichnung, Kurzbeschreibung, Qualifikationsprofil, Aufgaben, Kompetenzen;
- Datenobjekt: Datenobjekt-ID, Bezeichnung, Kurzbeschreibung, Zugriffsschlüssel, Attributwerte/Inhalt;
- Kontrollflusssobjekt: Kontrollflusssobjekt-ID, zugeordnetes Ereignis, Quellenobjekt-ID, Senkenobjekt-ID;
- Verknüpfungsobjekt: Verknüpfungsobjekt-ID, Bezeichnung, logischer Operator, Quellenobjekt-ID, Senkenobjekt-ID, Senkenobjekt-ID (Verzweigungsknoten).

Bei einem Prozessobjekt handelt es sich z. B. um einen Prozessschritt, bei einem Organisationsobjekt z. B. um eine Abteilung oder eine Stelle und bei einem Datenobjekt z. B. um einen Speicher oder ein Dokument. Ein Kontrollflusssobjekt beschreibt einen Kontrollflusspfeil und ein Verknüpfungsobjekt einen Verzweigungsknoten oder einen Vereinigungsknoten. Während ein Verzweigungsobjekt eine Quelle- und zwei Senkenangaben enthält, umfasst ein Vereinigungsknoten zwei Quellen- und eine Senkenangabe.

Zu den Nutzungsmöglichkeiten eines Repository, in dem die Verknüpfung/Zuordnung der Prozessbausteine vollständig abgelegt ist, gehören:

- Automatische Generierung und grafische Ausgabe von Geschäftsprozess-Diagrammen.
- Prüfung der Vollständigkeit und Konsistenz der Beschreibungen von Geschäftsprozess-Modellen.
- Erstellen von Auszügen aus dem Repository, die bestimmte Teilmengen von Einträgen umfassen.
- Erstellen von Auswertungen, wie z. B. die von einer bestimmten Stelle oder Abteilung auszuführenden Prozessschritte.

14.4.3.3 Werkzeugauswahl

Bei den auf dem einschlägigen Softwaremarkt angebotenen Werkzeugen für das Prozessmanagement handelt es sich häufig um integrierte Systeme, die zum Beispiel Visualisierungs-, Modellierungs- und Simulationsfunktionen unter einer Systemoberfläche zusammenfassen. Was die Verbreitung von Werkzeugen in der Praxis betrifft, seien einige Ergebnisse zweier Umfragen angeführt:

- In einer von Gadatsch et al. (2007) durchgeföhrten Erhebung wurden folgende Häufigkeiten der Nutzung von Werkzeugfunktionen ermittelt:

Fachl. Prozessmodellierung	80,3 %	Prozess-/Workflowsteuerung	48,7 %
Prozesspublikation	69,7 %	Prozessmonitoring	46,1 %
Prozesssimulation	48,7 %	Prozesscontrolling	40,9 %

- In einer von Loos und Fettke (2007) an die Mitglieder der Gesellschaft für Informatik e.V. gerichteten Befragung wurden folgende Einsatzhäufigkeiten bestimmter Tools ermittelt:

MS Visio	48 %	Oracle Developer Suite	15 %
Rational Rose	23 %	Together	11 %
ARIS Toolset	22 %		

Hingewiesen sei noch auf eine von Nägele und Schreiner (2002) anhand eines umfangreichen Kriterienkatalogs durchgeföhrte Marktanalyse. Sie ergab folgende Punktwerte der fünf besten Tools (Höchstpunktzahl 100):

ARIS Toolset	78	MEGA	64,9
Bonapart	69,6	Income	64,7
ProVision	67,2		

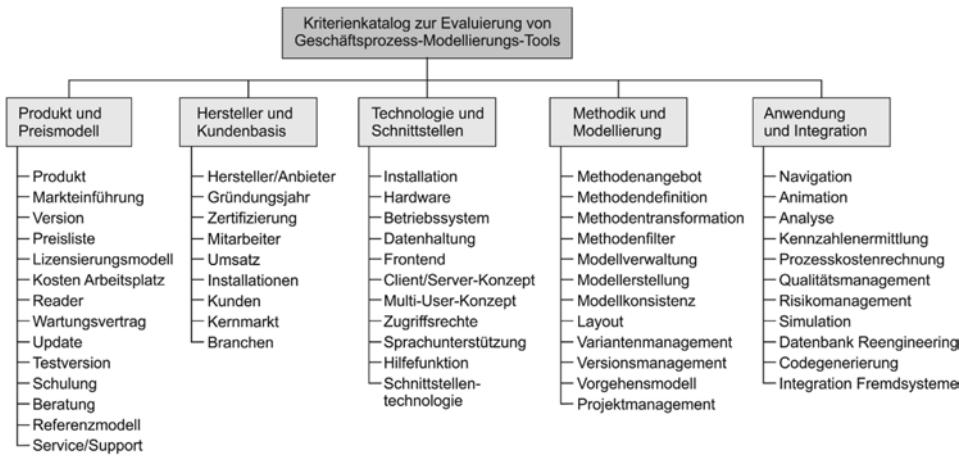


Abb. 14.55 Rahmenkonzept für die Auswahl von Geschäftsprozess-Modellierungswerkzeugen (vgl. Nüttgens 2002)

Ein sehr umfassender, hierarchisch abgestufter Kriterienkatalog für die **Auswahl von Prozess-Modellierungswerkzeugen** wurde von Nüttgens (2002) vorgestellt. Er umfasst über 300 Einzelkriterien, die ein breites Spektrum von Bewertungsaspekten abdecken. Abb. 14.55 zeigt einen Auszug aus dem Kriterienkatalog.

14.5 Prozesscontrolling

Bereits bei der Behandlung der Aufgaben des Prozessmanagements in Abschn. 14.1 wurde der Aufgabenkomplex des Prozesscontrollings eingeführt (vgl. hierzu Abb. 14.4) und auf seine das Prozessmanagement begleitende und unterstützende Rolle hingewiesen. Die Unterteilung des Prozessmanagements in einen strategischen und einen operativen Aufgabenkomplex setzt sich bei dem Prozesscontrolling fort: Während das strategische Prozessmanagement und -controlling mit der Frage der Prozesseffektivität befasst sind, liegt bei dem operativen Prozessmanagement und -controlling der Fokus auf der Prozesseffizienz. Wie das Prozesscontrolling dem Prozessmanagement bei dem Verfolgen von Effektivitäts- und Effizienzzielen behilflich sein kann, wird im vorliegenden Abschn. 14.5 erörtert. Behandelt werden im Einzelnen:

- Grundlagen des Prozesscontrollings (vgl. Abschn. 14.5.1),
- strategisches Prozesscontrolling (vgl. Abschn. 14.5.2) und
- operatives Prozesscontrolling (vgl. Abschn. 14.5.3).

14.5.1 Grundlagen des Prozesscontrollings

Der vorliegende Abschn. 14.5.1 umfasst grundlegende Betrachtungen zum Prozesscontrolling. Sie führen vom Controlling zum Prozesscontrolling hin und erstrecken sich dann auf Begriff, Aufgaben und Ebenen des Prozesscontrollings. Behandelt werden im Einzelnen:

- Begriff und Wesen des Prozesscontrollings (vgl. Abschn. 14.5.1.1) und
- Aufgaben und Ebenen des Prozesscontrollings (vgl. Abschn. 14.5.1.2).

14.5.1.1 Begriff und Wesen des Prozesscontrollings

Bereits Koontz und O'Donnell (1955) weisen bei ihrer Klassifizierung von Managementfunktionen das Controlling neben Planning, Organizing, Staffing und Directing als eigenständige und damit gewichtige Managementfunktion aus. Controlling ist nicht gleichbedeutend mit „**Kontrolle**“, sondern begrifflich wesentlich weiter gefasst. Das Wort „Controlling“ leitet sich von dem englischen Verb „**control**“ ab, welches etwa mit steuern, lenken, regeln oder beherrschen übersetzt werden kann. Innerhalb der damit angesprochenen Funktionen stellt die Kontrolle lediglich eine Teilfunktion dar.

In der Literatur wird das Controlling meist als eine **Querschnittsfunktion** charakterisiert, die auf die Unterstützung der Unternehmensführung mit dem Ziel der Förderung des Unternehmenserfolgs abzielt. Was die konkrete konzeptionelle Ausprägung anbelangt, können **drei Gruppen von Controlling-Konzeptionen** unterschieden werden (vgl. z. B. Küpper 2001, S. 5 ff.):

- Rechnungswesenorientierte Controllingkonzeptionen, die auf monetäre Erfolgsziele – insbesondere die Sicherstellung der Gewinnerzielung – ausgerichtet sind.
- Informationsorientierte Controllingkonzeptionen die das gesamte Zielsystem des Unternehmens berücksichtigen und die rechtzeitige Versorgung aller Unternehmensbereiche mit den benötigten Informationen in geeigneter Form anstreben.
- Koordinationsorientierte Controllingkonzeptionen, die z. B. eine Koordination der Bereiche Planung, Kontrolle und Informationsversorgung in einem Unternehmen anstreben.

Besondere Verbreitung hat in den letzten Jahren die koordinationsorientierte Controllingkonzeption gefunden. Gemäß dieser Konzeption soll das Controlling durch Koordination der Planungs-, Steuerungs- und Überwachungsaufgaben sowie durch Informationsversorgung der Unternehmensführung die **Effektivität und Effizienz der Unternehmensaktivitäten** in den einzelnen Unternehmensbereichen sicherstellen (vgl. Horvath 2003, S. 148 ff.).

Koordination ist hier im Sinne einer **Abstimmung** von Planung, Kontrolle und Informationsversorgung zu verstehen, um dem Management eine konsistente Planungs-

und Entscheidungsgrundlage zu verschaffen. Die Koordinationsaufgabe umfasst dabei nach Horvath sowohl systembildende als auch systemkoppelnde Bestandteile. **Systembildende** Koordination bezeichnet dabei die Bereitstellung funktionsfähiger Planungs-, Kontroll- und Informationssysteme sowie laufende Anpassungs- und Abstimmaufgaben **innerhalb** von Planung, Kontrolle und Informationsversorgung. **Systemkoppelnde** Koordination dagegen bezeichnet die Abstimmung **zwischen** Planung, Kontrolle und Informationsversorgung durch die Deckung des Informationsbedarfs von Planung und Kontrolle. Dies geschieht z. B. mittels eines entscheidungsorientierten Rechnungs- und Berichtswesens, das die umfassende Bewertung von Entscheidungsalternativen unterstützt.

Die Konzeption des koordinationsorientierten Controllings lässt sich auch auf das Prozessmanagement übertragen. Prozesscontrolling kann somit als ein die Effektivität und Effizienz der Unternehmensprozesse förderndes Element des Prozessmanagements angesehen werden. Prozesscontrolling ist in diesem Sinne ein **auf das Objekt „Prozesse“ bezogenes Controlling** (Götze 2007, S. 323).

Ausgehend von dem von Horvath (2003, S. 148 ff.) geprägten koordinationsorientierten Controlling-Begriff lässt sich Prozesscontrolling etwa wie folgt definieren (vgl. auch Attzert 2011, S. 238 f.; Leistert 2006, S. 99 ff.):

► **Prozesscontrolling** ist die Gesamtheit aller Aufgaben und Instrumente, welche der Koordination prozessbezogener Planungs-, Steuerungs- und Überwachungsaktivitäten sowie der Informationsversorgung des Prozessmanagements dienen mit dem Ziel, die Effektivität und Effizienz der Unternehmensprozesse sicherzustellen.

Die inhaltliche Durchführung der in der Definition genannten Planungs-, Steuerungs- und Überwachungsaktivitäten selbst verbleibt gemäß diesem Begriffsverständnis ausdrücklich in der **Verantwortung des Prozessmanagements**. Das Controlling beschränkt sich demnach darauf, die Rationalität dieser Aktivitäten durch Koordination und Informationsversorgung zu gewährleisten.

Dennoch sind die Übergänge zwischen den Führungsaufgaben des Prozessmanagements auf der einen Seite und ihrer Koordination auf der anderen Seite fließend, da auch die Koordination letztlich Einflussnahme und damit **Mitwirkung impliziert**. In der Praxis wird diese Grenze daher in aller Regel nicht so streng gezogen, was dazu führt, dass in praxisorientierten Veröffentlichungen häufig auch die **eigentliche Durchführung** prozessbezogener Planung und Kontrolle dem Prozesscontrolling zugewiesen wird (s. z. B. Schmelzer und Sesselmann 2010, S. 228).

Allerdings soll hier zumindest die klare Zuweisung der **Planungs- und Entscheidungsverantwortung** zum Prozessmanagement beibehalten werden, um überhaupt eine Abgrenzung von Prozessmanagement und Prozesscontrolling zu ermöglichen. In diesem Sinne macht das Prozesscontrolling durchaus Vorschläge, z. B. zur Setzung von Zielvorgaben und zur Ergreifung konkreter Maßnahmen. Die Entscheidung darüber trifft jedoch das Prozessmanagement.

Gegenüber dem allgemeinen, auf monetäre Erfolgsziele ausgerichteten Controlling weist das Prozesscontrolling einige charakteristische **Besonderheiten** auf (vgl. Götze 2007, S. 326):

- Stärkere Berücksichtigung **nicht-monetärer Größen**: Nahezu gleichwertig neben den Prozesskosten werden im Prozesscontrolling Kenngrößen zur Darstellung von Prozess-input, -ablauf und -output verwendet, z. B. Prozesszeiten, Prozessqualität und Kundenzufriedenheit.
- Tendenz zur Dezentralität: Aufgaben des Prozesscontrollings wie die Erfassung und Auswertung von Prozessdaten sowie die Erarbeitung von Prozessgestaltungsvorschlägen werden häufig im Rahmen eines Selbstcontrollings durch die jeweiligen Prozessverantwortlichen übernommen.

14.5.1.2 Aufgaben und Ebenen des Prozesscontrollings

Wie bereits erläutert, begleitet das Prozesscontrolling das Prozessmanagement bei seinen prozessbezogenen Planungs- und Kontrollaufgaben. Seine Aufgaben lassen sich wie folgt grob umreißen: Das Prozesscontrolling trägt zur erfolgreichen Steuerung der Prozesse bei, indem es einerseits die Findung **prozessbezogener Ziele** unterstützt und andererseits die für die Bewertung von Prozessen und prozessbezogenen Steuerungsmaßnahmen erforderliche **Leistungstransparenz** herstellt.

Beispielhaft seien einige Fragen genannt, zu deren Beantwortung das Prozesscontrolling die Grundlage liefert (vgl. Schmelzer und Sesselmann 2010, S. 228):

- Wie lassen sich Prozessziele systematisch aus den Unternehmenszielen ableiten?
- Wie lassen sich diese Ziele messen?
- In welchem Ausmaß erreichen die derzeitigen Prozesse diese Ziele?
- Welche Prozesse weisen Schwächen auf, und was sind die Ursachen dafür?
- Welchen Erfolg hatten die bisher ergriffenen prozessbezogenen Maßnahmen?

Analog zur Aufgabengliederung des Prozessmanagements lassen sich hinsichtlich der Aufgaben des Prozesscontrollings zwei Ebenen unterscheiden:

Das **strategische Prozesscontrolling** umfasst Controllingaufgaben, welche die Planungs- und Steuerungsaufgaben des strategischen Prozessmanagements unterstützen. Das strategische Prozesscontrolling ist daher eher langfristiger Natur und orientiert sich vorrangig an Fragen der **Effektivität** der Prozesse – oder anders formuliert: „Are we doing the right things?“. Im Vordergrund steht das Ziel, zur Schaffung neuer und zum Erhalt und zum Ausbau bestehender Erfolgspotenziale beizutragen.

Das **operative Prozesscontrolling** begleitet das operative Prozessmanagement. Gegenüber dem strategischen Prozesscontrolling weist die mit dem operativen Prozesscontrolling angestrebte regelmäßige Überwachung der laufenden Prozesse einen eher mittel- und kurzfristigen Zeithorizont auf. Es geht um die **Prozesseffizienz**, d. h. das Verhältnis zwis-

Beschreibungs-aspekte	Strategisches Prozesscontrolling	Operatives Prozesscontrolling
Formalziel	Effektivität (to do the right things)	Effizienz (to do the things right)
Zeitliche Reichweite	Langfristiger Zeithorizont	Mittel- bis kurzfristiger Zeithorizont
Erfolgspotenziale	Orientiert an der Schaffung neuer und der Erhaltung und dem Ausbau bestehender Erfolgspotenziale	Orientiert an der Ausnutzung vorhandener Erfolgspotenziale

Abb. 14.56 Charakterisierung der Ebenen des Prozesscontrollings

schen Prozessergebnissen und Ressourceneinsatz sowie darum, die Ausnutzung bestehender Erfolgspotenziale zu fördern.

Abb. 14.56 fasst die Ausführungen zu den beiden Ebenen des Prozesscontrollings kurz zusammen. Abb. 14.56 vermittelt lediglich ein erstes, grobes Bild des strategischen und operativen Prozesscontrollings. Es wird in den Abschn. 14.5.2 und 14.5.3, auch unter Einbeziehung der Objekte des Prozesscontrollings, verfeinert.

14.5.2 Strategisches Prozesscontrolling

Das **strategische Prozesscontrolling** begleitet das strategische Prozessmanagement, indem es

- **Methoden** zur strategischen Analyse und Steuerung von Prozessen auswählt, bereitstellt und deren konsistente Anwendung sichert,
- die zur Anwendung der Methoden benötigten prozessbezogenen Informationen in der geforderten Qualität erhebt und aufbereitet sowie
- Unterstützung bei der Anwendung dieser Methoden im Rahmen der inhaltlichen Durchführung von strategischen Prozessmanagementaufgaben leistet (vgl. Ahlrichs und Knuppertz 2010, S. 187).

Im folgenden Abschn. 14.5.2.1 werden diese allgemeinen Aktivitäten des strategischen Prozesscontrollings näher betrachtet. Eine Darstellung ausgewählter Instrumente des strategischen Prozesscontrollings erfolgt im Abschn. 14.5.2.2.

14.5.2.1 Aufgaben des strategischen Prozesscontrollings

Die folgende Darstellung der Aufgaben des strategischen Prozesscontrollings orientiert sich an den in Abschn. 14.1.3 abgegrenzten **Aufgaben des strategischen Prozess-**

managements. Dabei beschränkt sie sich auf solche Aufgaben, die in besonderem Maße von einer Unterstützung durch das strategische Prozesscontrolling profitieren. Dies sind

- der Aufbau und der Betrieb eines kennzahlenbasierten Führungssystems für das Prozessmanagement (vgl. Abschn. 14.5.2.1.1),
- die Strukturierung der Prozesslandschaft (vgl. Abschn. 14.5.2.1.2) und
- die Prozessanalyse und -bewertung (vgl. Abschn. 14.5.2.1.3).

Darüber hinaus behandelt der Abschn. 14.5.2.1.4 die Mitwirkung des Prozesscontrollings bei der Analyse strategischer Prozessalternativen anlässlich einer strategischen Neuausrichtung einzelner Prozesse oder Prozessbereiche.

14.5.2.1.1 Aufbau und Betrieb eines kennzahlenbasierten Führungssystems

Zu den grundlegenden Instrumenten des Prozessmanagements gehört ein **prozessbezogenes Kennzahlensystem** als Herzstück des prozessbezogenen Führungssystems. Dieses bildet die Basis für die Planung und die Erfolgskontrolle aller prozessbezogenen Aktivitäten (vgl. Abschn. 14.2.1). In diesem Zusammenhang leistet das strategische Prozesscontrolling Unterstützung sowohl bei der Etablierung eines solchen Kennzahlensystems als auch während der anschließenden Nutzungsphase.

Die **Etablierung eines Kennzahlensystems** unterstützt das strategische Prozesscontrolling, indem es

- grundlegende Wechselwirkungen zwischen Unternehmensstrategie und Geschäftsprozessen analysiert,
- Ursache- und Wirkungsbeziehungen zwischen Unternehmensstrategie und Prozesszielen aufdeckt und dokumentiert sowie
- die begründete Auswahl eines zur Abbildung dieser Wirkungszusammenhänge geeigneten Kennzahlensystems vorbereitet.

Beispiele für verbreitete Führungssysteme, die auf Kennzahlensystemen beruhen, sind das Konzept der kritischen Erfolgsfaktoren und die Balanced Scorecard.

Bei der **inhaltlichen Ausgestaltung** derartiger prozessbezogener Kennzahlensysteme und kennzahlenbasierter Prozess-Führungssysteme kann das strategische Prozesscontrolling beratend mitwirken. Beispielsweise kann das strategische Prozesscontrolling die **Ableitung von Prozesszielen** und **Erfolgsindikatoren** unterstützen, indem es Grundlagenwissen über allgemeingültige Erfolgsfaktoren von Prozessen und über generelle Erfolgsindikatoren einbringt.

Während der **Nutzungsphase** eines Kennzahlensystems dient das Kennzahlensystem dem strategischen Prozessmanagement als Grundlage für die strategische Planung prozessbezogener Zielvorgaben und Steuerungsmaßnahmen sowie der Kontrolle des Realisierungsstands und der Ergebniswirkung dieser Maßnahmen. Bestehen Abweichungen von den strategischen Zielvorgaben, die nicht durch operative Maßnahmen geschlossen werden

können (**strategische Lücken**), ist oft eine umfassende Neuorientierung einzelner Prozesse erforderlich. Zur Umsetzung der notwendigen strategischen Steuerungsmaßnahmen werden **strategische Projekte** initiiert (vgl. Schmelzer und Sesselmann 2010, S. 238 f.). Zur Unterstützung der genannten Aufgaben des strategischen Prozessmanagements übernimmt das strategische Prozesscontrolling

- die Verantwortung für die periodische bzw. laufende Erhebung und Bereitstellung der prozessbezogenen Informationen, die für die Ermittlung der Kennzahlen benötigt werden;
- Unterstützungsauflagen bei der strategischen Planung prozessbezogener Zielvorgaben und Steuerungsmaßnahmen, indem es die von den Prozessverantwortlichen dezentral erstellten Ziel- und Maßnahmenpläne koordiniert und auf Unternehmensebene konsolidiert sowie
- Unterstützungsauflagen bei der prozessbezogenen Erfolgskontrolle, indem es für die systematische Prozessanalyse Analysemethoden und -instrumente bereitstellt, mit deren Hilfe strategische Lücken identifiziert und strategische Steuerungsmaßnahmen begründet werden können.

14.5.2.1.2 Strukturierung der Prozesslandschaft

Wie in Abschn. 14.2.2 dargestellt, ist die Vorgabe eines Gestaltungsrahmens, der die **Prozesswelt** eines Unternehmens in Prozesskategorien gliedert, eine grundlegende Voraussetzung für die gezielte Analyse und Weiterentwicklung von Unternehmensprozessen. Die den einzelnen Kategorien zugeordneten Prozesse sind ihrerseits – gegebenenfalls über mehrere Stufen hinweg – zu verfeinern, um eine angemessen trennscharfe **Lokalisierung prozessbezogener Stärken und Schwächen** zu ermöglichen. Das strategische Prozesscontrolling unterstützt den Aufbau eines solchen Gestaltungsrahmens

- durch Auswahl eines generischen Strukturierungskonzepts, wie z. B. der Wert schöpfungskette nach Porter und/oder der Prozesskategorien nach Österle (vgl. Abschn. 14.2.2) sowie
- durch Sicherstellung einer kundenzentrierten Sicht bei der Abgrenzung insbesondere der Leistungsprozesse, z. B. mittels einer systematischen Abbildung von Kundenprozessen auf korrespondierende (Teil-)Prozesse des eigenen Unternehmens (vgl. Ahlrichs und Knuppertz 2010, S. 200).

14.5.2.1.3 Prozessanalyse und -bewertung

Die unternehmensspezifische Strukturierung der Prozesslandschaft bildet den Ausgangspunkt für die strategische **Analyse und Bewertung der Prozesse**. Diese Prozessanalyse und -bewertung kann routinemäßig oder bei Bekanntwerden prozessbezogener Schwachstellen erfolgen. Darüber hinaus löst jede Änderung oder Weiterentwicklung der Unternehmensstrategie oder des Geschäftsmodells eine Neubewertung wichtiger Prozesse aus.

Das Ziel der Prozessbewertung besteht darin, eine strategische **Priorisierung** der anstehenden Reorganisationsprojekte vorzunehmen.

Die Vorgehensweise des strategischen Prozessmanagements bei der Prozessanalyse und -bewertung sieht zunächst die Abgrenzung und Beschreibung der **Prozesskandidaten** vor der eigentlichen Bewertung der Prozesse vor (vgl. Abschn. 14.2.2). Insbesondere für den letzten Schritt der Bewertung leistet das strategische Prozesscontrolling umfassende Unterstützung. Die in diesen Zusammenhang fallenden Aufgabenfelder des strategischen Projektcontrollings lassen sich wie folgt umreißen:

- Auswahl der Analyse- und Bewertungsmethoden zur Bewertung und Priorisierung von Prozessen, z. B. eine prozessorientierte Adaption des Portfolio-Ansatzes (vgl. Abschn. 14.2.2),
- methodische Unterstützung bei der Bestimmung der in den gewählten Bewertungsmethoden zu verwendenden Bewertungsdimensionen und -kriterien, z. B. zur Beurteilung des strategischen, ökonomischen, technologischen und Standardisierungs-Potenzials der Prozesse (vgl. Abschn. 14.2.2.3), sowie
- Erhebung und Bereitstellung der für die Anwendung der Bewertungsmethoden benötigten **Informationen**.

Für die strategische Prozessbewertung sind vor allem die Stärken und Schwächen der eigenen Prozesse aus Markt- und Wettbewerbssicht ausschlaggebend. Von großer Bedeutung ist es daher, die eigenen Prozessleistungen mit Blick auf ihre Bedeutung für den Kunden und ihre Güte im Vergleich zum Wettbewerb zu beurteilen. Daher umfasst die Informationsversorgungsaufgabe des strategischen Prozesscontrollings insbesondere auch die Bereitstellung von **Wettbewerbsinformationen**. Auf diese Weise werden die eigenen prozessbezogenen Kompetenzen sichtbar. Neben diesem strategischen Potenzial der eigenen Prozesse beeinflussen auch ökonomische, technologische und Standardisierungs-Potenziale die Gesamtbewertung eines Prozesses (vgl. Abschn. 14.2.2.3).

14.5.2.1.4 Analyse strategischer Prozessalternativen

Führt die Prozessanalyse und -bewertung zu Ergebnissen, die eine grundlegende **strategische Neuausrichtung** einzelner Prozesse oder Prozessbereiche nahelegen, ist die bloße Initiierung eines Reorganisationsprojekts häufig nicht ausreichend. Eine solche Situation liegt beispielsweise vor, wenn sich die bisherige **Sourcing-Strategie** eines Unternehmens – d. h. die Festlegungen bezüglich Eigenfertigung und Fremdbezug, auch als Fertigungstiefe bezeichnet – als strategisch nicht mehr tragfähig erweist und die Unternehmensleitung einen diesbezüglichen Strategiewechsel ins Auge fasst.

Eine Veränderung der Fertigungstiefe verändert gleichzeitig die **Position** des Unternehmens in der Wertschöpfungskette. Darüber hinaus hat sie erhebliche Auswirkungen auf die **innere Prozessstruktur** eines Unternehmens. So werden bei einer Vergrößerung der Fertigungstiefe Prozesse, die sich mit der Beschaffung fremderstellter Leistungen befassten, gegen solche zur Eigenfertigung eben dieser Leistungen ausgetauscht (**Insourcing**).

cing). Umgekehrt werden bei einer Reduzierung der Fertigungstiefe bisherige Fertigungsprozesse durch entsprechende Beschaffungsprozesse ersetzt (**Outsourcing**). Daher ist in solchen Fällen das strategische Prozessmanagement gefordert, im Rahmen strategischer Projekte systematisch **Prozessalternativen** zu erarbeiten, die den geänderten Markt- und Wettbewerbsanforderungen gerecht werden.

Das strategische Prozesscontrolling unterstützt auch diese Aufgaben, indem es z. B.

- Kriterien für die Identifikation der Leistungsgrenzen des eigenen Unternehmens entwickelt,
- die Auswirkungen alternativer Sourcing-Konzepte auf die Prozessarchitektur des Unternehmens analysiert und
- Entscheidungsempfehlungen für die Auswahl einer bevorzugten Prozessstruktur gibt.

Speziell bei der Bewertung der Prozesswirkungen alternativer Sourcing-Konzepte bietet es sich an, auf die bei der allgemeinen Prozessbewertung eingesetzten Methoden – z. B. die Portfolio-Analyse – zurückzugreifen.

14.5.2.2 Instrumente des strategischen Prozesscontrollings

Im Folgenden werden zwei Beispiele für Instrumente vorgestellt, die im Rahmen des strategischen Prozesscontrollings zum Einsatz kommen können. Dies sind:

- die Strategy Map (vgl. Abschn. 14.5.2.2.1) und
- das Prozess-Benchmarking (vgl. Abschn. 14.5.2.2.2).

14.5.2.2.1 Strategy Map

Für das Prozessmanagement ist die **Strategy Map** dann von Interesse, wenn der Einsatz einer **Balanced Scorecard (BSC)** beabsichtigt ist. Die Grundidee der **BSC** und ihre Nutzung als kennzahlenbasiertes Führungsinstrument wurden bereits in Abschn. 6.2.3.3 erläutert. Ihre besondere Eignung für das strategische Prozessmanagement resultiert aus der Vermeidung eines ausschließlich finanziellen Fokus in Verbindung mit einer klaren Systematik zur Strategiekonkretisierung bis auf die Ebene (teil-)quantifizierter Kennzahlen für wichtige Unternehmensprozesse. Voraussetzung für den Aufbau einer BSC ist eine umfassende Kenntnis der **Ursache-Wirkungs-Beziehungen** zwischen den strategischen Zielen. Das strategische Prozesscontrolling wirkt bei der Identifikation und Dokumentation dieser Wechselwirkungen im Rahmen des Aufbaus kennzahlenbasierter Führungssysteme mit. In diesem Zusammenhang wird das Instrument der **Strategy Map** eingesetzt, um die **Abhängigkeiten zwischen Zielen** zu visualisieren (vgl. Smith 2007, S. 165). Abb. 14.57 verdeutlicht das Prinzip der Strategy Map an einem schematischen Beispiel (vgl. Schmelzer und Sesselmann 2010, S. 237).

Bei der Erstellung einer Strategy Map finden ausschließlich solche Ziele Berücksichtigung, die mit Blick auf die **Wettbewerbsposition** des Unternehmens von Relevanz sind. Da es sich um eine Vorstufe und Ergänzung zur Balanced Scorecard handelt, werden

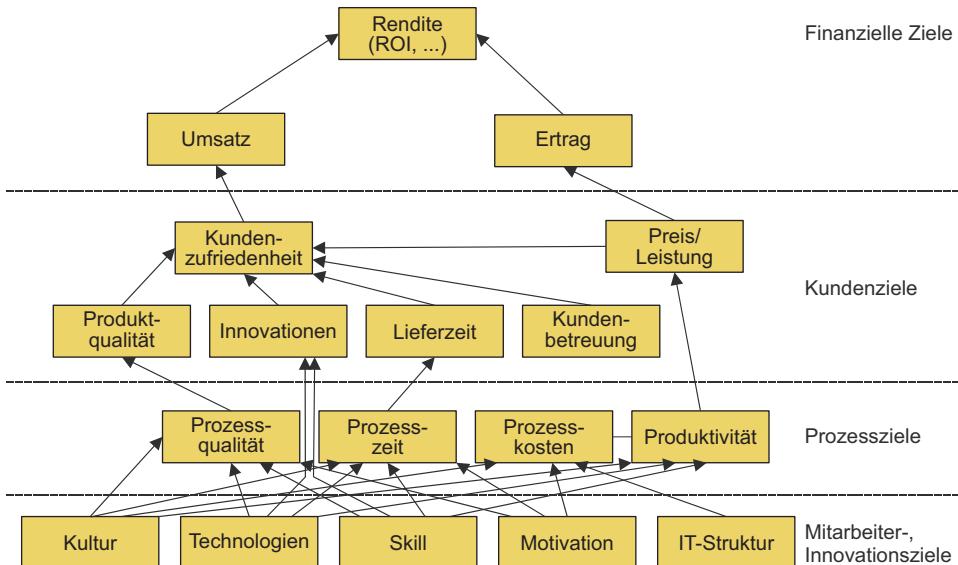


Abb. 14.57 Schematisches Beispiel einer Strategy Map (vgl. Schmelzer und Sesselmann 2010, S. 237)

die Ziele innerhalb der Strategy Map entlang der **vier Perspektiven der Balanced Scorecard** gegliedert. Die Richtung der Pfeile zwischen den einzelnen Zielen verdeutlicht dabei die Wirkungsrichtung der jeweiligen Zielbeziehung.

14.5.2.2.2 Prozess-Benchmarking

► Unter **Prozess-Benchmarking** versteht man die Bewertung der **Leistungsfähigkeit** vorhandener Prozesse durch einen Vergleich mit ähnlichen Prozessen **anderer Organisationen** oder Organisationseinheiten.

Dieser Leistungsvergleich erfolgt stets auf der Grundlage **prozessbezogener Kennzahlen**, die sowohl für den zu bewertenden Prozess als auch für den Referenzprozess vorliegen müssen. Um fundierte Aussagen über die Wettbewerbsfähigkeit der zu evaluierenden Prozesse zu erhalten, strebt das Prozess-Benchmarking den Vergleich mit den Prozessen solcher Unternehmen oder Unternehmensbereiche an, die in Bezug auf die in Rede stehenden Prozesse als führend gelten. Ziel des Prozess-Benchmarkings ist es, die eigenen prozessbezogenen Stärken und Schwächen im Wettbewerbsumfeld verlässlich einzuschätzen, **von den Besten zu lernen** und Effektivitäts- und Effizienzsteigerungspotenziale zu identifizieren.

Wesentliche Voraussetzung für einen aussagekräftigen Vergleich ist daher die Auswahl einer geeigneten **Vergleichsbasis**. Diesbezüglich unterscheidet man zwischen internem und externem Prozess-Benchmarking: Handelt es sich um einen Vergleich der Prozesse zweier Bereiche desselben Unternehmens, spricht man von **internem Prozess-**

Benchmarking. Demgegenüber wird ein Vergleich der Prozesse des eigenen Unternehmens mit denen anderer Unternehmen als externes Prozess-Benchmarking bezeichnet.

Für ein **externes Prozess-Benchmarking** kommen vergleichbare Unternehmen derselben Branche oder anderer Branchen in Frage. Mit Blick auf die Vergleichbarkeit sind dabei folgende Aspekte zu berücksichtigen (vgl. Ahlrichs und Knuppertz 2010, S. 198 f.):

- Unternehmen können – selbst wenn sie in derselben Branche tätig sind – verschiedene Strategien verfolgen, die wiederum zu unterschiedlichen Prozessabläufen und -zielen führen. Die Vergleichbarkeit kann dadurch eingeschränkt sein.
- Häufig sind inhaltlich ähnliche Prozesse in verschiedenen Unternehmen auf unterschiedliche Weise in die Organisation eingebunden. Für einen aussagekräftigen Vergleich muss daher auf eine sorgfältige und „faire“ Abgrenzung des zu vergleichenden Prozessumfangs geachtet werden.
- Zudem sollte sich das Vergleichsunternehmen in der gleichen Phase des Leistungszyklus befinden. Der Vergleich eines Unternehmens, das erst vor kurzem in den Markt getreten ist, mit einem bereits über mehrere Jahre etablierten Unternehmen ist zwar möglich, sollte aber eher im Sinne eines Lernanstoßes ausgewertet werden.

Das Instrument des Prozess-Benchmarkings leistet besonders im Rahmen des strategischen Prozesscontrollings wertvolle Unterstützung, indem es aufzuzeigen hilft, ob und in welchem Ausmaß ein **Leistungsrückstand** bezüglich der eigenen Prozesse gegenüber den besten Unternehmen besteht. Diese Information stellt einen wichtigen Anhaltspunkt für die Festlegung der Zielvorgaben im Rahmen der strategischen Planung der Prozessziele dar.

Aufgrund der Orientierung an prozessbezogenen Kennzahlen und den dahinter stehenden Ursache- und Wirkungsbeziehungen lassen sich aus dem Leistungsvergleich häufig unmittelbar wichtige **Ursachen** der Leistungsunterschiede und daraus wiederum gezielte und wirksame **Verbesserungsmaßnahmen** ableiten (vgl. Schmelzer und Sesselmann 2010, S. 274). Ist der Leistungsabstand eines Prozesses zu groß, kann dies zum Anlass genommen werden, ein **Outsourcing** des betreffenden Prozesses in Betracht zu ziehen (vgl. Ahlrichs und Knuppertz 2010, S. 199 f.). Abb. 14.58 verdeutlicht das Vorgehen bei der Vorbereitung und Durchführung eines Prozess-Benchmarkings.

14.5.3 Operatives Prozesscontrolling

Analog zur Korrespondenz zwischen strategischem Prozesscontrolling und strategischem Prozessmanagement bildet das operative Prozesscontrolling das Pendant zum operativen Prozessmanagement. Es begleitet dessen Aufgabenerfüllung, indem es

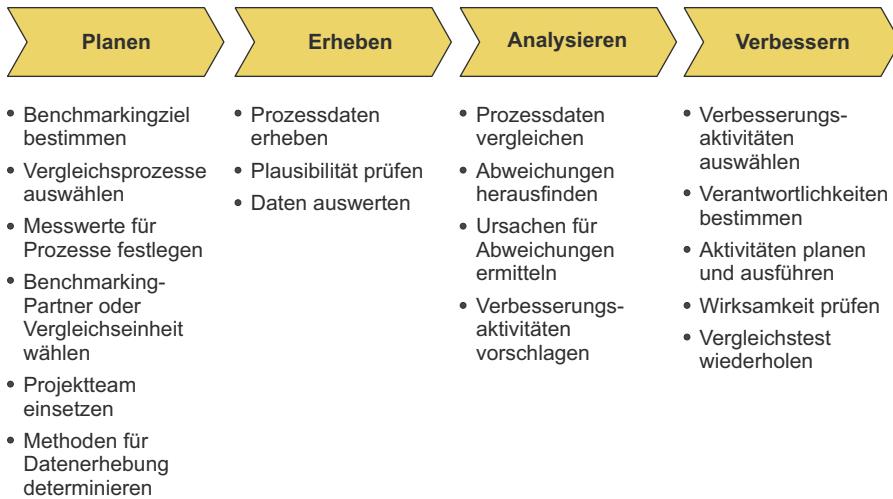


Abb. 14.58 Schritte bei der Durchführung eines Prozess-Benchmarkings (vgl. Ahlrichs und Knuppertz 2010, S. 199)

- Methoden für die Planung, Steuerung und Kontrolle von Reorganisationsprojekten sowie zur Planung, Steuerung, Überwachung der Ausführung von Prozessen auswählt, bereitstellt und deren konsistente Anwendung sichert,
- die zur Anwendung der Methoden benötigten prozessbezogenen Informationen in der geforderten Qualität erhebt und aufbereitet sowie
- Unterstützung bei der Anwendung dieser Methoden im Rahmen der inhaltlichen Durchführung von operativen Prozessmanagementaufgaben leistet.

Der nachfolgende Abschn. 14.5.3.1 führt diese allgemeinen Aktivitäten näher aus. Anschließend werden in Abschn. 14.5.3.2 ausgewählte Instrumente des operativen Prozesscontrollings erläutert.

14.5.3.1 Aufgaben des operativen Prozesscontrollings

Wie im Fall der Aufgaben des strategischen Prozesscontrollings orientiert sich auch die Darstellung der Aufgaben des operativen Prozesscontrollings an den in Abschn. 14.1.3 abgegrenzten **Aufgabenfeldern des Prozessmanagements**. In Anlehnung an Abb. 14.5 lassen sich die **Aufgaben** des operativen Prozessmanagements wie folgt gliedern:

- Controlling-Aufgaben zur Unterstützung der Planung, Steuerung und Kontrolle von Reorganisationsprojekten (einschließlich der Prozesseinführung) sowie
- Controlling-Aufgaben zur Unterstützung der Planung, Steuerung, Überwachung der Ausführung von **Prozessen** (Prozessbetrieb).

Der erstgenannte Aufgabenbereich – Controlling von Reorganisationsprojekten – deckt sich inhaltlich weitgehend mit den Aufgaben des Controllings allgemeiner Organisationsprojekte und weist kaum durch die Prozessorientierung verursachte Besonderheiten auf. Daher konzentrieren sich die folgenden Ausführungen auf den zweiten Aufgabenbereich, das **Controlling während der Prozessausführung**. Besonders hervorzuheben sind in diesem Zusammenhang zwei nachfolgend behandelte Aufgaben, nämlich die Unterstützung bei der Planung operativer Prozessziel-Vorgaben (vgl. Abschn. 14.5.3.1.1) sowie die laufende Prozessleistungsmessung (vgl. Abschn. 14.5.3.1.2). Die daran anknüpfenden Ausführungen über Business-Process-Management-Systeme vertiefen die Prozessleistungsmessung unter dem Gesichtspunkt der IT-Unterstützung (vgl. Abschn. 14.5.3.1.3).

14.5.3.1.1 Planung operativer Prozessziel-Vorgaben

Mit der schrittweisen Ableitung messbarer **Erfolgsindikatoren** aus den strategischen Unternehmenszielen (vgl. Abschn. 14.2.1) ist der Übergang vom strategischen zum operativen Prozessmanagement vollzogen, dessen Führungshandeln sich nun an diesen Indikatoren – in der Literatur auch als Leistungsparameter bezeichnet – auszurichten hat. Um eine auf Effizienz der Prozessausführung gerichtete Steuerung der Prozesse im Sinne der Erfolgsindikatoren zu ermöglichen, bedarf es quantitativ oder qualitativ sowie zeitlich und inhaltlich konkretisierter **Zielvorgaben** für jeden prozessbezogenen Leistungsparameter.

Einerseits sind die vom strategischen Prozessmanagement häufig auf höheren Verfeinerungsstufen der Prozesswelt angesiedelten Zielvorgaben für die **Teilprozesse** der unteren Verfeinerungsstufen sowie für einzelne **Prozessschritte** zu detaillieren. Andererseits gilt es, die Vorgaben des strategischen Prozessmanagements – die in aller Regel einen längerfristigen Horizont besitzen – auch in zeitlicher Hinsicht zu konkretisieren. Dazu sind diese in einen prozessindividuellen, operativ umsetzbaren Entwicklungspfad aus **kurzfristigen Zielsetzungen** zu transformieren, welcher den jeweils betrachteten Prozess schrittweise in den langfristig angestrebten Soll-Zustand überführt. Dieser Pfad der Zielerreichung ist periodisch zu überprüfen und – in Abhängigkeit von der tatsächlichen Zielerreichung und unter Berücksichtigung einer eventuell geänderten strategischen Zielsetzung – revolvierend anzupassen. Abb. 14.59 verdeutlicht die Konkretisierung und Detaillierung prozessbezogener Zielvorgaben an einem Beispiel.

Bei der Planung der operativen Zielvorgaben leistet das operative Prozesscontrolling Unterstützung, indem es

- ein **systematisches** Vorgehen bei der inhaltlichen und zeitlichen Konkretisierung der Zielvorgaben für die prozessbezogenen Erfolgsindikatoren sicherstellt sowie
- die Konsistenz der konkretisierten Zielvorgaben überwacht, d. h. ihre Widerspruchsfreiheit untereinander und im Verhältnis zu den Vorgaben des strategischen Prozessmanagements sichert.

Prozess: Auftragsabwicklung					
Strategische Prozesszielvorgabe: Gesamtdurchlaufzeit höchstens 10 Tage bis 2024					
Teilprozess	Ist 2020 (höchstens ... Tage)	Ziel 2021 (höchstens ... Tage)	Ziel 2022 (höchstens ... Tage)	Ziel 2023 (höchstens ... Tage)	Ziel 2024 (höchstens ... Tage)
Auftrag einplanen	2	1	1	1	1
Material beschaffen	9	7	5	4	3
Produkt fertigen	6	5	4	3	3
Produkt prüfen	3	3	2	2	1
Produkt versenden	3	2	2	2	2
Gesamtdurchlaufzeit	23	18	14	12	10

Abb. 14.59 Zeitliche Konkretisierung prozessbezogener Zielvorgaben auf Teilprozess-Ebene

S – spezifisch	Prozessziele müssen konkret auf einen Geschäftsprozess bezogen, hinsichtlich Zieldimension, Zielausmaß und Varianzbereich der Zielerreichung eindeutig definiert sowie priorisiert und gewichtet sein.
M – messbar	Die Erreichung der Prozessziele muss über tatsächlich aus dem Prozessgeschehen erhebbare Messgrößen (Indikatoren) nachgewiesen werden können.
A – akzeptiert	Prozessziele müssen verständlich, nachvollziehbar und motivierend sein.
R – realistisch	Prozessziele müssen mit den verfügbaren Ressourcen erreichbar sein.
T – terminiert	Der Zeitpunkt der Zielerreichung ist mit Angabe der Varianzbreite festzulegen.

Abb. 14.60 SMART-Kriterien für die Prozesszielplanung (vgl. Schmelzer und Sesselmann 2010, S. 272)

Der Konsistenzsicherung kommt insofern eine besondere Bedeutung zu, als auch bei der operativen Prozesszielplanung die Zielplanung häufig **dezentral** durch die Prozessverantwortlichen erfolgt, deren Ziel- und Maßnahmenpläne aufeinander abzustimmen sind.

Zur Sicherung einer systematischen Vorgehensweise bei der Zielplanung stellt das operative Prozesscontrolling bestimmte Anforderungen an die operativen Prozessziele. Ein Beispiel für derartige Anforderungen liefert Abb. 14.60. Es handelt sich dabei um eine für die Prozesszielplanung angepasste Variante der so genannten **SMART-Kritieren** (vgl. Schmelzer und Sesselmann 2010, S. 272).

14.5.3.1.2 Prozessleistungsmessung

Um die im Rahmen der Prozesszielplanung angestrebte Zielerreichung in den Geschäftsprozessen zu sichern, ist es erforderlich (vgl. Schmelzer und Sesselmann 2010, S. 281),

- die Ist-Situation anhand der prozessbezogenen Erfolgsindikatoren zu bestimmen,
- Zielabweichungen rechtzeitig zu erkennen,
- die Ursachen der Abweichungen zu identifizieren,
- Maßnahmen zu ihrer Beseitigung zu entwickeln,
- den Erfolg der Verbesserungsmaßnahmen zu überprüfen und
- aus den gewonnenen Erkenntnissen systematisch Erfahrungswissen zur verbesserten Beherrschung der Geschäftsprozesse aufzubauen.

Das operative Prozesscontrolling unterstützt diese Aufgaben, indem es die zur Berechnung der Erfolgsindikatoren benötigten qualitativen und quantitativen Prozessmerkmale erfasst, aufbereitet und auswertet (vgl. Loos et al. 2010, S. 453). Dabei ist zwischen der laufenden **Prozessleistungsmessung** und der periodischen **Prozessevaluation** zu unterscheiden. Während die **laufende Prozessleistungsmessung** in kurzen Zeitabständen die aktuellen Werte der Prozessmerkmale erhebt, daraus die Erfolgsindikatoren berechnet und diese mit den Zielvorgaben vergleicht, untersucht die **periodische Prozessevaluation** in größeren Abständen den Einfluss der strukturellen Rahmenbedingungen auf die Effektivität und Effizienz der Prozesse (vgl. Schmelzer und Sesselmann 2010, S. 282). Beide Formen der Prozessbeurteilung ergänzen einander. Im Folgenden wird die laufende Prozessleistungsmessung näher betrachtet.

Voraussetzung für die laufende Prozessleistungsmessung ist die Etablierung eines **Messsystems**, welches die relevanten Prozessmerkmale systematisch erhebt und anforderungsgerecht bereitstellt. Der Aufbau eines solchen Messsystems ist eine zentrale Aufgabe des operativen Prozesscontrollings. Wichtige Festlegungen des Messsystems gibt Abb. 14.61 wieder.

Die Erfolgsindikatoren lassen sich naturgemäß nur **ex post**, d. h. aus den Merkmalen bereits ausgeführter Prozesse oder Prozessschritte, ermitteln. Zur Erhebung dieser Informationen stehen drei grundsätzliche Möglichkeiten zur Verfügung (vgl. Allweyer 2010, S. 387 f.; Loos et al. 2010, S. 454; Schmelzer und Sesselmann 2010, S. 430 ff.):

Erstens die Erhebung durch **Befragung oder Selbstaufschreibung**: Auch ohne Softwareunterstützung können wichtige Basisdaten für die Erfolgsindikatoren – z. B. die Anzahl bearbeiteter Geschäftsvorfälle, Bearbeitungszeiten, Reklamationshäufigkeiten oder Terminabweichungen – erhoben werden, indem Prozessbeobachter oder die Mitarbeiter selbst diese Informationen protokollieren.

Zweitens die Erhebung aus den **operativen Anwendungssystemen**: Wichtige Datenquelle für ein Messsystem sind die prozessunterstützenden Administrations- und Dispositionssysteme. Da in vielen Unternehmen neben **ERP-Systemen** auch noch weitere operative Systeme für Spezialaufgaben eingesetzt werden (z. B. CRM- und SCM-Systeme), liegen die entsprechenden Daten über das Unternehmen verteilt vor und müssen

Festlegungen des Messsystems	Mit der Festlegung zu beantwortende Fragen
Messgrößen	Welches sind die konkreten Prozessmerkmale, die zur Berechnung der Erfolgsindikatoren aus den Prozessen gemessen werden müssen?
Messpunkte	An welchen Stellen innerhalb der Prozesse werden diese Merkmale gemessen?
Messzeitpunkt oder -frequenz	Zu welchem Zeitpunkt und/oder wie häufig wird gemessen?
Messwerkzeuge	Mit welchen Hilfsmitteln werden die Messungen erhoben?
Messverantwortung	Wer ist für die korrekte Durchführung der Messung, für die Weiterleitung der Messergebnisse und für deren Weiterverarbeitung verantwortlich?

Abb. 14.61 Festlegungen eines Messsystems (in Anlehnung an Schmelzer und Sesselmann 2010, S. 283)

zunächst **zusammengeführt und vereinheitlicht** werden. Erschwerend wirkt dabei der fehlende Bezug dieser Daten zu der bearbeitenden Prozessinstanz. Dieser Zusammenhang muss daher bei der Extraktion **rekonstruiert** werden. Dies kann z. B. anhand von Referenzen in den Datensätzen auf anwendungssystemübergreifend verwendete Belegnummern (z. B. Angebots-, Auftrags-, Rechnungs- oder Lieferscheinnummern) geschehen. Zeitstempel in den Transaktionsdaten und Logdateien erlauben zudem Rückschlüsse auf die Bearbeitungsreihenfolge und die Bearbeitungszeit. Nicht immer gelingt es auf diese Weise, alle Controlling-relevanten Prozessdaten zu erschließen (vgl. Abb. 14.62).

Drittens die Erhebung durch **Workflow-Management- (WFMS)** oder **Business-Process-Management-Systeme (BPMS)**: Systeme zur Unterstützung der Ablaufsteuerung bieten den Vorteil, dass sie auch bei verteilter Vorgangsbearbeitung stets den Bezug zur Prozessinstanz und ihrem jeweiligen Bearbeitungszustand aufrechterhalten. Über die Monitoring-Komponente eines WfMS oder BPMS ist der Abruf Controlling-relevanter Prozessattribute meist ohne weiteres möglich. Allerdings werden davon nur solche Attribute erfasst, die von der Process Engine, d. h. der Steuerungskomponente des WfMS oder BPMS, beobachtet werden können. Dies sind z. B. Verweildauern von Vorgängen in der Worklist eines Bearbeiters, Zeitintervalle zwischen dem Aufruf eines benötigten Anwendungssystems und der Rückgabe der Ablaufkontrolle an die Ablaufsteuerung sowie die Häufigkeit, mit der bestimmte Prozessteile (z. B. aufgrund von Reklamationen) erneut durchlaufen werden müssen. Für die Dauer der Bearbeitung durch andere Systeme oder Services jedoch fehlen dem WfMS oder BPMS entsprechende Informationen ebenso wie für Prozesse, deren Ausführung das WfMS oder BPMS nicht unterstützt.

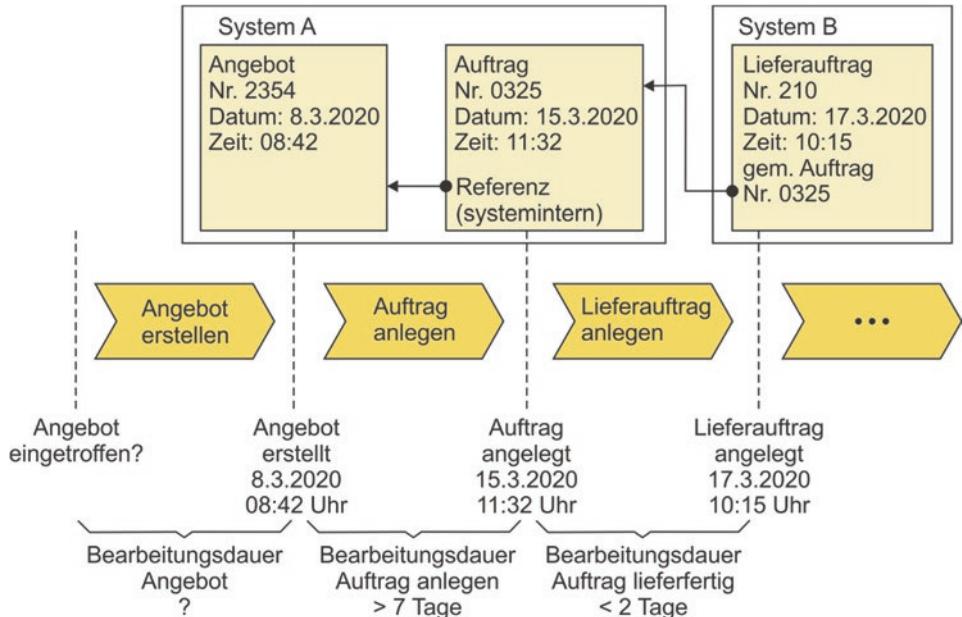


Abb. 14.62 Rekonstruktion einer Prozessinstanz aus den Daten operativer Anwendungssysteme

14.5.3.1.3 Process-Performance-Management-Systeme

Keine der drei im vorangehenden Abschnitt genannten Erhebungsmöglichkeiten kann für sich genommen den Informationsbedarf des operativen Prozesscontrollings voll abdecken. In aller Regel ist dazu eine **Kombination** dieser Verfahren nötig, was die Komplexität der Vereinheitlichung, Zusammenführung und Konsistenzsicherung der Messgrößen stark anwachsen lässt. **Process-Performance-Management-Systeme** (PPM-Systeme) widmen sich diesem Integrationsproblem, indem sie eine einheitliche Sicht auf die Ausführungsdaten von Prozessinstanzen herstellen.

Dazu werden alle Systeme, die in die Auswertung einzbezogen werden sollen, über systemspezifische **Adapter** an das PPM-System angeschlossen. Diese Adapter übernehmen die Extraktion und Transformation der Prozessdaten aus den jeweiligen Systemen. Nach ihrer Zuordnung zu einzelnen Prozessinstanzen werden diese Daten in einen gesonderten, ausschließlich für Analysezwecke bestimmten Datenspeicher, **der als Data Warehouse organisiert ist**, geladen. PPM-Systeme verfügen zudem über Analysewerkzeuge, welche es dem Benutzer ermöglichen, auf dem gesamten Prozessdaten-Bestand umfassende Auswertungsrechnungen nach verschiedenen Kriterien und auf verschiedenen Aggregationsniveaus durchzuführen. Aufgrund dieser Eigenschaften zählen PPM-Systeme zur Kategorie der **Business-Intelligence-Systeme**. Darüber hinaus bieten PPM-Systeme zahlreiche Möglichkeiten der zielgruppengerechten Aufbereitung der Auswertungen in Form textbasierter Berichte oder grafischer Darstellungen (vgl. Abb. 14.63).

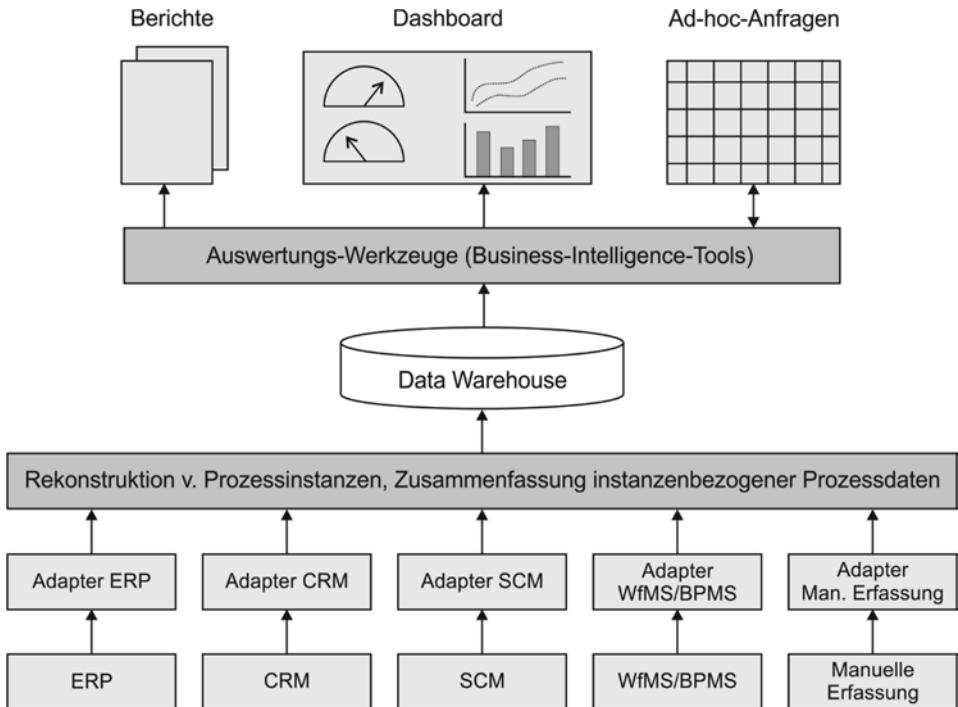


Abb. 14.63 Prinzipieller Aufbau eines Process-Performance-Management-Systems

Zur grafischen Kennzahlenaufbereitung und -präsentation verwenden PPM-Systeme häufig ein so genanntes **Dashboard** („Kennzahlen-Cockpit“), das unterschiedliche grafische Darstellungsformen nach Art einer Instrumententafel kombiniert. Neben herkömmlichen Diagrammtypen wie Kreis-, Linien- und Balkendiagrammen kommen dort insbesondere Ampel-, Tachometer- oder Thermometer-Darstellungen zum Einsatz, die auf leicht erfassbare Weise – z. B. durch unterschiedliche farbliche Hinterlegung von Skalenbereichen – visualisieren, ob sich eine Kennzahl innerhalb oder (positiv oder negativ) außerhalb des angestrebten Normalbereichs bewegt.

Die automatisierte Kennzahlenermittlung mittels PPM-Systemen erhöht die Kennzahlengüte und erweitert die Auswertungsmöglichkeiten erheblich. Zudem wird die Prozessleistungsmessung beschleunigt. Grundsätzlich ist mit derartigen Systemen eine Prozessdatenerfassung und -auswertung in **Quasi-Echtzeit** möglich. Bei Einrichtung entsprechender Messpunkte können Störungen im Prozessablauf, z. B. termingefährdende Verzögerungen in der Bearbeitung eines Prozessschritts, sofort registriert und einer **Ausnahmebehandlung** zugeführt werden. Letztere kann z. B. darin bestehen, dass das registrierte Ereignis einen vordefinierten Prozess zur Problembehebung auslöst (z. B. die automatische Zuweisung zu einem anderen Mitarbeiter). Bei geschäftskritischen Ereignissen kann auch ein entsprechender Warnhinweis im Dashboard oder auf dem Smartphone eines Verantwortlichen ausgegeben werden.

Eine solche Echtzeit-Überwachung von Prozessen wird als **Business Activity Monitoring** (BAM) bezeichnet; Unternehmen, welche die Echtzeit-Überwachung von Prozessen durchgängig umsetzen, werden als **Real Time Enterprises** bezeichnet (vgl. Allweyer 2010, S. 400 ff.). Voraussetzung hierfür ist die explizite Modellierung und Implementierung von Prozessen zur Ausnahmebehandlung.

14.5.3.2 Instrumente des operativen Prozesscontrollings

Als Beispiele für wichtige **Instrumente des operativen Prozesscontrollings** werden im Folgenden die Prozesskostenrechnung (vgl. Abschn. 14.5.3.2.1) und die Prozesssimulation (vgl. Abschn. 14.5.3.2.2) näher erläutert.

14.5.3.2.1 Prozesskostenrechnung

Zwar spielen **nicht-monetäre Größen** im Prozesscontrolling eine deutlich größere Rolle als im klassischen Unternehmenscontrolling. Dennoch verwendet auch das Prozesscontrolling ergänzend **finanzielle Größen** zur Beurteilung und Steuerung von Prozessen. So ist das Prozessmanagement daran interessiert, Prozesse auch anhand ihrer Kosten zu bewerten und zu vergleichen. Eine Senkung dieser Prozesskosten stellt ein häufiges Ziel des Prozessmanagements dar. Dies setzt voraus, dass die durch einen (bestehenden oder geplanten) Prozess verursachten Kosten zuverlässig ermittelt werden können.

Mit der **Prozesskostenrechnung** (engl. activity based costing) steht dem Prozesscontrolling ein originär prozessorientiertes Kostenrechnungskonzept zur Verfügung. Das **Ziel** der Prozesskostenrechnung besteht darin, die durchschnittlichen Kosten einer Prozessinstanz – d. h. der einmaligen Ausführung eines Prozesses – zu ermitteln. Im Unterschied zur klassischen Kostenstellen- und Kostenträgerrechnung werden die Gemeinkosten nicht pauschal auf die einzelnen Leistungen umgelegt. Stattdessen werden auch für alle sekundären Leistungen, die in die primären Prozesse zur Herstellung marktfähiger Produkte eingehen, die Herstellkosten ermittelt und den primären Prozessen als Empfänger dieser Leistungen (und damit als Verursacher der mit ihrer Erbringung verbundenen Kosten) zugerechnet. Beispiele für solche **sekundären Leistungen** sind die Inanspruchnahme von Personalkapazitäten, die Erstellung einer Mahnung, die Durchführung einer Verfügbarkeitsprüfung oder die Bearbeitung einer Kundenreklamation. Anders als bei der **klassischen Gemeinkostenzurechnung** wird damit gewährleistet, dass jeder Prozess in dem Maß an den Kosten der sekundären Leistungserbringung beteiligt wird, in dem er diese in Anspruch nimmt. Die Folge ist eine gegenüber der pauschalen Gemeinkostenverrechnung **verursachungsgerechtere Kostenzurechnung**, vor allem in Fällen, in denen die Gemeinkosten einen sehr hohen Anteil an den Gesamtkosten ausmachen.

Die Schritte zur Durchführung der Prozesskostenrechnung werden in Abb. 14.64 wiedergegeben (vgl. Allweyer 2010, S. 240 f.).

Ermittlung der Prozesse	Identifikation der Prozesse, der enthaltenen Prozessschritte sowie der Abhängigkeiten zwischen diesen aufgrund von Leistungsaustauschbeziehungen.
Analyse der einzelnen Prozesse	Ermittlung der durchschnittlichen Bearbeitungszeiten für die einzelnen Prozessschritte (Funktionen) sowie der für die Bearbeitung der Prozessschritte relevanten Kostenarten. Für jede Kostenart wird der Umfang der prozessbedingten Inanspruchnahme der zugehörigen Leistung oder Ressource bestimmt.
Festlegung der Kostentreiber der einzelnen Prozessschritte	Für jeden Prozess und jeden enthaltenen Prozessschritt wird ermittelt, welche Bezugsgröße die Höhe der Kosten determiniert (z. B. die Zahl der bearbeiteten Aufträge im Fall der Auftragsabwicklung).
Ermittlung der Kostensätze	Aus der Kostenstellenrechnung werden die Kostensätze für jede Beanspruchungseinheit der relevanten Kostenarten berechnet. Beispiele sind die durchschnittlichen Kosten für eine Mitarbeiterstunde, für eine Maschinenstunde oder für eine Mengeneinheit eines bestimmten Materials.
Ermittlung und Verrechnung leistungsmengen-neutraler Kosten	Leistungsmengen neutrale Kosten sind Kosten, die in einer Kostenstelle anfallen, aber nicht von der Menge einer in einem Prozess erbrachten Leistung abhängig sind. Diese „Restgröße“ wird ermittelt und über einen Verteilungsschlüssel – z. B. anhand der Anzahl der Mitarbeiter einer Kostenstelle – umgelegt.
Ermittlung der durchschnittlichen Inanspruchnahme der Prozessschritte und anderer Prozesse	Schließlich wird ermittelt, wie viele Einheiten der Kostentreiber der in einem Prozess enthaltenen Prozessschritte bzw. anderer zuliefernder Prozesse im Durchschnitt benötigt werden, um eine Einheit des Gesamtprozesstreibers – z. B. eines Auftrags – zu bearbeiten. Diese „Faktoreinsatzmengen“ werden mit den in den vorangehenden Schritten ermittelten Kostensätzen bewertet.

Abb. 14.64 Vorgehensweise bei der Prozesskostenrechnung (nach Allweyer 2010, S. 240 f.)

14.5.3.2.2 Prozess-Simulation

Im Zusammenhang mit der Prozessmodellierung und -implementierung ist es häufig notwendig, prozessbezogene **Gestaltungentscheidungen** zu treffen, ohne deren Validität und Effizienz im Echtbetrieb überprüfen zu können. In solchen Fällen können **Prozesssimulationen** Unterstützung leisten, da sie es gestatten, in systematischer Weise Experimente auf der Basis eines Prozessmodells (Simulationsmodell) durchzuführen.

Prozesssimulationen werden von einigen WFMS und BPMS durch entsprechende Komponenten unterstützt. Das Vorgehen besteht darin, einen Prozessablauf **unter variierenden Bedingungen** „durchzuspielen“ und die Auswirkungen dieser Änderungen auf den Prozess anhand verschiedener **Kenngrößen** zu beobachten. Als Beobachtungsgrößen kommen dabei grundsätzlich alle Indikatoren und Prozessmerkmale in Frage, die auch zur Leistungsmessung realer Prozessabläufe verwendet werden. Die nach Gadatsch mit einer Prozesssimulation verfolgten drei Ziele sind in Abb. 14.65 dargestellt.

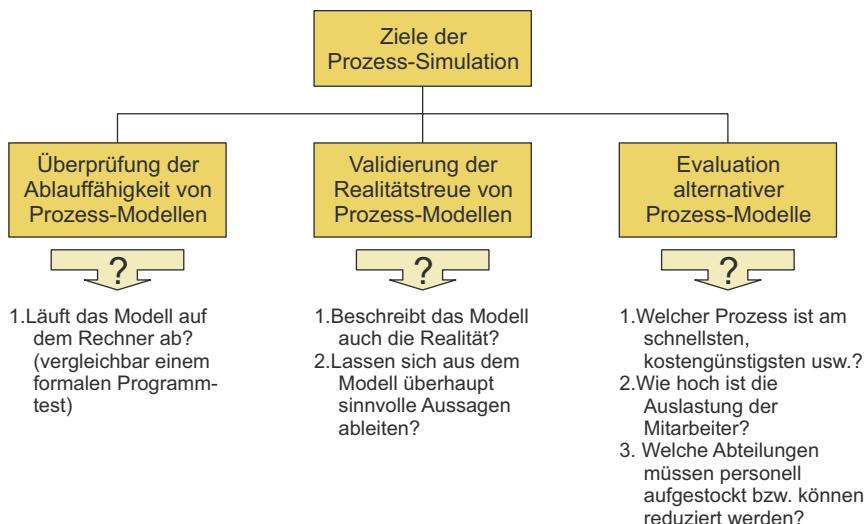


Abb. 14.65 Ziele einer Prozesssimulation nach Gadatsch (2010, S. 221)

Je umfangreicher die zu implementierenden Prozesse sind, desto komplexer wird die Überprüfung ihrer **Korrektheit und Konsistenz**. Eine Prozesssimulation kann den Nachweis liefern, ob ein Prozess- oder Workflowmodell überhaupt ablauffähig ist und sich damit als Grundlage für eine Prozess-Ablaufsteuerung eignet oder nicht (erstes Ziel).

Eine Prozesssimulation kann auch dazu beitragen, ein Prozessmodell auf **Realitätstreue**, d. h. auf inhaltliche Übereinstimmung mit der Realität, zu überprüfen (zweites Ziel). Dies kann geschehen, indem auf Basis eines den Ist-Zustand darstellenden Prozessmodells und unter realitätsnahen Annahmen Simulationsexperimente durchgeführt werden, deren Ergebnisse mit im realen Prozess tatsächlich beobachteten Größen – z. B. Durchlaufzeiten oder Kapazitätsauslastungen – verglichen werden.

Schließlich kommen Prozessverantwortliche häufig in die Lage, zwischen mehreren **alternativen Umsetzungsmöglichkeiten** eines Prozesses wählen zu müssen (drittes Ziel). Freiheitsgrade bestehen z. B. hinsichtlich der Entscheidung, ob einzelne Prozessschritte automatisiert oder manuell durchgeführt werden sollen. Prozesssimulationen bieten hier die Möglichkeit, die in Frage kommenden Alternativen unter Modellbedingungen hinsichtlich der als entscheidungsrelevant erachteten Kennzahlen (z. B. Durchlaufzeiten, Prozesskosten, Kapazitätsauslastung) zu vergleichen.

Abb. 14.66 zeigt in enger Anlehnung an Gadatsch (2010, S. 226) das Vorgehen bei der **Vorbereitung und Durchführung einer Simulationsuntersuchung**. Dabei wird eine Simulation gemäß Ziel 3 (Evaluierung und Vergleich von Prozessalternativen) unterstellt.

Nr.	Schritt	Erläuterung
1	Zielsetzung festlegen	Vorab ist festzulegen, auf welches Ziel hin die Prozessvarianten untersucht werden sollen, z. B. Minimierung der Durchlaufzeit eines Auftrags in der Fertigung.
2	Informationsbeschaffung	Die relevanten Basisdaten für die Prozesssimulation zur Beschreibung der Ausgangssituation der Simulation müssen erfasst werden, z. B. Auftragsaufkommen, Bearbeitungszeiten, Störgrößen und deren Eintrittswahrscheinlichkeiten.
3	Modellbildung	Der reale Ablauf und seine zu untersuchenden Varianten hinsichtlich Bearbeitungsreihenfolgen, alternativer Prioritätsregeln usw. sind formalisiert zu beschreiben.
4	Implementierung	Das Modell ist anschließend im Simulationswerkzeug zu hinterlegen. Dazu ist ggf. eine Transformation des Prozessmodells in die Sprache des Simulationswerkzeugs erforderlich.
5	Validierung	Mit Hilfe von Vorab-Simulationsläufen ist das Modell auf seine Ausführbarkeit und Realitätstreue zu überprüfen (Ziele 1 und 2)
6	Experiment	Im Rahmen der eigentlichen Simulation werden Experimente mit systematisch variierenden Versuchsparametern (z. B. unterschiedliche Planungshorizonte, Kapazitätsausstattungen usw.) durchgeführt und die Ergebnisse protokolliert.
7	Ergebnisanalyse und -bewertung	Die numerischen Resultate des Simulationstools müssen aufbereitet und interpretiert werden. Aus der Analyse kann sich ein Bedarf an weiteren Experimenten mit veränderten Modellen oder Versuchsparametern ergeben.

Abb. 14.66 Vorgehensweise bei einer Prozesssimulation (vgl. Gadatsch 2010, S. 226 f.)

Literatur

- Ahlrichs, F., Knuppertz, T.: Controlling von Geschäftsprozessen, 2. Aufl. Schäffer-Poeschel, Stuttgart (2010)
- Allweyer, T.: Geschäftsprozeßmanagement, Strategie, Entwurf, Implementierung, Controlling. W3L, Herdecke/Bochum (2010)
- Atzert, S.: Strategisches Prozesscontrolling – Koordinationsorientierte Konzeption auf der Basis von Beiträgen zur theoretischen Fundierung von strategischem Prozessmanagement. Gabler, Wiesbaden (2011)
- Becker, J., Algermissen, L., Pfeiffer, D., Räckers, M.: Bausteinorientierte Modellierung von Prozesslandschaften mit der PICTURE-Methode am Beispiel der Universitätsverwaltung Münster. Wirtschaftsinformatik. **29**(4), 267–279 (2007)
- Berthold, H.J.: Aktionsdatenbanken in einem kommunikationsorientierten EDV-System. Informatik-Spektrum. **6**, 20–26 (1983)
- Binner, H.F.: Prozessorientierte TQM-Umsetzung, Reihe: Organisationsmanagement und Fertigungsautomatisierung. Hanser, München (2000)
- Ferstl, O., Sinz, E.J.: Geschäftsprozessmodellierung. Wirtschaftsinformatik. **35**(6), 589–592 (1993)

- Fieweger, U.: Ein Vorgehensmodell zur Einführung von Standardsoftware – Grundlegung und Anwendung am Beispiel eines Kaltwalzwerkes, Diplomarbeit, Wirtschaftsinformatik. FernUniversität Hagen, Hagen (1996)
- Gadatsch, A.: Grundkurs Geschäftsprozessmanagement, Methoden und Werkzeuge für die IT-Praxis: Eine Einführung für Studenten und Praktiker, 6. Aufl. Viehweg + Teubner, Wiesbaden (2010)
- Gadatsch, A., Kuppertz, T., Schnägelberger, S.: Status Quo Geschäftsprozessmanagement – Umfrage zur aktuellen Situation in Deutschland, Österreich und der Schweiz. www.bpm-expo.com (2007)
- Gal, T., Gehring, H.: Betriebswirtschaftliche Planungs- und Entscheidungstechniken. DeGruyter, Berlin/New York (1981)
- Galler, J., Scheer, A.-W.: Workflow-Projekte: Vom Geschäftsprozeß zur unternehmensspezifischen Workflow-Anwendung. Inf. Manag. 1, 20–27 (1995)
- Gane, C., Sarson, T.: Structured Systems Analysis. Prentice-Hall, Englewood Cliffs (1979a)
- Gane, T., Sarson, T.: Structured Systems Analysis: Tools and Techniques. Prentice Hall Inc, Englewood Cliffs (1979b)
- Gehring, H.: Betriebliche Anwendungssysteme, Kurseinheit 2, Prozessorientierte Gestaltung von Informationssystemen. FernUniversität in Hagen, Hagen (1998)
- Götze, U.: ZP-Stichwort: Prozesscontrolling. Z. Planung Unternehmenssteuerung. 18, 323–332 (2007)
- Hammer, M., Champy, J.: Reengineering the Corporation: A Manifesto for Business Revolution. Harper Collins Publishers Inc., New York (1993)
- Hansen, H.R., Mendling, J., Neumann, G.: Wirtschaftsinformatik, 12. Aufl. de Gruyter, Berlin (2019)
- Hofmann, J.: Aktionsorientierte Datenbanken im Fertigungsbereich, Reihe Betriebs- und Wirtschaftsinformatik 27, Berlin (1988)
- Horvath, P.: Controlling, 9. Aufl. Vahlen, München (2003)
- Keller, G., Nüttgens, M., Scheer, A.-W.: Semantische Prozessmodellierung auf der Grundlage „Ergebnisgesteuerter Prozessketten (EPK)“. In: Scheer, A.-W. (Hrsg.) Veröffentlichungen des Instituts für Wirtschaftsinformatik, Heft 89. Saarbrücken (1992)
- Kirchmer, M., Scheer, A.-W.: Change Management – der Schlüssel zu Business Process Excellence. In: Scheer, A.-W., Abolhassan, F., Jost, W., Kirchmer, M. (Hrsg.) Change Management im Unternehmen, S. 1–14. Springer, Berlin/Heidelberg (2003)
- Koontz, H., O'Donnell, C.: Principles of Management: An Analysis of Managerial Functions. McGraw-Hill, New York (1955)
- Krcmar, H.: Innovationen durch Strategische Informationssysteme. In: Dichtl, E., Gerke, W., Kieser, A. (Hrsg.) Innovation und Wettbewerbsfähigkeit, S. 227–246. Gabler, Wiesbaden (1987)
- Küpper, H. (Hrsg.): Controlling: Konzeption, Aufgaben und Instrumente, 3. Aufl. Schaeffer-Poeschel, Stuttgart (2001)
- Kurbel, K., Nenoglu, G., Schwarz, G.: Von der Geschäftsprozess-Modellierung zur Workflow-Spezifikation – Zur Kompatibilität von Modellen und Werkzeugen. Handbuch der Maschinellen Datenverarbeitung. 34(198), 66–82 (1997)
- Leistert, O.: Führungskoordinierendes Geschäftsprozesscontrolling. Kovac, Hamburg (2006)
- Loos, P., Fettke, P.: Zum Beitrag empirischer Forschung in der Informationsmodellierung – Theoretische Aspekte und praktische Beispiele. In: Loos, P., Krcmar, H. (Hrsg.) Architekturen und Prozesse – Strukturen und Dynamik in Forschung und Unternehmen. Springer, Berlin (2007)
- Loos, P., Balzert, S., Werth, D.: Controlling von Geschäftsprozessen. In: Jochem, R., Mertins, K., Knothe, T. (Hrsg.) Prozessmanagement – Strategien, Methoden, Umsetzung. Symposium, Düsseldorf (2010)

- Mertens, P.: Moden und Nachhaltigkeit in der Wirtschaftsinformatik, Arbeitspapier Nr. 1/2006, Universität Erlangen-Nürnberg, Wirtschaftsinformatik I, Nürnberg (2006)
- Mertens, P., Schumann, M., Hohe, U.: Informationstechnik als Mittel zur Verbesserung der Wettbewerbsposition – Erkenntnisse aus einer Beispielsammlung. In: Zur, E., Spremann, K. (Hrsg.) Informationstechnologie und strategische Führung, S. 109–135. Gabler, Wiesbaden (1989)
- Müller, J.: Workflow-Based Integration – Grundlagen, Technologien, Management. Springer, Berlin (2005)
- Nägele, R., Schreiner, P.: Bewertung von Werkzeugen für das Management von Geschäftsprozessen. Z. Organ. **71**(4), 201–210 (2002)
- Nüttgens, M.: Rahmenkonzept zur Evaluierung von Modellierungswerkzeugen zum Geschäftsprozessmanagement, in: Informationssystem-Architekturen 9, 2002, 2, Rundbrief der GI-Fachgruppe WI-MobIS (2002), S. 101–111
- Österle, H.: Business Reengineering, Prozeß- und Systementwicklung, Band 1 Entwicklungstechniken, 2. Aufl. Springer, Berlin (1995)
- Osterloh, M., Frost, J.: Prozessmanagement als Kernkompetenz, Wie Sie Business Reengineering strategisch nutzen können, 4. Aufl. Wiesbaden (2003)
- Petri, C.A.: Kommunikation mit Automaten. Mathematisches Institut der Universität Bonn, Bonn (1962)
- Porter, M.E.: Wettbewerbsvorteile, Spitzenleistungen erreichen und behaupten, 6. Aufl. Campus, Frankfurt am Main (2004)
- Rockart, J.F.: Chief Executives define their own data needs. Harv. Bus. Rev. **57**, 81–93 (1979)
- Scheer, A.-W.: ARIS – Vom Geschäftsprozeß zum Anwendungssystem, 3. Aufl. Springer, Berlin (1998a)
- Scheer, A.-W.: ARIS – Modellierungsmethoden, Metamodell, Anwendungen, 3. Aufl. Springer, Berlin (1998b)
- Scheer, A.-W., Jost, W.: Geschäftsprozeßmodellierung innerhalb einer Unternehmensarchitektur. In: Vossen, G., Becker, J. (Hrsg.) Geschäftsprozeßmodellierung und Workflow-Management – Modelle, Methoden, Werkzeuge, S. 29–46. Thomson, Bonn (1996)
- Scheer, A.-W., Bold, M., Hagemeyer, J., Kraemer, W.: Organisationsstrukturen und Informationssysteme im Wandel – Konsequenzen für die Informationsmodellierung. In: Scheer, A.-W. (Hrsg.) Organisationsstrukturen und Informationssysteme auf dem Prüfstand, 18. Saarbrücker Arbeitstagung 1997 für die Industrie, Dienstleistung und Verwaltung, S. 32, Heidelberg (1997)
- Schmelzer, H.J., Sesselmann, W.: Geschäftsprozessmanagement in der Praxis, 7. Aufl. Hanser, München (2010)
- Schreyögg, G.: Strategische Planung – Kurseinheit 2: Elemente und Schrittfolge der Strategischen Planung. Fakultät Wirtschaftswissenschaft, Lehrbriefe FernUniversität in Hagen, Hagen (1996)
- Schulze König, K.: Nutzenpotentiale des EDI-Einsatzes zur Prozeßunterstützung in einem Dienstleistungsunternehmen, Diplomarbeit. FernUniversität in Hagen, Fakultät Wirtschaftswissenschaft, Hagen (2002)
- Seidlmeier, H.: Prozessmodellierung mit ARIS, Eine beispielorientierte Einführung für Studium und Praxis. Vieweg, Braunschweig/Wiesbaden (2002)
- Sharp, A., McDermott, P.: Workflow Modeling: Tools for Process Improvement and Application Development. Artech House, Norwood (2002)
- Smith, R.F.: Business Process Management and the Balanced Scorecard. Using Processes as Strategic Drivers. Wiley, Hoboken (2007)
- Umbach, H., Metz, P.: Use Cases vs. Geschäftsprozesse. Informatik Spektrum. **29**(6), 424–432 (2006)
- Weber, P., Gabriel, R., Lux, T., Schroer, N.: Basiswissen Wirtschaftsinformatik, 3. Aufl. Springer, Berlin (2019)
- White, S.A.: Introduction to BPMN. www.bpmn.org (2004). Zugegriffen am 22.03.2008



Datenmanagement

15

Kap. 15 ist das dritte Kapitel des Teils D. Es befasst sich mit dem Datenmanagement. In Abb. 15.1 ist die Einordnung des Kap. 15 in den Teil D dargestellt.

Das Datenmanagement befasst sich mit der Gestaltung und der Erschließung der Datenwelt eines Unternehmens in einer Weise, die zu einer möglichst hohen Effektivität und Effizienz der entlang der Wertschöpfungskette eingesetzten Anwendungssysteme beiträgt. Im Zeitablauf haben sich die Anforderungen an die Datenverarbeitung und Datenhaltung deutlich verschärft. Einerseits hat die Datenanalyse neben der traditionell im Vordergrund stehenden Transaktionsverarbeitung stark an Bedeutung gewonnen. Andererseits ist der von den Anwendungssystemen zu bewältigende Datendurchsatz insbesondere im Bereich der Web-Anwendungen explosionsartig angestiegen. Die Veränderungen auf Anwendungsseite gingen mit einer Technologieentwicklung im Bereich der Datenorganisation und Datenspeicherung einher, die etwa folgende Stufen umfasste:

- Verwaltung einzelner Dateien mit Dateiverwaltungssystemen
- Verwaltung mehrerer zu einer Datenbank zusammengefassten Dateien mit einem Datenbankverwaltungssystem und
- Verwaltung mehrerer auf Knoten eines Rechnernetzes verteilter Dateien und Datenbanken.

Geraume Zeit setzten ab der zweiten Stufe die relationale Datenmodellierung und relationale Datenbankverwaltungssysteme einen Standard im Datenmanagement, der eine relativ übersichtliche Welt der Datenbankverwaltungssysteme zur Folge hatte. Geänderte Anforderungen hinsichtlich Datenart, -volumen und -analyse haben zu einer Ausdifferenzierung von Datenbank-Technologien und damit zu recht unterschiedlichen Arten von Datenbankverwaltungssystemen geführt. Interessanterweise hatten besonders hohe Anforderungen an das zu bewältigende Datenvolumen eine „Wiederbelebung“ der Daten-

D Gestaltung von Anwendungssystemen
13 Entwicklungsmanagement
14 Geschäftsprozessmanagement
15 Datenmanagement

Abb. 15.1 Einordnung von Kap. 15 in den Teil D

verwaltung in Form extrem leistungsfähiger verteilter Dateisysteme zur Folge (vgl. Lusti (1997); Zehnder (2002); Saake et al. (2008); Weber et al. (2019), S. 111 ff.).

Das vorliegende Kapitel behandelt Konzepte und Systeme des Datenmanagements unter Berücksichtigung der genannten Entwicklungsstufen der Datenbanktechnologie. Betrachtet werden im Einzelnen:

- Grundlegende Begriffe und Verfahren der Datenorganisation sowie die Verwaltung von Dateien mit Datenverwaltungssystemen (vgl. Abschn. 15.1).
- Aufbau, Funktionen und Nutzung relationaler Datenbanksysteme sowie die ihnen zugrunde liegende relationale Datenmodellierung (vgl. Abschn. 15.2).
- Organisationsformen des Einsatzes relationaler Datenbanksysteme in Rechnernetzen (vgl. Abschn. 15.3).
- Fortgeschrittene Konzepte und Systeme der Datenverwaltung in Rechnernetzen (vgl. Abschn. 15.4)

15.1 Grundlagen der Datenorganisation und des Datenmanagements

Die Datenorganisation ist ein zentraler Bereich des Datenmanagements. Sie befasst sich mit der Bildung von Dateneinheiten sowie insbesondere mit Konzepten und Verfahren der effizienten Speicherung, Suche und Pflege von Daten. (vgl. Wirth (1983)) Im vorliegenden Abschnitt werden zunächst einige Grundbegriffe der Datenorganisation abgegrenzt (vgl. Abschn. 15.1.1) Danach werden Speicherungs- und Zugriffsverfahren für Daten behandelt, die in Dateien organisiert sind (vgl. Abschn. 15.1.2). Es folgt die Behandlung von Verfahren zur Suche und Sortierung von in Dateien organisierten Daten (vgl. Abschn. 15.1.3). Abschließend werden Systeme zur Verwaltung von in Dateien organisierten Daten betrachtet, die Dateiverwaltungssysteme (vgl. Abschn. 15.1.4).

15.1.1 Grundbegriffe der Datenorganisation

Einige Grundbegriffe der Datenorganisation wurden bereits bei der Behandlung semantischer Informationseinheiten in Kap. 2 eingeführt, und zwar Datenelement, Datensatz und

Datei (vgl. Abschn. 2.2.3.1). Sie werden im Folgenden näher erläutert. Eingeführt werden zudem zwei weitere zentrale Begriffe der Datenorganisation, die Begriffe des Schlüssels und der Datenbank.

- Ein **Datenelement** (auch als Datenfeld, Attribut oder Segment bezeichnet) ist definiert als eine Folge von Zeichen, die einen Sinngehalt besitzt.

Datenelemente beschreiben einzelne Merkmale eines bestimmten Sachverhalts. Beispiele für ein Datenelement sind eine Telefonnummer oder ein Straßename. Durch die Zusammenfassung von Datenelementen, die sich auf denselben Sachverhalt beziehen, gelangt man zu einem Datensatz.

- Ein **Datensatz** ist eine Menge logisch zusammengehöriger Datenelemente. Jedes Datenelement in einem Datensatz beschreibt ein Merkmal, für das der Datensatz einen konkreten Merkmalswert enthält.

Ein einfaches Beispiel für einen Datensatz ist eine Kundenadresse mit den Merkmalen: Kundennummer, Nachname, Vorname, Straße, Hausnummer, PLZ, Ort, Telefonnummer, E-Mail-Adresse. Fasst man nun mehrere solcher Datensätze zu einer Einheit zusammen, spricht man von einer Datei.

- Eine **Datei** ist eine Menge logisch zusammengehöriger, meist gleichartiger Datensätze.

So fasst man z. B. die Adressen aller Kunden eines Unternehmens in einer Datei zusammen. Eine Datei wird in der Regel auf einem Externspeicher dauerhaft abgelegt und unter einem Namen, dem Dateinamen (engl. file name), vom jeweiligen Betriebssystem oder einem eventuell verwendeten Dateiverwaltungssystem verwaltet.

In praktischen Anwendungen umfassen Dateien häufig sehr viele verschiedene Datensätze. Es stellt sich dann das Problem, die Datensätze innerhalb der Datei zu kennzeichnen, um z. B. bestimmte Datensätze später leicht wieder aufzufinden. Zu diesem Zweck dienen bestimmte Merkmale innerhalb eines Datensatzes, so genannte Schlüssel.

- Ein **Schlüssel** ist ein Merkmal oder eine Kombination von Merkmalen, die zur Kennzeichnung von Datensätzen dienen.

Die obige Definition besagt zunächst nicht, dass ein Schlüssel zwingend eindeutig sein muss. Dient der Schlüssel jedoch dazu, durch seinen Wert einen bestimmten Datensatz eindeutig zu identifizieren, so spricht man von einem **Identifikationsschlüssel**. Da die „natürlichen“ Merkmale eines Datenobjekts – z. B. die Kombination aus Nach- und Vornamen einer Person – häufig keine Eindeutigkeit garantieren, werden künstlich erzeugte Identifikationsschlüsse bevorzugt. Ein Beispiel für einen künstlichen Identifikationschlüssel ist eine durchlaufend vergebene Kundennummer oder die Matrikelnummer von Studierenden. Eine Übersicht gebräuchlicher Schlüsselbegriffe enthält Abb. 15.2.

Bezeichnung	Erläuterung und Beispiel	Eindeutigkeit
Identifikations-schlüssel	Identifiziert durch seinen Wert einen bestimmten Datensatz eindeutig, z. B. eine laufend vergebene Kundennummer.	zwingend
Suchschlüssel	Grenzt durch seinen Wert die Menge der gesuchten Datensätze in einer Datei ein, z. B. Wohnort und Straßename („gesucht sind alle Kunden, die in Hagen in der Profilstraße ansässig sind“); im Grenzfall Suche nach einem bestimmten Datensatz, z. B. Kunde mit bestimmter Kundennummer.	in der Regel nicht gegeben
Sortierschlüssel	Bestimmt die Reihenfolge, in der die Datensätze in einer Datei physisch abgespeichert sind, z. B. Nachname mit Vorname; falls Eindeutigkeit gefordert ist, z. B. Kundennummer.	nicht zwingend
Primärschlüssel	Der durch die Dateiorganisation (z. B. durch einen Index, vgl. Abschn. 15.1.2.2) unmittelbar unterstützte Hauptschlüssel, über den Zugriffe besonders effizient möglich sind. Bei (Index-)sequentieller Dateiorganisation (vgl. Abschnitt 15.1.2.1) ist dies zwangsläufig der Sortierschlüssel; bei anderen Speicherungsformen ein beliebiger eindeutiger Schlüssel.	meist gefordert
Sekundär-schlüssel	Durch eine sekundäre Dateiorganisation (vgl. Abschn. 15.1.2.7) mittelbar unterstützter Nebenschlüssel für häufig benötigte Abfragen, die nicht über den Primärschlüssel erfolgen, z. B. Nachname mit Vorname, wenn die Kundennummer der Primärschlüssel ist.	nein

Abb. 15.2 Übersicht über gebräuchliche Schlüsselbegriffe

Mithilfe von Schlüsseln lassen sich Beziehungen zwischen Dateien herstellen und damit Datenbestände oberhalb der Dateiebene in Form von Datenbanken organisieren. Der Begriff der Datenbank lässt sich in einer ersten Annäherung wie folgt umreißen:

- Eine **Datenbank** ist ein System von Dateien, zwischen denen logische Beziehungen bestehen. Diese Beziehungen werden z. B. über die Primärschlüssel der Datensätze in diesen Dateien hergestellt.

Für eine erste begriffliche Einordnung soll diese Charakterisierung vorläufig ausreichen. Eine genauere Definition des Datenbankbegriffs erfolgt in Abschn. 15.2.

Aus ihrer besonderen Bedeutung für die betriebliche Informationsverarbeitung ergeben sich verschiedene Anforderungen an die Datenorganisation. Im Folgenden werden einige wesentliche Anforderungen genannt und erläutert:

- **Datenpersistenz:** Die Daten müssen persistent, d. h. dauerhaft und zuverlässig gespeichert sein. Insbesondere sollen sie so gespeichert sein, dass sie auch schwerwiegende Ausfälle von Hard- und Software überdauern.
- **Effizienz und Wirtschaftlichkeit:** Die Art der Datenorganisation soll kurze Zugriffs- und Antwortzeiten gewährleisten. Dabei sollen die Kosten der Datenorganisation in einem angemessenen Verhältnis zu ihrem Nutzen stehen.

- **Integrität:** Die Datenorganisation muss jederzeit die inhaltliche Widerspruchsfreiheit der Daten (Datenkonsistenz), den Schutz der Daten vor Verlust, Beschädigung, Verfälschung und unerlaubtem Zugriff (Datensicherheit) sowie den Schutz von Personen vor der missbräuchlichen Verwendung personenbezogener Daten (Datenschutz) sicherstellen. Datenkonsistenz, Datensicherheit und Datenschutz werden unter dem Begriff der Datenintegrität zusammengefasst.
- **Minimale Redundanz:** Von Datenredundanz spricht man, wenn derselbe Sachverhalt mehrfach im Datenbestand enthalten ist. Redundanzen beanspruchen nicht nur unnötig Speicherplatz, sondern sind auch eine potenzielle Quelle für Inkonsistenzen im Datenbestand. Redundanzen lassen sich nicht vollständig vermeiden, sondern werden zur Gewährleistung anderer Anforderungen (z. B. Datensicherheit) sogar bewusst vorgesehen.
- **Physische Datenunabhängigkeit:** Die Anwendungsprogramme sollen keine Kenntnis von der physischen Struktur der Daten haben, sodass Änderungen an der physischen Struktur der Daten vorgenommen werden können, ohne dass damit auch Änderungen bei den Anwendungsprogrammen erforderlich werden.
- **Logische Datenunabhängigkeit:** Erweiterungen auf der logischen Ebene der Datenorganisation sollen möglich sein, ohne die bestehenden Anwendungsprogramme ändern zu müssen. Man spricht in diesem Zusammenhang auch von Anwendungsneutralität.

15.1.2 Speicherungsformen und Zugriffsmethoden

Eine **Speicherungsform** legt fest, nach welchen Prinzipien Datensätze in einer Datei abgelegt werden. Um auf einen bestimmten Datensatz zum Zweck seiner Verarbeitung zugreifen zu können, benötigt man **Zugriffsmethoden**, die z. B. das Wiederauffinden eines Datensatzes mit einem bestimmten Primärschlüsselwert in einer Datei erlauben.

Speicherungsformen und Zugriffsmethoden beeinflussen die Effizienz der Operationen auf den in einer Datei gespeicherten Datensätzen, insbesondere der Grundoperationen

- Einfügen eines Satzes in eine Datei,
- Entfernen eines Satzes aus einer Datei sowie
- Ändern eines Satzes in einer Datei.

Dabei bestehen zwischen Speicherungsform und Zugriffsmethode Wechselwirkungen insofern, als nicht alle Zugriffsmethoden für alle Speicherungsformen anwendbar sind. Darüber hinaus hängen die Freiheitsgrade bei der Wahl einer Speicherungsform und den zugehörigen Zugriffsmethoden von dem verwendeten externen Speichermedium ab.

Bei der Bewertung der einzelnen Speicherungsformen ist jeweils zu berücksichtigen, auf welche Weise die Datei überwiegend verarbeitet werden soll. Zu unterscheiden sind hier die fortlaufende und die wahlfreie Verarbeitung. Während bei fortlaufender Ver-

arbeitung alle Datensätze einer Datei gemäß ihrer Speicherungsfolge Datensatz für Datensatz verarbeitet werden, zielt die wahlfreie Verarbeitung auf die Verarbeitung einzelner, beliebig gewählter Datensätze ab.

Entsprechend dominiert bei fortlaufender Verarbeitung der sequenzielle Zugriff auf alle Datensätze einer Datei, wie er z. B. im Batch-Betrieb oder im Zusammenhang mit der Datensicherung üblich ist. Demgegenüber steht bei der wahlfreien Verarbeitungsform der schnelle Zugriff auf einzelne Datensätze im Vordergrund, wie ihn insbesondere interaktive Betriebsarten erfordern (zu den Betriebsarten vgl. Abschn. 2.5.2).

Im Folgenden werden einige grundlegende Speicherungsformen und Zugriffsmethoden behandelt. Im Einzelnen handelt es sich um

- die sequenzielle (vgl. Abschn. 15.1.2.1) und Index-sequenzielle Speicherung (vgl. Abschn. 15.1.2.2),
- die verkettete (vgl. Abschn. 15.1.2.3) und Index-verkettete Speicherung (vgl. Abschn. 15.1.2.4),
- die gestreute Speicherung (vgl. Abschn. 15.1.2.5),
- die Speicherung mit Bäumen als Hilfsorganisation (vgl. Abschn. 15.1.2.6) sowie
- die Speicherung mit invertierten Dateien als sekundäre Hilfsorganisation (vgl. Abschn. 15.1.2.7).

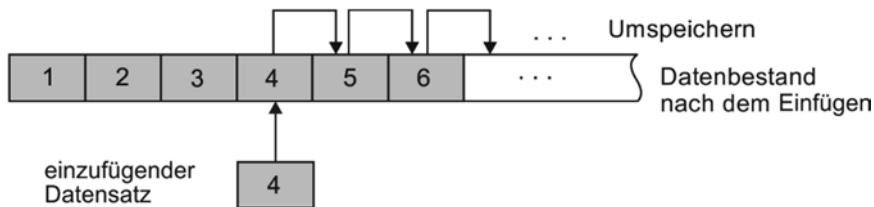
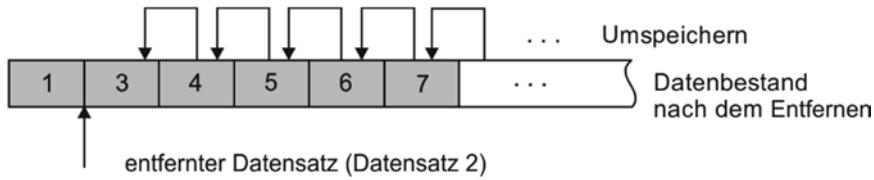
15.1.2.1 Sequentielle Speicherung

Bei der **sequenziellen Speicherung** werden die Datensätze einer Datei fortlaufend und lückenlos auf einem (externen) Speicher abgelegt. Je nach Verarbeitungszweck kann die Abspeicherung der Datensätze unsortiert, z. B. in der Folge des Auftretens entsprechender Vorfälle, oder sortiert, z. B. nach aufsteigenden Primärschlüsselwerten, erfolgen.

Klassische **Speichermedien** für die sequenzielle Speicherung sind Speicher mit seriellem Zugriff, typischerweise das Magnetband. Grundsätzlich kann eine sequenzielle Speicherung jedoch auch auf Direktzugriffspeichern (z. B. Magnetplatte, Diskette, USB-Stick) realisiert werden. Die Speicherbereiche, in denen die Datensätze abgelegt sind – z. B. die Sektoren oder Spuren eines Plattspeichers – müssen in diesem Fall nicht zwingend physisch, sondern logisch aufeinanderfolgen.

Je nach Art des verwendeten Speichermediums stehen bei sequenzieller Speicherung unterschiedliche **Zugriffsmethoden** zur Verfügung. So muss bei seriellen Speichermedien wie dem Magnetband die Datei immer sequenziell gemäß der Speicherungsfolge durchsucht werden, um einen bestimmten Datensatz aufzufinden. Wird dagegen eine sequenzielle Speicherung auf einem Direktzugriffsspeicher realisiert, können effizientere Zugriffsmethoden wie z. B. die binäre Suche angewendet werden, sofern die Datensätze nach dem Suchschlüssel sortiert abgelegt sind. Bei unsortierter Speicherung jedoch verbleibt auch hier wiederum nur die Möglichkeit, bei einer Suche die Datenbestände Satz für Satz sequenziell zu durchlaufen.

Im Gegensatz zum Ändern eines Datensatzes sind die Grundoperationen Einfügen und Entfernen von Datensätzen bei der sequenziellen Speicherung besonders aufwendig, da

**Abb. 15.3** Einfügen eines Datensatzes**Abb. 15.4** Entfernen eines Datensatzes

entweder – bei Speichern mit seriellem Zugriff – jeweils der gesamte Datenbestand kopiert werden muss oder – bei Direktzugriffsspeichern – kaum weniger aufwendige Umspeicherungsvorgänge erforderlich werden. Die beiden Abbildungen Abb. 15.3 und 15.4 verdeutlichen dies an einem Speicher mit direktem Zugriff. Beim Einfügen eines neuen Datensatzes muss zuerst eine Lücke geschaffen werden. Dazu wird die nachfolgende Satzfolge komplett um eine Position nach rechts umgespeichert (vgl. Abb. 15.3).

Beim Entfernen eines Datensatzes muss die Lücke, die der Datensatz hinterlässt, geschlossen werden. Dazu wird die nachfolgende Satzfolge komplett um eine Position nach links umgespeichert (vgl. Abb. 15.4).

Zusammenfassend lässt sich die sequenzielle Speicherung wie folgt bewerten:

- Eine sequenziell gespeicherte Datei kann in der Regel nur in ihrer Speicherungsfolge effizient durchlaufen werden. Soll die Datei gemäß einer bestimmten Sortierung effizient durchlaufen werden, so muss die Speicherungsfolge der gewünschten Sortierfolge entsprechen. Ist dies nicht der Fall, so muss zuvor eine Sortierung vorgenommen werden.
- Das Einfügen und das Entfernen einzelner Datensätze sind bei sequenziell gespeicherten Daten nur auf ineffiziente Weise möglich, und zwar unabhängig von der Art des verwendeten Speichers. Im Mittel muss etwa die Hälfte der gespeicherten Objekte gelesen oder umgespeichert werden. Greift man auf Kopiervorgänge zurück, so müssen praktisch alle Objekte manipuliert werden.

Für eine wahlfreie Verarbeitung kommt die sequenzielle Speicherung daher nicht in Frage. Für Zwecke der fortlaufenden Verarbeitung dagegen ist sie sehr gut geeignet, da der sequenzielle Zugriff auf die Datensätze durch die Speicherungsform unmittelbar unterstützt

wird. Daher besitzt die sequenzielle Organisation nur noch in solchen Fällen Bedeutung, in denen das Aufzeichnen oder Lesen von Massendaten in einem ununterbrochenen Arbeitsgang erfolgt, z. B. zu Zwecken der Datensicherung und Datenrekonstruktion.

15.1.2.2 Index-sequenzielle Speicherung

Die **Index-sequenzielle Speicherung** überwindet einige gravierende Effizienznachteile der sequenziellen Speicherung durch die Erweiterung der sequenziellen Speicherungsform um eine zusätzliche Hilfsorganisation, dem so genannten **Index**. Voraussetzung für die Index-sequenzielle Speicherung ist ein Speicher mit direktem Zugriff.

Bei der Index-sequenziellen Speicherung wird wie folgt vorgegangen: Eine nach dem Primärschlüssel aufsteigend sortierte Datei wird in Bereiche unterteilt. Die Bereiche werden in aufeinanderfolgenden Abschnitten, z. B. Sektoren oder Spuren eines Direktzugriffspeichers, abgelegt. Den Index hat man sich nun wie eine Tabelle nach Art eines Inhaltsverzeichnisses vorzustellen: Gegeben sei eine Unterteilung der Ausgangsdatei in m Bereiche. Vereinfachend sei angenommen, dass jeder Bereich dieselbe Anzahl n von Datensätzen umfasst. Für jeden der $i = 1, \dots, m$ Dateibereiche wird ein Eintrag im Index angelegt, der einerseits den Primärschlüsselwert des letzten und andererseits die physische Adresse (dargestellt durch einen **Zeiger**, d. h. einen Adressverweis auf einen anderen Speicherbereich) des ersten Datensatzes des jeweiligen Dateibereiches enthält. Die Einträge eines Index werden ebenfalls nach aufsteigenden Primärschlüsselwerten sortiert. Die resultierende Index-sequenzielle Dateiorganisation veranschaulicht Abb. 15.5.

Für den Zugriff auf einen bestimmten Datensatz, z. B. auf den Datensatz mit dem **Primärschlüssel** s_{22} , ist in zwei Schritten vorzugehen:

- (1) Suche im Index nach dem ersten Eintrag, dessen Primärschlüssel größer (oder gleich) ist als der Suchschlüssel s_{22} (der zweite Eintrag in Abb. 15.5). Die dort abgelegte Adresse verweist auf den zutreffenden Dateibereich.
- (2) Suche im identifizierten Ziel-Datenbereich, bis der gesuchte Datensatz (hier der zweite) gefunden ist.

Die Suche kann in beiden Schritten z. B. mit einem effizienten binären Suchverfahren durchgeführt werden; der Zugriff auf einen bestimmten Datensatz über den Primärschlüssel ist somit effizient. Aufgrund der sortierten Speicherung ist darüber hinaus auch ein Durchlaufen der Datei nach Sortierung effizient durchführbar.

Ist die Index-sequenzielle Speicherung in Bezug auf die Effizienz der Zugriffsmethoden noch etwa vergleichbar mit der sequenziellen Speicherung auf Direktzugriffsspeichern, so besitzt sie doch deutliche Effizienzvorteile bezüglich der Grundoperationen Einfügen und Entfernen, da die jeweils notwendigen Umspeicherungsvorgänge immer auf einen Dateibereich und damit auf einen relativ kleinen Ausschnitt des Datenbestandes begrenzt sind.

Aufgrund der Begrenzung auf lediglich lokale Maßnahmen beim Einfügen und Entfernen erlaubt die Index-sequenzielle Organisationsform im Gegensatz zur sequenziellen Dateiorganisation neben der fortlaufenden Verarbeitung auch eine effiziente wahlfreie

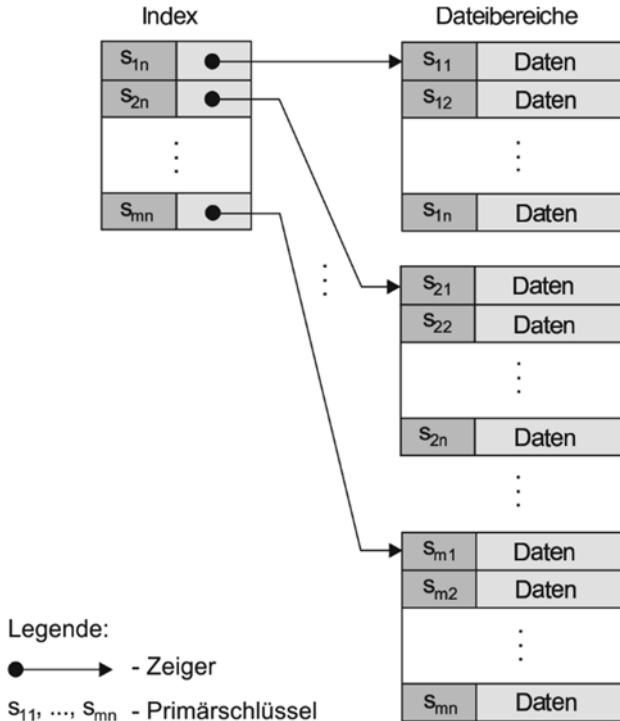


Abb. 15.5 Schematische Darstellung der Index-sequenziellen Dateiorganisation

Verarbeitung der Datensätze einer Datei. Spezielle Mechanismen zur Überlaufbehandlung ermöglichen die flexible Erweiterung Index-sequenziell organisierter Dateien, wenn für einen zu speichernden Datensatz im zutreffenden Dateibereich kein Platz mehr vorhanden ist. Ist eine Datei sehr umfangreich, so enthält der Index viele Einträge und entsprechend länger dauert die Suche im Index. In solchen Fällen ermöglicht ein **mehrstufiger Index** eine schnellere Ermittlung des jeweils zutreffenden Dateibereichs. So wird z. B. bei einem zweistufigen Index die Indextabelle selbst wiederum mit einem Index überlagert.

15.1.2.3 Verkettete Speicherung

Im Unterschied zur sequenziellen Speicherung können bei der **verketteten Speicherung** die Datensätze physisch an beliebigen Stellen eines Speichers abgelegt werden. Die zutreffende logische Folge der Datensätze wird hier durch einen **Zeiger** bei jedem Datensatz hergestellt, welcher die physische Adresse des jeweils nächsten Datensatzes in der Kette angibt. Die Adresse des ersten Datensatzes in der Kette wird als Anker bezeichnet. Voraussetzung für die verkettete Speicherung ist ein Speicher mit direktem Zugriff.

Die Suche bei verketteter Speicherung verläuft Datensatz für Datensatz entlang der durch die Zeiger konstruierten Kette. Es besteht also aus logischer Sicht eine vollkommene Analogie zur sequenziellen Suche, entsprechend ineffizient ist auch der Zugriff auf einen

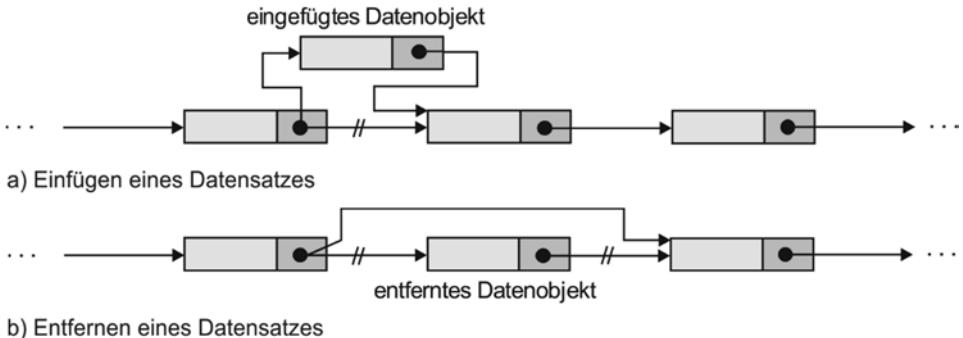


Abb. 15.6 Einfügen und Entfernen von Datenobjekten bei verketteter Speicherung

bestimmten Datensatz. Sofern die Datensätze in der geforderten Sortierung vorliegen, ist der sequenzielle Zugriff effizient durchführbar.

Ausgesprochen effizient dagegen lassen sich bei verketteter Speicherung die Grundoperationen Einfügen und Entfernen ausführen. Ein Kopieren oder Umspeichern von Datenobjekten ist nicht mehr erforderlich, lediglich die Zeiger müssen an der von der Änderung betroffenen Stelle in der Kette aktualisiert werden (vgl. Abb. 15.6).

Insgesamt ist das Hauptproblem der verketteten Speicherung darin zu sehen, dass sie sich trotz der effizienten Einfüge- und Löschoperationen kaum für die wahlfreie Verarbeitung eignet, da als Zugriffsmethode lediglich die sequenzielle Suche zur Verfügung steht.

15.1.2.4 Index-verkettete Speicherung

Ebenso wie die Index-sequenzielle Speicherung basiert die **Index-verkettete Speicherung** auf einem Index als zugriffsbeschleunigender Hilfsorganisation und setzt ebenfalls einen Speicher mit direktem Zugriff voraus.

Im Unterschied zur Index-sequenziellen Speicherung setzt sich eine Index-verkettet gespeicherte Datei nicht aus verschiedenen, zusammenhängenden Speicherbereichen zusammen, sondern aus einer Menge von separaten, aufsteigend sortierten Ketten. Der größte Primärschlüssel einer Kette wird zusammen mit dem Verweis auf den zugehörigen ersten Datensatz in den Index aufgenommen. Anders als bei der Index-sequenziellen Dateiorganisation sind die Datensätze verkettet in logischer Sortierfolge gespeichert. Die Index-verkettete Dateiorganisation ist in Abb. 15.7 schematisch dargestellt.

Der Zugriff auf einen bestimmten Datensatz gestaltet sich analog zum Zugriff bei Index-sequenzieller Dateiorganisation, allerdings kann die Suche in der identifizierten Zielkette aufgrund der Verkettung nur sequenziell erfolgen. Das Suchen ist dennoch effizienter als bei rein verketteter Speicherung, weil der Index die sequenzielle Suche auf relativ kurze Ketten von Datensätzen begrenzt. Dies setzt allerdings voraus, dass die Ketten immer etwa gleich lang gehalten werden. Auch in Bezug auf die Grundoperationen Einfügen und Entfernen besteht weitgehende Analogie zwischen der Index-sequenziellen und der Index-verketteten Organisationsform.

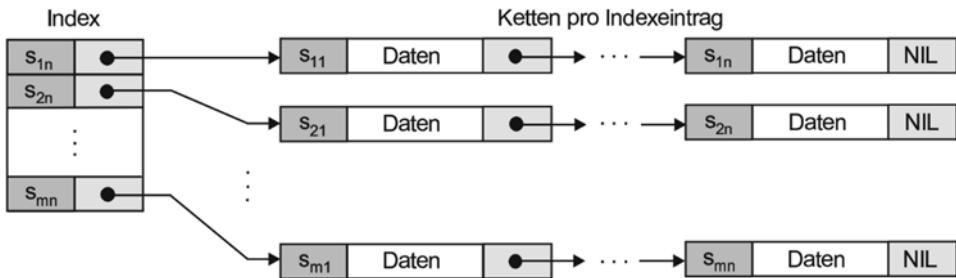


Abb. 15.7 Schematische Darstellung der Index-verketteten Dateiorganisation

Ein Vorteil der Index-verketteten Dateiorganisation besteht darin, dass aufgrund der verketteten Speicherung der Sätze einer Datei ein Überlauf wie bei der Index-sequenziellen Organisationsform nicht auftritt. Nachteilig ist, dass für die Suche innerhalb der Ketten lediglich die sequenzielle Suche zur Verfügung steht. Wie bei der Index-sequenziellen Dateiorganisation empfiehlt sich im Falle großer Dateien die Verwendung mehrstufiger Indizes, um die mittleren Zugriffszeiten zu den gespeicherten Datensätzen zu reduzieren.

15.1.2.5 Gestreute Speicherung

Die Grundidee der **gestreuten Speicherung** besteht darin, aus dem Primärschlüssel s eines Datensatzes eine relative Speicheradresse Ad für diesen Datensatz mittels einer Speicherfunktion oder **Hash-Funktion** (engl. **hash function**) $f : Ad = f(s)$ zu berechnen und den Datensatz unter dieser Adresse abzuspeichern. Die Menge der auftretenden Primärschlüsselwerte wird also in eine Menge von (relativen) Adressen abgebildet. Dies ist nur bei Speichern mit direktem Zugriff möglich.

Abhängig von den Eigenschaften der Funktion f unterscheidet man zwischen zwei Grundmethoden der gestreuten Speicherung:

- Bei der gestreuten Speicherung mit **direkter Adressierung** ist die Funktion f umkehrbar eindeutig, d. h. zu jedem Primärschlüsselwert gibt es genau eine Adresse, und jeder Adresse entspricht genau ein Primärschlüsselwert. Auf diese Weise wird ein Speicherplatz stets nur von höchstens einem Datensatz beansprucht.
- Bei der gestreuten Speicherung mit **indirekter Adressierung** ist die Funktion f nicht umkehrbar eindeutig, d. h. zu jedem Primärschlüsselwert gibt es genau eine Adresse, aber die Umrechnung verschiedener Primärschlüsselwerte kann zur gleichen Adresse führen. Bei der indirekten Adressierung beanspruchen eventuell mehrere Datenobjekte einen bestimmten Speicherplatz. Man spricht in diesem Fall von einer Kollision synonymer Datenobjekte. Kollisionen bedürfen einer besonderen Behandlung.

Für numerische Primärschlüssel tritt die Funktion f bei der direkten Adressierung häufig in folgender Form auf:

$$Ad = b \cdot s + d,$$

wobei s den Primärschlüsselwert, b die sogenannte Spanne und d die Startadresse des zu belegenden Speicherbereichs bezeichnet. Die Spanne ist eine ganze positive Zahl. Sie gibt an, wie viele Speicherplätze (beispielsweise Bytes) ein Datensatz belegt. Die Adressen der Datensätze müssen entsprechende Lücken aufweisen.

Bei indirekter Adressierung im Fall numerischer Primärschlüssel kann die Adresse z. B. nach der Divisionsrestmethode bestimmt werden. Eine entsprechende Hash-Funktion lautet z. B.

$$Ad = b \cdot (s \text{ MOD } m) + d,$$

wobei b die Spanne, d die Startadresse und m den sogenannten Modul bezeichnen. Der Operator „MOD“ steht für die Modulo-Division, die der Ermittlung von Divisionsresten dient. Als Modul ist eine genügend große Primzahl zu verwenden. Der Modul m gibt die Anzahl der berechenbaren Adressen und damit auch die Anzahl der gestreut speicherbaren Datensätze an.

Aufgrund der Möglichkeit, die Adresse eines Datensatzes unmittelbar aus seinem Primärschlüsselwert zu berechnen, ist das Aufsuchen eines bestimmten Datensatzes äußerst effizient. Insbesondere gilt dies für die direkte Adressierung, da hier das Suchen, Einfügen und Entfernen eines Datenobjekts jeweils nur genau einen Zugriff zu dem eindeutig zugeordneten Speicherplatz des Datensatzes erfordert.

Bei der indirekten Adressierung wird die Art des Zugriffs durch die Maßnahmen zur Kollisionsbehandlung beeinflusst. Beispielsweise können Datenobjekte, denen die Hash-Funktion denselben Speicherplatz zuweist, durch verkettete Speicherung miteinander verknüpft werden. Für den Zugriff auf einen bestimmten Datensatz ist diese Kette zu durchlaufen, bis der gesuchte Datensatz aufgefunden wird. Durch geschickte Wahl der Parameter der Hash-Funktion können diese Ketten kurz gehalten werden, sodass das Suchen und Einfügen eines Datenobjekts noch recht effizient möglich ist. Dagegen kann das Entfernen eines Datenobjekts einen erheblich größeren Aufwand verursachen, da gegebenenfalls eine Um-speicherung und Neuverkettung der synonymen Elemente erforderlich wird.

Die direkte Adressierung ist nur auf Datenbestände mit numerischen Primärschlüsseln anwendbar. Außerdem empfiehlt sich ihre Anwendung nur dann, wenn die Menge der tatsächlich auftretenden Primärschlüsselwerte keine großen Lücken aufweist. Denn nur dann wird der dazugehörige Speicherbereich hinreichend dicht mit Daten belegt. Im Falle nicht numerischer oder stark lückender Schlüsselwerte bietet sich die Verwendung der indirekten Adressierung an, die in Verbindung mit geeigneten Methoden zur Kollisionsbehandlung eine bessere Speicherausnutzung bietet.

15.1.2.6 Speicherung mit Bäumen als Hilfsorganisation

In Abschn. 15.1.2.1 und 15.1.2.4 wurden als einfache Tabellen organisierte Indizes als zugriffsbeschleunigende Hilfsstrukturen vorgestellt. Die Suchzeiten lassen sich nochmals

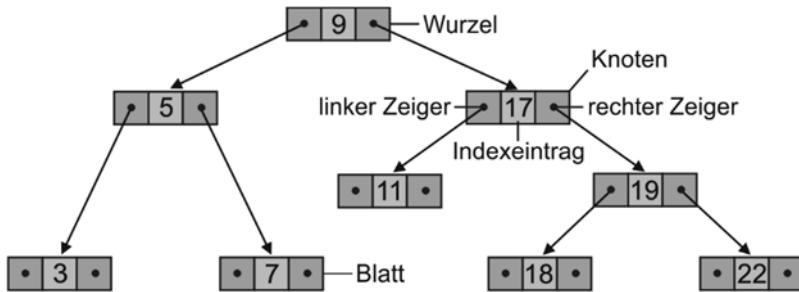


Abb. 15.8 Beispiel für einen sortierten binären Baum

erheblich verkürzen, wenn anstelle von Index-Tabellen baumartig strukturierte Hilfsorganisationen verwendet werden.

Ein **Baum** ist eine aus Knoten und Kanten bestehende Hilfsorganisation. Jeder Knoten beinhaltet eine bestimmte Menge von Indexeinträgen sowie Zeiger, die auf andere Knoten verweisen. Der oberste Knoten, d. h. der Knoten ohne Vorgänger, heißt **Wurzel** des Baumes. Knoten ohne Nachfolger heißen **Blätter**. Die Zeiger repräsentieren die Kanten der Baumstruktur. Ein Indexeintrag umfasst zwei Angaben: erstens den Primärschlüssel des Datensatzes, für den der Eintrag angelegt wurde, und zweitens die Speicheradresse, unter der dieser Satz abgelegt wurde.

Ein einfaches Beispiel für einen solchen Baum mit numerischen Primärschlüsseln ist in Abb. 15.8 wiedergegeben. Hier enthält ein Knoten genau einen Eintrag und maximal zwei Zeiger, man spricht daher von einem **binären Baum**. Genauer gesagt handelt es sich um einen sortierten binären Baum, da der linke der beiden Zeiger immer auf einen logisch vorhergehenden, der rechte Zeiger immer auf einen logisch nachfolgenden Knoten verweist.

Die Suche nach einem Eintrag für einen gegebenen Suchschlüssel umfasst etwa folgende Schritte:

- (1) Zugriff zum aktuellen Knoten. Am Anfang der Suche ist die Wurzel der aktuelle Knoten.
- (2) Vergleich des Eintrags im aktuellen Knoten mit dem Suchschlüssel. Ist der Suchschlüssel identisch mit dem Primärschlüssel des Indexeintrags, so verweist der Indexeintrag auf das gewünschte Element und die Suche endet mit Erfolg. Andernfalls wird zu Schritt (3) übergegangen.
- (3) Ermitteln des in Frage kommenden Nachfolgers des aktuellen Knotens. Ist der Suchschlüssel kleiner als der Primärschlüssel des Indexeintrags, ist der linke, anderenfalls der rechte Nachfolger zu wählen. Der Nachfolger wird zum aktuellen Knoten und es wird zu Schritt (1) übergegangen. Existiert kein derartiger Nachfolger, so endet die Suche ohne Erfolg.

Bäume als Hilfsorganisationen erlauben äußerst effiziente Zugriffe in sehr großen Dateien. So sind bei einem Datenbestand mit einer Million Datensätzen, die mit einem sortierten

binären Baum verwaltet werden, im Mittel $\log_2(10^6) = 20$ Speicherzugriffe erforderlich. Allerdings werden zur Verwaltung sehr großer Datenbestände in der Regel nicht binäre Bäume, sondern Bäume mit einer deutlich höheren Anzahl von Einträgen und Zeigern pro Knoten verwendet. Dadurch kann die Anzahl der Zugriffe noch einmal deutlich gesenkt werden. Darauf hinaus wirkt es sich günstig auf das Zugriffsverhalten aus, wenn darauf geachtet wird, dass alle Blätter und alle Knoten ohne Nachfolger auf derselben hierarchischen Ebene liegen. Bäume mit dieser Eigenschaft bezeichnet man als **B-Bäume** oder balancierte Bäume (engl. **balanced trees**, **B-Trees**).

15.1.2.7 Dateiorganisation mit invertierten Dateien als sekundäre Hilfsorganisation

Sekundäre Hilfsorganisationen unterstützen die Selektion von Datensätzen für Selektionskriterien, die keine Primärschlüssel darstellen. Bei diesen Selektionskriterien kann es sich um beliebige Nichtschlüsselattribute handeln. Speziell für **Sekundärschlüssel** als Selektionskriterien lassen sich unterschiedliche Hilfsorganisationen für Zugriffszwecke realisieren. Diese Organisationsformen überlagern die jeweilige Primärorganisation einer Datei, z. B. einen Index oder eine baumartige Hilfsorganisation für den Primärschlüssel.

Nachfolgend werden exemplarisch invertierte Dateien behandelt.

- Eine **invertierte Datei** (engl. inverted file) ist eine Hilfsorganisation für einen Sekundärschlüssel, welche für einen beliebigen Sekundärschlüsselwert die Primärschlüsselwerte der Sätze ausweist, in denen dieser Sekundärschlüsselwert auftritt.

Somit besitzt eine invertierte Datei die Form einer Tabelle. Jeder Eintrag in der Tabelle besteht aus einem Sekundärschlüsselwert sowie aus keinem, einem oder mehreren Primärschlüsselwerten. Zur weiteren Verdeutlichung diene das in Abb. 15.9. angegebene Beispiel.

Invertierte Datei		Nutzdatendatei			
Ort	ZOrt	KundenNr	Name	Gruppe	Ort
Aachen	0047 1341	0019	Abel	A	Berlin
Berlin	0019 0103 1406 1982	0047	Behrend	C	Aachen
Bremen	0053 0157 0161	0053	Bult	A	Bremen
Legende:		0103	Diemel	B	Berlin
ZOrt – Zeiger auf Ort		0157	Dunger	B	Bremen
		0161	Emster	C	Bremen
		1341	Gallus	A	Aachen
		1406	Gimpel	C	Berlin
		1982	Hilpert	B	Berlin

Abb. 15.9 Einfaches Beispiel für eine invertierte Datei

Die Selektion von Datensätzen für einen vorgegebenen Sekundärschlüsselwert, beispielsweise den Wert Berlin, verläuft in folgenden Schritten:

- (1) Zugriff zur invertierten Datei und Ermitteln des Eintrags mit dem Sekundärschlüsselwert Berlin unter Verwendung eines effizienten Suchverfahrens wie z. B. der binären Suche. Entnahme der Primärschlüsselwerte aus dem Eintrag. Hier sind das die Werte 0019, 0103, 1406 und 1982. Diese Werte repräsentieren symbolische Zeiger, welche genau auf diejenigen Sätze verweisen, in denen der Sekundärschlüssel Ort den Wert Berlin aufweist.
- (2) Zugriff zu den Sätzen der Nutzdatendatei, auf die die im ersten Schritt ermittelten Zeiger verweisen. Bei den Dateizugriffen wird die hier nicht dargestellte primäre Hilfsorganisation, wie z. B. ein Index, verwendet.

Sofern der Suchschlüssel nicht dem Primärschlüssel entspricht, sind invertierte Dateien ein geeignetes Mittel, da sie einen wesentlich schnelleren Zugriff auf die gesuchten Datensätze erlauben. Dem Vorteil eines schnelleren Zugriffs auf die gesuchten Datensätze steht der Nachteil eines höheren Speicherplatzbedarfs und Verwaltungsaufwandes von invertierten Dateien gegenüber. Aus diesem Grund empfiehlt sich die Einrichtung einer invertierten Datei vorrangig für solche Sekundärschlüssel, die sehr häufig als Selektionskriterium herangezogen werden.

15.1.3 Suchen und Sortieren

Die Suche von Daten in einem Datenbestand (vgl. Abschn. 15.1.3.1) sowie das Sortieren eines Datenbestandes (vgl. Abschn. 15.1.3.2) sind zwei grundlegende Aufgabenstellungen der Datenorganisation. Ihre effiziente Durchführung ist von wesentlicher Bedeutung für das Laufzeitverhalten von Anwendungssystemen.

15.1.3.1 Suchen

Die Durchführung von **Suchoperationen** wurde in Abschn. 15.1.2 im Zusammenhang mit Zugriffsmethoden verschiedentlich erwähnt. Dabei wurde bereits deutlich, dass die Eignung und Effizienz gewisser Suchverfahren wesentlich von der Organisation des zu durchsuchenden Datenbestandes abhängt. Hier sollen beispielhaft die sequenzielle und die binäre Suche kurz vorgestellt werden.

Bei der **sequenziellen Suche** wird der Datenbestand in einer physisch oder logisch vorgegebenen Reihenfolge Datensatz für Datensatz nach einem vorgegebenen Suchkriterium abgesucht. Bis zum Auffinden des gewünschten Datensatzes ist somit im Mittel die Hälfte des gesamten Datenbestandes zu durchsuchen. Sind für die Datensätze eines Bestandes Zugriffshäufigkeiten bekannt, so lässt sich die sequenzielle Suche durch die Sortierung der Datensätze nach der Zugriffshäufigkeit beschleunigen. Die sequenzielle Suche eignet sich sowohl für sequenziell als auch für verkettet gespeicherte Datenbestände.

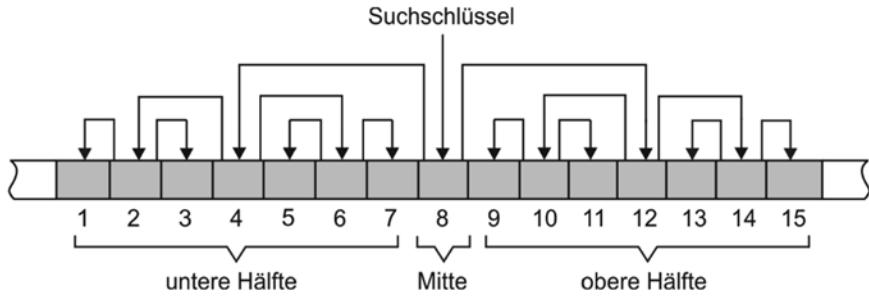


Abb. 15.10 Suchschema der binären Suche

Im Unterschied zur sequentiellen Suche setzt die **binäre Suche** einen nach dem Suchkriterium sortierten, sequenziell gespeicherten Datenbestand voraus. Da ein direkter Zugriff auf alle Datensätze möglich sein muss, ist das Verfahren für verkettete Datenbestände nicht geeignet. Bei der binären Suche wird ein nach dem Suchkriterium aufsteigend oder absteigend sortierter Datenbestand sukzessive in zwei Hälften aufgeteilt. Das jeweils mittlere Element der aktuellen Bestandshälfte wird mit dem Suchschlüssel verglichen. Abhängig vom Ergebnis dieses Vergleichs wird in der vom mittleren Element ausgehenden linken oder rechten Bestandshälfte weitergesucht und dort in analoger Weise wie zuvor für den gesamten Bestand verfahren. Die fortgesetzte Zweiteilung des Rest-Datenbestandes führt schließlich zur Lokalisierung des gesuchten Objekts, vorausgesetzt, es ist im Bestand enthalten. Zur Verdeutlichung dient Abb. 15.10, in der die Zugriffe durch Pfeile repräsentiert sind.

Die Anzahl der Suchschritte (Vergleichsoperationen) bei der binären Suche beträgt für n Datensätze im schlechtesten Fall $\lceil \log_2(n+1) \rceil$, im Durchschnitt etwa $\log_2(n+1) - 1$. Dabei bezeichnet $\lceil x \rceil$ die kleinste ganze Zahl y mit $y \geq x$.

Im Vergleich zur sequentiellen Suche ist die binäre Suche ein sehr effizientes Verfahren. Beispielsweise beträgt die mittlere Anzahl der Suchschritte bei einem Datenbestand von einer Million zu durchsuchender Datensätze im Fall der sequentiellen Suche ca. 500.000 Suchschritte, während die binäre Suche für denselben Datenbestand lediglich ca. 20 Suchschritte benötigt.

Dem Vorteil der Effizienz der binären Suche stehen verschiedene Nachteile und Einschränkungen gegenüber. Ein wesentlicher Nachteil besteht z. B. darin, dass die zu durchsuchende Menge von Objekten nach dem Suchkriterium sortiert abgelegt sein muss. Dies führt bei anderen Operationen, etwa bei dem Einfügen von Elementen, zu einem höheren Aufwand als bei unsortierter Speicherung. Die binäre Suche kommt daher vornehmlich dann in Betracht, wenn ein wenig variabler Datenbestand häufig zu durchsuchen ist.

15.1.3.2 Sortieren

Unter **Sortieren** versteht man das (Um-)Ordnen der Datensätze eines Datenbestandes derart, dass sie gemäß einem Sortierkriterium in auf- oder absteigender Reihenfolge angeordnet sind. Das Sortierkriterium ist ein Merkmal oder eine Kombination von Merkma-

len eines Datensatzes und wird auch als **Sortierschlüssel** bezeichnet. Anhand der Werte des Sortierschlüssels müssen zwei Datensätze im Sinne einer \leq -Ordnungsrelation vergleichbar sein, d. h. für jeden Wert des Sortierschlüssels kann entschieden werden, ob er kleiner oder gleich einem beliebigen anderen Wert desselben Schlüssels ist. Häufig dient der Primärschlüssel als Sortierschlüssel.

Beispielsweise kann eine Sortierung von Personalsätzen leicht nach dem Sortierschlüssel Personalnummer auf- oder absteigend erfolgen. Bei einer Sortierung nach nicht-numerischen Sortierkriterien, z. B. nach dem Nachnamen, wird in der Regel auf eine anerkannte **lexikografische Ordnung** zurückgegriffen, z. B. die Buchstabenfolge im Alphabet. Demnach gilt zum Beispiel: MEIER < MEYER, da I < Y.

Die Speicherungsform hat entscheidenden Einfluss auf die Operationen, die für den Sortievorgang anzuwenden sind:

- Bei sequenziell gespeicherten Objekten wird die Sortierfolge durch Umspeichern von Objekten hergestellt.
- Bei verketteten Objekten bleiben die physischen Speicherplätze erhalten und die Sortierfolge ergibt sich durch das Ändern von Zeigern.

Verfahren zur Sortierung von Datenbeständen, die sich zum Zeitpunkt des Umordnens vollständig im Hauptspeicher befinden, bezeichnet man als interne Sortierverfahren. In praktischen Anwendungen kann die zu sortierende Datei (viel) größer als der Hauptspeicher sein. In solchen Fällen müssen so genannte externe Sortierverfahren angewendet werden, die den Datenbestand aufteilen, stückweise sortieren und die sortierten Teile schließlich wieder zu einer Gesamtordnung vereinigen.

Im Folgenden sollen vereinfachend ausschließlich einige interne Sortierverfahren skizziert werden. Diese können zumindest als Bausteine beim Sortieren externer Bestände eingesetzt werden. Die dargestellten internen Sortierverfahren lassen sich nach dem jeweils verfolgten Sortierprinzip in folgende Grundtypen einteilen:

- Sortieren durch Einfügen, auch als **Insertionsort** bezeichnet: Jeder Datensatz der Ausgangsfolge wird in die Zielfolge eingefügt, nachdem durch paarweisen Vergleich mit den bereits in der Zielfolge einsortierten Datensätzen die richtige Einfügeposition ermittelt wurde.
- Sortieren durch Auswählen, auch als **Selectionsort** bezeichnet: In jedem Schritt wird aus der Ausgangsfolge der Datensatz mit dem aktuell kleinsten (größten) Sortierschlüsselwert entfernt und an die bereits in die Zielfolge eingefügten Datensätze angehängt.
- Sortieren durch Austauschen: In jedem Schritt werden – beginnend bei der ersten Position der Ausgangsfolge bis zur letzten Position – alle unmittelbar benachbarten Datensätze miteinander verglichen und ggf. ausgetauscht. Auf diese Weise gelangt immer der Datensatz mit dem aktuell größten (kleinsten) Sortierschlüsselwert an das Ende der Ausgangsfolge. Dieser wird der Ausgangsfolge entnommen und vor die bereits in der

Verfahren	Anzahl von Vergleichen	
Insertionsort	$(n \cdot (n - 1))/4$	
Selectionsort	$(n \cdot (n - 1))/2$	
Bubblesort	$(n \cdot (n - 1))/2$	
Quicksort	$1,4 \cdot \log_2 n \cdot (n + 1) - 2,8 \cdot n$ (im Mittel)	$0,5 \cdot n^2 - 0,5 \cdot n$ (im ungünstigsten Fall)

Abb. 15.11 Rechenzeitaufwand einiger Sortierverfahren

Zielfolge befindlichen Datensätze an den Anfang der Zielfolge übernommen. Das bekannte Sortierverfahren **Bubblesort** basiert auf diesem Sortierprinzip.

- Sortieren durch Zerlegen: Anhand eines zuvor bestimmten Bezugsschlüsselwertes wird die Ausgangsfolge in zwei Teile zerlegt, die ausschließlich Datensätze mit größerem oder kleinerem Sortierschlüsselwert enthalten. Für die entstandenen Teilfolgen wird erneut ein geeigneter Bezugswert bestimmt usw. Die Zerlegung wird solange fortgesetzt, bis nur noch einelementige Teilfolgen vorliegen, deren Ordnung untereinander gleichzeitig die neue Sortierreihenfolge vorgibt. **Quicksort** (Hoare 1969), ein Sortierverfahren mit großer praktischer Bedeutung, beruht auf diesem Sortierprinzip.

In Abb. 15.11 findet sich ein Vergleich des Rechenzeitverhaltens der angesprochenen Sortierverfahren (vgl. Lipschutz 1987). Angegeben wird jeweils die Anzahl der erforderlichen Vergleichsoperationen im Mittel und im ungünstigsten Fall bei einem Ausgangsbestand mit n Datensätzen. Für die ersten drei angegebenen Verfahren sind die beiden Angaben identisch. Die Konstanten bei der mittleren Anzahl von Vergleichen für Quicksort stellen gerundete Größen dar.

15.1.4 Dateiverwaltung

Sieht man von neueren Speichertechniken ab, so verarbeiten viele Anwendungsprogramme in Unternehmen Daten aus externen Dateien. Für die Manipulation externer Daten, also das Lesen, Schreiben und Löschen von Datensätzen, haben sich zeitlich nacheinander zwei Formen der Dateiverwaltung herausgebildet:

- die separate Dateiverwaltung durch Anwendungsprogramme unter Nutzung elementarer Dateisysteme (vgl. Abschn. 15.1.4.1) und
- die übergreifende Verwaltung von Dateien mit Hilfe von Dateiverwaltungssystemen (vgl. Abschn. 15.1.4.2).

Beide Formen der Dateiverwaltung werden nachfolgend behandelt.

15.1.4.1 Dateiverwaltung durch Anwendungsprogramme

Ursprünglich verwaltete jedes Anwendungsprogramm die von ihm benutzten und extern abgelegten Daten selbst. Ein Programm enthielt also sämtliche Befehle und Datendefinitionen, die zum Schreiben von Daten auf einen Datenträger und zum Lesen von Daten erforderlich waren. Die Integration der Informationsverarbeitung im Unternehmen findet dabei typischerweise durch den Austausch von Dateien zwischen den verschiedenen Anwendungsprogrammen statt (vgl. Abb. 15.12). Ausgabedateien, welche die Verarbeitungsergebnisse eines Anwendungsprogramms enthalten, werden zur Eingabedatei für ein anderes Anwendungsprogramm, welches wiederum die Weiterverarbeitung dieser Daten übernimmt.

Die Anwendungsprogramme nutzen zur Dateiverwaltung das vom jeweiligen Betriebssystem zur Verfügung gestellte elementare **Dateisystem**, das die physische Speicherung der Dateien besorgt. Eine Programmierschnittstelle erlaubt den Zugriff auf die vom Dateisystem bereitgestellten rudimentären Verwaltungsdienste. Zur Nutzung dieser Zugriffsdiensste muss ein Anwendungsprogramm auf die angebotene Programmierschnittstelle aufsetzen. Die Struktur der Daten sowie die Zugriffsmethoden werden, zugeschnitten auf die jeweiligen Aufgaben und Anforderungen, innerhalb des Anwendungsprogramms realisiert. Die realisierbaren Zugriffsmethoden hängen dabei stark von den Funktionen der Programmierschnittstelle des Dateisystems ab.

Mit Blick auf die in Abschn. 15.1.1 genannten Anforderungen an die Datenorganisation sind vor allem folgende Nachteile der **Dateiverwaltung** durch Anwendungsprogramme zu nennen:

- Redundanz, d. h. mehrfache Speicherung gleicher Daten in verschiedenen Dateien, da verschiedene Programme häufig gleiche Daten verarbeiten.
- Inkonsistenz, d. h. inhaltliche Widersprüche zwischen den in den Dateien abgelegten Daten, da eine zentrale Kontrolle der Dateiinhalte nicht erfolgt.
- Logische und physische Datenabhängigkeit, d. h. die Änderung der logischen oder physischen Struktur der Daten in einer Datei hat Änderungen in allen Programmen zur Folge, welche diese Datei benutzen.

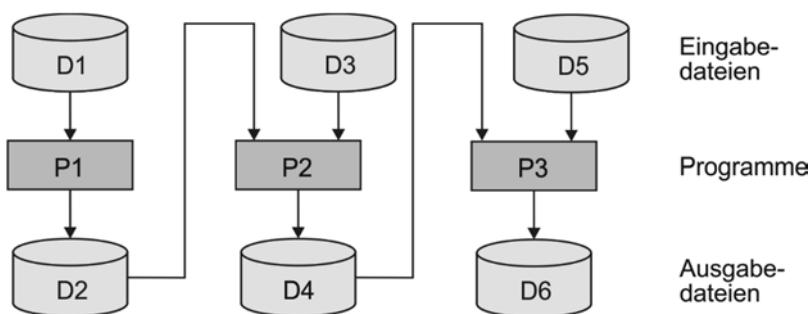


Abb. 15.12 Separate Dateiverwaltung durch Anwendungsprogramme

- Inflexibilität, d. h. die Erweiterung oder Änderung einer bearbeiteten Informationsverarbeitungsaufgabe ist mit aufwendigen Programm- und Dateiänderungen verbunden.

Wegen der angeführten Mängel ist die Datenverwaltung durch Anwendungsprogramme nicht für eine unternehmensweite Datenhaltung geeignet. Heute wird diese Form der Dateiverwaltung vor allem dann noch verwendet, wenn es um die Speicherung streng lokaler Daten geht, d. h. solcher Daten, die lediglich das jeweilige Anwendungsprogramm betreffen und nicht von allgemeinem Interesse für einen größeren Benutzerkreis sind. Ein Beispiel ist die Speicherung von benutzerspezifischen Einstellungen für die Gestaltung der Bedienoberfläche eines bestimmten Anwendungsprogramms.

15.1.4.2 Dateiverwaltung mit Hilfe von Dateiverwaltungssystemen

Dateiverwaltungssysteme beruhen auf einer Zentralisierung der Dateiverwaltung. Aus den Anwendungsprogrammen werden also die Programmteile, die der Dateiverwaltung dienen, ausgelagert und in ein zentral gehaltenes Dienstprogramm eingebracht. Dieses Dienstprogramm unterstützt den Zugriff von Anwendungsprogrammen (P) auf verschiedene Dateien (D) in komfortabler Weise. Darüber hinaus erlauben Dateiverwaltungssysteme den Zugriff auf dieselbe Datei durch verschiedene Anwendungsprogramme. Das Arbeiten mit einem Dateiverwaltungssystem veranschaulicht Abb. 15.13.

Durch den Einsatz eines Dateiverwaltungssystems können einige der Nachteile der Dateiverwaltung durch Anwendungsprogramme zum mindesten gemildert werden. Vorteile des Einsatzes von Dateiverwaltungssystemen gegenüber der separaten Dateiverwaltung bestehen in der Reduktion von Redundanzen und Inkonsistenzen durch die zentrale Datenerfassung, Datenkontrolle und Datenspeicherung für alle Dateien. Dennoch bestehen einige Nachteile weiterhin:

- Redundanzen können zwar gemildert werden, treten aber immer noch in einem erheblichen Umfang auf.

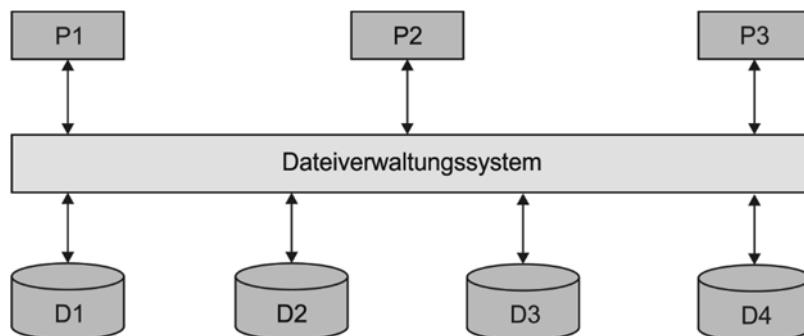


Abb. 15.13 Einsatz eines Dateiverwaltungssystems

- Logische Datenabhängigkeit besteht weiterhin. Eine Änderung der logischen Struktur einer Datei hat Änderungen in allen Programmen zur Folge, die diese Datei benutzen. Eine Anwendungsneutralität der Daten ist somit nicht gegeben.
- Physische Datenabhängigkeiten betreffen gegebenenfalls mehr Anwendungsprogramme als im Fall der separaten Datenverwaltung.
- Inflexibilitäten sind nach wie vor zu verzeichnen, da die verwalteten Dateien nicht alle Anwendersichten in gleicher Weise unterstützen. Der Aufbau einer Datei ist für alle Benutzer gleich.

15.2 Relationale Datenbanksysteme

Die schwerwiegenden Nachteile der Verwaltung zentralgespeicherter unternehmensweiter Datenbestände mit Hilfe von Dateiverwaltungssystemen haben zur Entwicklung von Datenbanksystemen geführt. Sie beruhten anfänglich und beruhen auch noch heute auf verschiedenen Ansätzen der Datenmodellierung. Das relationale Datenmodell hat frühere Ansätze wie etwa das hierarchische und das netzwerkartige Datenmodell völlig verdrängt, und gegenüber neueren Ansätzen wie etwa No-SQL Datenbanksystemen hat es seine mit Abstand größte Verbreitung behauptet. Daher stehen hier relationale Datenbanksysteme im Vordergrund.

Der vorliegende Abschn. 15.2 befasst sich mit dem grundsätzlichen Aufbau von Datenbanksystemen, dem mehrstufigen Prozess der relationalen Modellierung der in einem Datenbanksystem bereitgehaltenen Daten sowie der Verwaltung und der gezielten Bereitstellung der Daten mittels eines relationalen Datenbankverwaltungssystems. Behandelt werden im Einzelnen:

- Das grundsätzliche Konzept eines Datenbanksystems, das insbesondere auf der Trennung von Anwendungssystemen und Datenhaltung beruht, und verschiedene Beschreibungssichten auf Daten, genannt Schemata, einschließt (vgl. Abschn. 15.2.1).
- Die nur grob skizzierten Stufen des Datenbankentwurfs, die sich an den Schemata des Datenbankkonzepts orientieren (vgl. Abschn. 15.2.2).
- Der mehrstufige Prozess der Datenmodellierung, der über das konzeptionelle und das logische zu dem physikalischen Datenbankschema führt, das die Grundlage für die Datenbankimplementierung bildet (vgl. Abschn. 15.2.3).
- Funktionen, Aufbau und Benutzung von relationalen Datenbankverwaltungssystemen, wobei die Datenbanksprache SQL besondere Berücksichtigung findet (vgl. Abschn. 15.2.4).

15.2.1 Konzept eines Datenbanksystems

Die Grundidee eines Datenbanksystems besteht darin, die Datenwelt eines größeren Anwendungsbereichs zentral und weitgehend anwendungsneutral zu verwalten. Erreicht

wird dies durch eine konsequente Trennung von Anwendungssystemen einerseits sowie Datenhaltung andererseits. An die Stelle der Einrichtung einzelner, auf spezielle Anwendungen zugeschnittener Dateien tritt die anwendungsübergreifende Modellierung der Datenwelt des gesamten Anwendungsbereichs, im Extremfall eines ganzen Unternehmens, und ihrer Speicherung in einer Datenbank. Die gemäß einheitlicher Strukturierungsprinzipien in einer Datenbank abgelegten und zentral verwalteten Daten stehen für alle Benutzer und Anwendungssysteme über das Datenbanksystem zur Verfügung (vgl. Gabriel und Röhrs (1995), S. 255 ff.).

► Unter einer **Datenbank** (DB) versteht man eine nach einheitlichen Prinzipien strukturierte, anwendungsübergreifend organisierte Datenmenge. Den Datenbestand einer Datenbank bezeichnet man auch als Datenbasis. In Verbindung mit einer Software-Komponente zur Verwaltung der Daten in der Datenbank, dem so genannten Datenbankverwaltungssystem (DBVS) oder Datenbank-Management-System, spricht man von einem **Datenbanksystem (DBS)**.

Kernelemente eines **Datenbanksystems** sind somit

- eine **Datenbank** als zentrale Datensammlung einschließlich einer Beschreibung ihrer Struktur sowie
- ein **Datenbankverwaltungssystem** zum Aufbau, zur Pflege und zur Erschließung der Datenbank für die Gesamtheit der Datenbankbenutzer.

Abb. 15.14 veranschaulicht das grobe Aufbauprinzip eines Datenbanksystems mit der charakteristischen Trennung zwischen den Anwendungssystemen und dem Datenbanksystem.

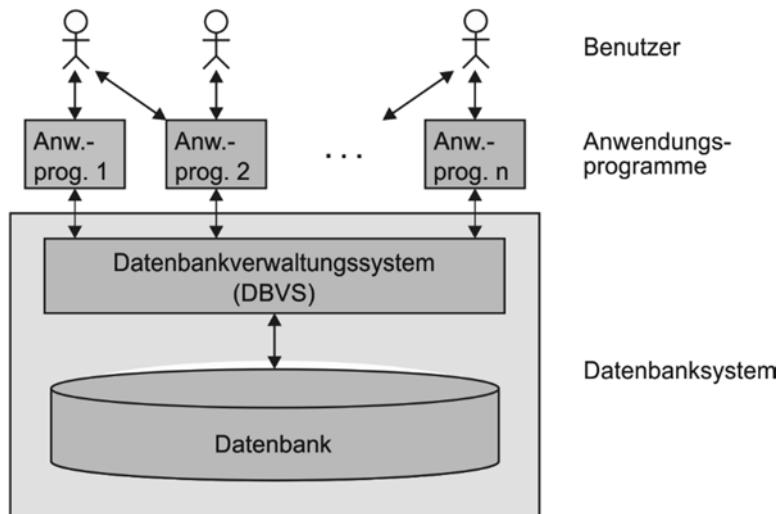


Abb. 15.14 Trennung von Anwendung und Datenhaltung gemäß dem Datenbankkonzept

In Datenbanksystemen unterscheidet man verschiedene **Beschreibungssichten** der betrachteten Datenwelt. In jeder dieser Sichten erfolgt die Beschreibung der Datenwelt unter einem anderen Blickwinkel und mit unterschiedlichen Konzepten und Sprachmitteln. Die Datenbeschreibungen auf den verschiedenen Ebenen werden als **Datenbankschemata** oder kurz **Schemata** bezeichnet.

Es lassen sich vier Datenbankschemata unterscheiden:

- Das **konzeptionelle Schema** enthält eine Beschreibung der Gesamtsicht aller logischen Dateneinheiten des relevanten Realitätsausschnitts sowie der zwischen den Dateneinheiten bestehenden Beziehungen in einer von dem eingesetzten DBVS unabhängigen Form. Insbesondere ist das konzeptionelle Schema unabhängig von einem bestimmten Datenmodell, wie z. B. dem relationalen Datenbankmodell (vgl. Abschn. 15.2.3.2).
- Das **logische Schema** beschreibt die Datenwelt des Anwendungsbereichs unter Berücksichtigung der Vorgaben des konkreten zur Datenbankverwaltung eingesetzten DBVS. Dazu verwendet es zur Datenbeschreibung die durch dieses DBVS bereitgestellten Sprachmittel.
- Das **interne Schema**, auch bezeichnet als physisches Schema, legt die physische Realisierung eines logischen Schemas auf den zur Verfügung stehenden Speichermedien fest. Es enthält daher Angaben zur Speicherungsform von zusammengehörigen Dateneinheiten sowie Festlegungen bezüglich der Zugriffspfade. Damit beeinflusst das interne Schema unmittelbar die Effizienz der Verarbeitung.
- Ein **externes Schema** beschreibt einen Ausschnitt aus dem logischen Schema eines Unternehmens, der auf die spezielle Datensicht einer bestimmten Benutzergruppe zugeschnitten ist. Da ein externes Schema somit nur einen Teil der logischen Gesamtsicht wiedergibt, bezeichnet man es auch als **Subschema**. Ein externes Schema verbirgt also die logische Gesamtsicht vor der betroffenen Benutzergruppe; es gibt nur den Teil der logischen Gesamtsicht preis, der für die Anwendungen der Benutzergruppe von Interesse ist. In einem Unternehmen treten in der Regel mehrere Benutzergruppen auf, für die jeweils ein eigenes Subschema zu entwickeln ist.

Die genannten Schemata korrespondieren mit der grundsätzlichen Einteilung der Datenorganisation in logische und physische Aspekte (vgl. Abschn. 15.1). Während das interne Schema der physischen Ebene zuzuordnen ist, sind das konzeptionelle, das logische sowie die externen Schemata auf der logischen Ebene anzusiedeln.

Die Unterscheidung verschiedener Datenbankschemata geht auf den im Jahre 1975 vom American National Standards Institute (ANSI) unterbreiteten Vorschlag für die Architektur von Datenbanksystemen zurück. Wesentlicher Bestandteil dieses Vorschlages war ein **3-Schema-Konzept**, das eine konzeptionelle, eine interne sowie eine externe Sicht umfasste, wobei das konzeptionelle Schema noch weitgehend dem entsprach, was in der obigen Aufzählung als logisches Schema bezeichnet wird. Die heute übliche Unterscheidung zwischen dem systemunabhängigen konzeptionellen Schema und dem system-

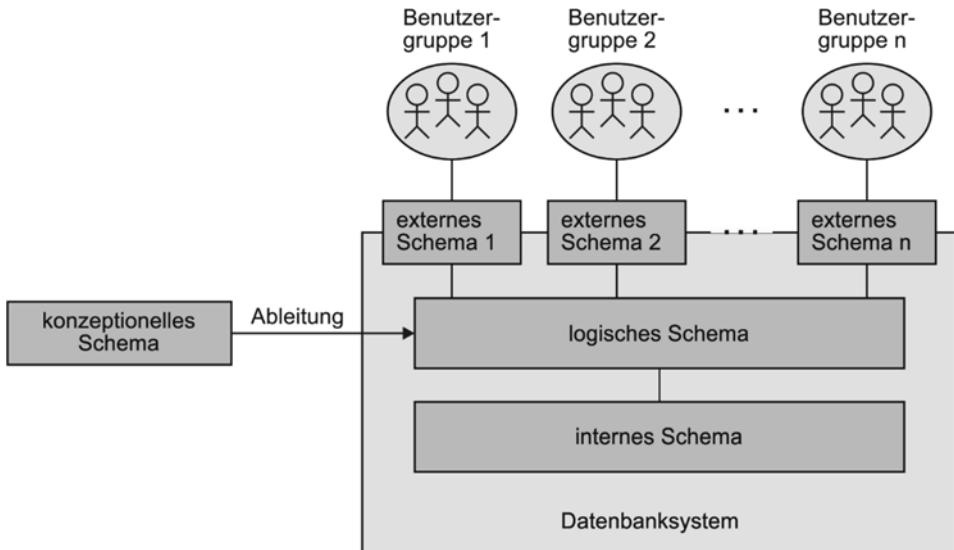


Abb. 15.15 Die vier Schemata des Datenbankkonzepts

spezifischen logischen Schema resultiert aus der Notwendigkeit, ein gültiges Modell der Datenwelt des Anwendungsbereichs zu besitzen, welches nicht bei jedem Wechsel des eingesetzten DBVS geändert oder gar neu erstellt werden muss. Die Zusammenhänge zwischen den verschiedenen Schemata veranschaulicht Abb. 15.15.

Auf der Trennung der verschiedenen Sichten und der zugehörigen Schemata beruht die Überlegenheit des Datenbankkonzepts gegenüber der Dateiorganisation. Insbesondere lassen sich auf diese Weise zwei zentrale Anforderungen an eine flexible Datenhaltung erfüllen, nämlich die logische sowie die physische Datenunabhängigkeit (vgl. Abschn. 15.1.1):

- **Physische Datenunabhängigkeit:** Durch die strenge Trennung zwischen den Schemata der logischen Ebene und der physischen Datenspeicherung benötigen die Anwendungsprogramme keinerlei Kenntnisse über die physischen Datenstrukturen. Alle Abfragen und Manipulationsanforderungen werden auf logischer Ebene formuliert. Änderungen der physischen Struktur der Daten, z. B. bezüglich der Speicherungsform und der Zugriffsmethoden, werden vom DBVS abgefangen und schlagen nicht auf die Anwendungsprogramme durch.
- **Logische Datenunabhängigkeit:** Die Entkopplung der externen Sichten vom logischen Schema bewirkt, dass eine Erweiterung des logischen Schemas, z. B. aufgrund einer Erweiterung des konzeptionellen Schemas wegen hinzukommender Anwendungen, keine Anpassung der bestehenden Anwendungsprogramme erfordert, da die bisherigen Teilsichten der externen Sicht davon unberührt bleiben.

Darüber hinaus besitzt das Datenbankkonzept weitere Vorteile, wie z. B.:

- Durch die Zusammenführung der externen Sichten in einem konzeptionellen Datenmodell können Redundanzen in der Datenhaltung reduziert werden.
- Durch die zentrale Verwaltung der Daten lassen sich Inkonsistenzen vermeiden.
- Aus der anwendungsunabhängigen Modellierung der Datenwelt resultiert eine hohe Flexibilität bei der Nutzung der Daten.
- Die Abstraktion von Aspekten der physischen Datenspeicherung sowie die Einführung einer logischen Datenbeschreibungsebene erleichtern sowohl die Anwendungsentwicklung als auch die Abwicklung von Datenbankabfragen durch Nutzer ohne Programmierkenntnisse.

Neben den genannten Vorteilen hat der Einsatz des Datenbankkonzepts aber auch Konsequenzen, die unter Umständen als nachteilig angesehen werden können. Sie resultieren aus der Komplexität und Zentralität von Datenbanksystemen. Zu nennen sind etwa:

- Die einzelnen Datenbankbenutzer sind von der zentralen, die Datenbank betreibenden Instanz abhängig, da sie sich an deren Vorgaben bezüglich der Struktur der Daten und der verwendeten Sprachen und Geräteschnittstellen anzupassen haben.
- Der Betrieb von Datenbanksystemen erfordert in aller Regel den Einsatz besonders leistungsfähiger Hardware sowie speziell geschulten Personals und ist daher mit höheren Kosten verbunden.
- Falls die ergriffenen Datenschutz- oder Datensicherungsmaßnahmen versagen, kann jeweils die gesamte Datenbasis betroffen sein.

Freilich wiegen die Vorteile des Datenbankkonzepts bei weitem seine Nachteile auf. Aus der betrieblichen Praxis ist die datenbankgestützte Informationsverarbeitung daher längst nicht mehr wegzudenken.

15.2.2 Datenbankentwurf

Gegenstand des **Datenbankentwurfs** ist die Definition einer Datenbasis für einen betrachteten Realitätsausschnitt einschließlich der diese Datenbasis manipulierenden Datenbankoperationen. Im vorliegenden Abschnitt wird der gesamte Datenbankentwurf nur in grober Form betrachtet. Für einen Teilbereich des Datenbankentwurfs, den Entwurf des konzeptionellen und des logischen Schemas, haben sich spezielle Gestaltungsansätze – insbesondere das Entity-Relationship-Modell und relationale Datenbankmodelle – herausgebildet. Sie werden unter dem Begriff der Datenmodellierung im nächsten Abschn. 15.2.3 tiefer gehend behandelt.

Die grundsätzliche Vorgehensweise des Datenbankentwurfs umfasst mehrere Schritte, die die Schemata des Datenbankkonzepts betreffen (vgl. Abb. 15.15). Hierbei bietet sich

ein Top-Down-Vorgehen an, das vom logischen zum physischen Entwurf fortschreitet und folgende Schritte umfasst:

- (1) Problemabgrenzung und Anforderungsanalyse,
- (2) Entwurf des konzeptionellen Schemas,
- (3) Entwurf des logischen Schemas und der externen Schemata,
- (4) Entwurf des internen Schemas.

Ausgangspunkt für den Datenbankentwurf ist die Problemabgrenzung und Anforderungsanalyse. In diesem Schritt ist der relevante Realitätsausschnitt festzulegen und zu beschreiben. Außerdem sind die derzeitigen Informationsverarbeitungsprozesse darzustellen und auf Schwachstellen hin zu untersuchen, wobei der Schwerpunkt auf die Ermittlung des tatsächlichen Informationsbedarfs der Aufgabenträger zu legen ist. Im Fokus der Analyse stehen daher die durch Daten abzubildenden Informationsobjekte sowie die sie manipulierenden Prozesse.

Ausgehend von den Analyseergebnissen des Schritts (1) befasst sich Schritt (2) mit dem Entwurf eines konzeptionellen Datenbankschemas für den abgegrenzten Realitätsausschnitt. Der Entwurf des **konzeptionellen Datenbankschemas** zielt auf eine system-unabhängige Beschreibung der relevanten Datenwelt in Form eines so genannten semantischen Datenmodells ab, z. B. des Entity-Relationship-Modells (vgl. Abschn. 15.2.3.1).

Anschließend wird in Schritt (3) das konzeptionelle Schema in das **logische Datenbankschema** transformiert. Dies geschieht unter Berücksichtigung des Datenmodells des genutzten DBVS, z. B. des relationalen Datenbankmodells (vgl. Abschn. 15.2.3.2), und in der von dem DBVS unterstützten Datenbeschreibungssprache, z. B. mit den entsprechenden Sprachkonstrukten von SQL (vgl. Abschn. 15.2.4.4). Außerdem sind in diesem Schritt die besonderen Anforderungen der verschiedenen Benutzergruppen, d. h. die **externen Schemata**, zu modellieren und bei der Beschreibung der logischen Gesamtsicht zu berücksichtigen.

In dem folgenden Schritt (4) geht es um die Abbildung des erstellten logischen Datenbankschemas in ein internes Datenbankschema. Die Definition des **internen Datenbankschemas** beinhaltet die Festlegung der Speicherstrukturen und Zugriffsmechanismen auf der physischen Ebene. Viele der heute verfügbaren DBVS sind grundsätzlich in der Lage, ein gegebenes logisches Datenbankschema weitgehend automatisch in ein gültiges internes Schema abzubilden. Handelt es sich jedoch um sehr große Datenbestände, empfiehlt sich in aller Regel eine manuelle Optimierung des internen Schemas, z. B. zur Beschleunigung des Antwortzeitverhaltens.

15.2.3 Datenmodellierung

Gegenstand dieses Abschnitts sind Methoden und Techniken für den Entwurf des konzeptionellen und des logischen Datenbankschemas. Mit der **konzeptionellen Daten-**

modellierung, auch als semantische Datenmodellierung bezeichnet, befasst sich Abschn. 15.2.3.1. Zur Formulierung konzeptioneller Datenmodelle wird hier die weit verbreitete Notation des so genannten Entity-Relationship-Modells (ERM) verwendet. Abschn. 15.2.3.2 führt danach in die auf die konzeptionelle Datenmodellierung folgende Phase der logischen Datenmodellierung ein. Vorgestellt wird das relationale Datenbankmodell, auch kurz als Relationenmodell bezeichnet, das als Ansatz der logischen Datenmodellierung die mit Abstand größte praktische Bedeutung besitzt. Einige Erweiterungen des Relationenmodells werden in Abschn. 15.2.3.3 behandelt. Schließlich zeigt Abschn. 15.2.3.4 Wege auf, wie ein konzeptionelles Datenbankschema in Form eines ERM in ein logisches Datenbankschema in Form eines Relationenmodells überführt werden kann.

15.2.3.1 Konzeptionelle Datenmodellierung

Frühere Ansätze der Modellierung von Datenwelten und speziell auch die konzeptionelle Datenmodellierung basieren auf einigen Grundbegriffen und -konzepten, die sich in der Namensgebung und teils inhaltlich unterscheiden. Im vorliegenden Abschnitt werden zunächst Grundbegriffe und -konzepte des Entity-Relationship-Modells vorgestellt (vgl. Abschn. 15.2.3.1.1). Danach wird die konzeptionelle Datenbankmodellierung nach dem Entity-Relationship-Modell behandelt (vgl. Abschn. 15.2.3.1.2).

15.2.3.1.1 Grundbegriffe und -konzepte des Entity-Relationship-Modells

Einige der hier vorgestellten Begriffe haben übergreifenden Charakter und werden auch in anderen Bereichen wie etwa der objektorientierten Modellierung verwendet (vgl. Gabriel und Röhrs (1995), S. 103 ff.).

► Unter **Datenmodellierung** versteht man die Abbildung der verarbeitungsrelevanten Phänomene eines betrachteten Realitätsausschnitts wie auch der zwischen diesen Phänomenen bestehenden Beziehungen durch logische Datenobjekte. Ergebnis der Datenmodellierung ist ein **Datenmodell**.

In nahezu allen Datenmodellen treten bestimmte Grundelemente auf, die im Folgenden jeweils kurz definiert und charakterisiert werden. Ausgangspunkt aller Modelle sind die abzubildenden (materiellen oder immateriellen) Phänomene der Realität im Entity-Relationship-Modell, die so genannten Entitäten.

► Eine **Entität** (oder Gegenstand, engl. **entity**) ist ein Element der Datenwelt, welches ein reales oder gedankliches Einzelphänomen in einem betrachteten Realitätsausschnitt repräsentiert.

Ein Beispiel für eine Entität ist der Kunde Müller oder der Auftrag H240543 im Realitätsausschnitt Auftragsverwaltung. Aus dem Entitätsbegriff leitet sich der Begriff des Entitätstyps wie folgt ab:

- Ein **Entitätstyp** (oder Entitätsmenge, engl. **entity set**) fasst alle Entitäten zusammen, die durch gleiche Merkmale, nicht notwendigerweise aber durch gleiche Merkmalsausprägungen, charakterisiert werden.

Zur Bezeichnung von Entitätstypen werden im ERM Substantive, meist im Singular, verwendet. Beispiele für Entitätstypen sind Kunde oder Bestellung. Zwischen Entitäten und Entitätstypen bestehen häufig verarbeitungsrelevante Beziehungen. So kann es z. B. von Interesse sein, welche Bestellungen der Kunde Müller aufgegeben hat. Da dieses Interesse natürlich auch für andere Kunden und Bestellungen gilt, besteht somit auch eine Beziehung zwischen den Entitätstypen Kunde und Bestellung.

- Eine **Beziehung** (engl. **relationship**) ist eine logische Verknüpfung zwischen zwei oder mehreren Entitäten bzw. Entitätstypen.

Beziehungen zwischen Entitätstypen lassen sich im ERM durch Angabe von Assoziationen (Kardinalitäten) zahlenmäßig qualifizieren.

- Eine **Assoziation** $a(E_1, E_2)$ gibt an, wie viele Entitäten eines Entitätstyps E_2 einer beliebigen Entität des Entitätstyps E_1 zugeordnet sein können.

Assoziationen werden zu **Assoziationstypen** $A(E_1, E_2)$ zusammengefasst. Man unterscheidet meist vier Assoziationstypen (vgl Abb. 15.16). Zur Unterscheidung der Assoziationstypen wird häufig die in Abb. 15.16 wiedergegebene (1,c,m,mc)-Kurzschreibweise verwendet. Alternativ hierzu ist auch die ebenfalls angegebene (min,max)-Notation im Gebrauch, welche explizit die minimale (min) und die maximale (max) Anzahl von Entitäten des Entitätstyps E_2 spezifiziert, mit der eine Entität des Entitätstyps E_1 in Beziehung stehen kann.

Bezeichnung des Assoziationstyps $A(E_1, E_2)$	Kurznotation	Beispiel
einfach	1 oder (1,1)	Einer Entität des Entitätstyps Bestellung (E_1) ist immer genau eine Entität des Entitätstyps Kunde (E_2) zugeordnet
konditionell	c oder (0,1)	Einer Entität des Entitätstyps Absatzregion (E_1) ist entweder kein oder genau eine Entität des Entitätstyps Lager (E_2) zugeordnet
multipel	m oder (1,n)	Einer Entität des Entitätstyps Bestellung (E_1) ist mindestens eine Entität des Entitätstyps Bestellposition (E_2) zugeordnet
multipel-konditionell	mc oder (0,n)	Einer Entität des Entitätstyps Kunde (E_1) können kein, ein oder mehrere Entitäten des Entitätstyps Bestellung (E_2) zugeordnet sein.

Abb. 15.16 In der Datenmodellierung gebräuchliche Assoziationstypen

Eine Beziehung ist immer durch zwei wechselseitige Assoziationen charakterisiert. Beziehungen lassen sich anhand des Typs der involvierten Assoziationen zu so genannten Beziehungstypen zusammenfassen:

- Als **Beziehungstyp** bezeichnet man die Zusammenfassung der beiden einander entgegen gerichteten Assoziationstypen einer Beziehung zwischen Entitätstypen.

Gilt z. B. für die Beziehung zwischen Kunden und Bestellungen, dass jeder Bestellung immer genau ein Kunde, umgekehrt aber jedem Kunden kein, ein oder mehrere Bestellungen zugeordnet sein können, so handelt es sich um einen 1-mc-Beziehungstyp. Durch die paarweise Kombination der vier gebräuchlichen Assoziationstypen aus Abb. 15.16 gelangt man zu insgesamt zehn verschiedenen Beziehungstypen, die weiter unten noch näher erläutert werden.

Entitätstypen und Beziehungen machen nur grobe Aussagen über das Wesen der abzubildenden Phänomene. Die relevanten Eigenschaften der Phänomene lassen sich durch Attribute erfassen, die man den Entitätstypen und den Beziehungstypen zuordnet.

- Ein **Attribut** (engl. attribute) beschreibt eine bestimmte Eigenschaft, die sämtliche Entitäten einer Entitätsmenge oder sämtliche Beziehungen eines Beziehungstyps aufweisen.

Relevante Attribute der Entitätsmenge Kunde sind beispielsweise Kundennummer, Name, Postleitzahl und Umsatz. Die konkrete Ausprägung eines Attributs wird durch den Attributwert angegeben. Welche Werte ein Attribut im Einzelnen annehmen kann, legt sein Wertebereich fest.

- Die Menge der Datenwerte, die ein Attribut für die Entitäten des zugrunde liegenden Entitätstyps annehmen kann, bezeichnet man als den **Wertebereich** (engl. **domain**) eines Attributs.

Die einzelnen Entitäten eines Entitätstyps unterscheiden sich in den Attributwerten für mindestens ein Attribut. Um eine Entität eindeutig zu identifizieren, genügt häufig der Rückgriff auf wenige Attribute oder sogar nur ein Attribut. Man spricht in diesem Zusammenhang von dem Identifikationsschlüssel (vgl. Abschn. 15.1.1) eines Entitätstyps.

- Ein **Identifikationsschlüssel** (engl. **identification key**) besteht aus einem Attribut oder aus einer Kombination von Attributen, welche jede Entität einer Entitätsmenge eindeutig identifiziert.

15.2.3.1.2 Konzeptionelle Datenmodellierung nach dem Entity-Relationship-Modell

Die **konzeptionelle Datenmodellierung** zielt darauf ab, die Datenwelt des Realitätsausschnitts nicht einzelfallbezogen, sondern in allgemeingültiger Form zu beschreiben. Daher werden auch nicht konkrete Entitäten, sondern Entitätsmengen und die zwischen ihnen bestehenden Beziehungstypen modelliert. Als grafisch-sprachliche Notation für die konzeptionelle Datenmodellierung hat das so genannte **Entity-Relationship-Modell (ERM)** weite Verbreitung gefunden. In seiner Grundform (vgl. Chen (1976)) verwendet das ERM Entitätstypen, Beziehungstypen und „Rollen“ (Attribute) als Grundelemente. Hierbei werden zwar Attribute den Entitäts- und Beziehungstypen zugeordnet, aber zwischen Attributen gegebenenfalls bestehende Zusammenhänge nicht weiter betrachtet. Vorbehalten bleibt diese Betrachtung der logischen Datenmodellierung gemäß dem relationalen Datenbankmodell, bei der Abhängigkeiten zwischen Attributen eine besondere Rolle spielen.

Bei der Erläuterung der Elemente eines ERM liegt der Schwerpunkt auf den Beziehungstypen, da sie die Reichhaltigkeit eines ERM und damit die realitätskonforme Abbildung von Datenwelten maßgeblich beeinflussen. Im Folgenden werden zunächst wesentliche Beziehungstypen vorgestellt und anhand einfacher Beispiele veranschaulicht. Danach wird ein Ausschnitt aus einem praxisnahen ERM beschrieben, der verschiedene Beziehungstypen einschließt.

Entitätstypen werden im ERM als Rechtecke dargestellt. Beziehungstypen zwischen Entitätstypen werden als Rauten modelliert, die über Kanten mit den zugehörigen Entitätstypen verbunden werden. An jede Kante wird der für den jeweiligen Entitätstyp geltende Assoziationstyp notiert. Beziehungstypen werden häufig mit Verbalkonstruktionen wie „gehört zu“, „wird benutzt von“, „besteht aus“ o. ä. bezeichnet. Solche Bezeichnungen sind jedoch häufig nicht in beide Richtungen lesbar. In manchen Fällen sind daher substantivische Bezeichner auch für Beziehungstypen besser geeignet. Abb. 15.17 veranschaulicht die grafische Darstellung eines Beziehungstyps in abstrakter Form sowie am

abstrakt:



Beispiel:



Abb. 15.17 Grafische Darstellung eines Beziehungstyps in Form eines ER-Diagramms

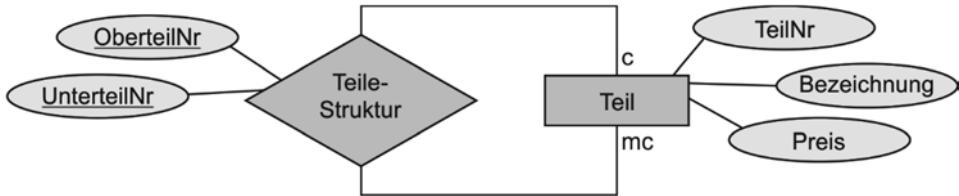


Abb. 15.18 Rekursiver Beziehungstyp

Beispiel der Beziehung zwischen den Entitätstypen Kunde und Artikel. Die grafische Darstellung eines ERM wird auch kurz als ER-Diagramm bezeichnet.

Beziehungen können auch zwischen Entitäten desselben Entitätstyps auftreten. Solche Beziehungen heißen rekursiv. Abb. 15.18 verdeutlicht dies am Beispiel einer **Stücklistenstruktur**, bei der angenommen wird, dass jedes Teil Bestandteil höchstens eines Oberteils sein kann und selbst wiederum aus keinem, einem oder mehreren Unterteilen besteht.

In Abb. 15.18 sind dem Beziehungstyp Teile-Struktur und dem Entitätstyp Teil einige Attribute zugeordnet. Schlüsselattribute sind hierbei unterstrichen. Dieses mit Attributen ergänzte ER-Diagramm gibt das ERM in seiner Grundform wieder, also mit Entitätstypen, Beziehungstypen und Attributen. Aus Vereinfachungsgründen werden ERM's nicht selten auch ohne die Angabe von Attributen dargestellt.

Für das ERM wurden nach seiner Einführung durch Chen (1976) verschiedene Erweiterungen vorgeschlagen, um seine Ausdrucksmöglichkeiten weiter auszudehnen. So kannte das ursprüngliche ERM nur drei Beziehungstypen, die dort mit 1:1, 1:n und n:m bezeichnet wurden. In der oben eingeführten Notation von Assoziationsarten (vgl. Abb. 15.16) entspricht dies den Beziehungstypen 1-1, 1-mc und mc-mc. Heute wird das ERM in der Regel mit allen zehn Beziehungstypen verwendet, die sich aus der Kombination der vier gebräuchlichen Assoziationsarten ergeben. Diese zehn Beziehungstypen sind in Abb. 15.19 jeweils anhand eines Beispiels veranschaulicht, das gleichzeitig die Verwendung substantivischer Bezeichnungen für Beziehungstypen demonstriert.

Wie Abb. 15.19 zeigt, lassen sich die Beziehungstypen in drei Kategorien einteilen, nämlich in **hierarchische**, **konditionelle** und **netzwerkartige Beziehungstypen**. Abb. 15.20 verdeutlicht diese Einteilung anhand je eines Beispiels aus jeder Kategorie. Zur Veranschaulichung sind in dieser Abbildung die Beziehungen durch entsprechende Verbindungslinien als Einzelbeziehungen auf der Ebene individueller Entitäten beispielhaft dargestellt.

Über eine Differenzierung der Beziehungstypen hinaus wurden Erweiterungen des ERM vorgeschlagen, welche die präzise Modellierung von **Generalisierungs- und Spezialisierungsbeziehungen** zwischen Entitätstypen erlauben. Dabei wird mit Generalisierung die Zusammenfassung (Aggregation) von Entitätstypen zu einem Super-Entitätstyp, mit Spezialisierung dagegen die Aufspaltung einer Entitätstyp in Sub-Entitätstypen

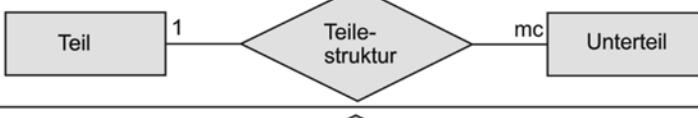
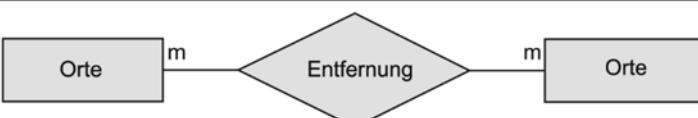
Beziehungs-typ	Beispiel	
1-1		hierarchische Beziehungstypen
		
		
		
c-c		konditionelle Beziehungstypen
		
		
m-m		netzwerkartige Beziehungstypen
		
		

Abb. 15.19 Beispiele für zehn Beziehungstypen

Beziehungs-typ	Beispiel auf Entitätsebene	Beispiel auf der Entitätsebene										
1-m	<pre> graph TD Abteilung[Abteilung] --- "Abteilungszugehörigkeit" "Abteilungszugehörigkeit" --- Mitarbeiter[Mitarbeiter] style "Abteilung" fill:#fff,stroke:#000 style "Abteilungszugehörigkeit" fill:#fff,stroke:#000 style Mitarbeiter fill:#fff,stroke:#000 "Abteilung" -- "1" --> "Abteilungszugehörigkeit" "Abteilungszugehörigkeit" -- "m" --> Mitarbeiter </pre>	<table border="0"> <tr> <td>Finanzen</td> <td>Verkauf</td> </tr> <tr> <td>Müller</td> <td>Meier</td> </tr> <tr> <td>Kunz</td> <td>Hinz</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Schmidt</td> </tr> </table>	Finanzen	Verkauf	Müller	Meier	Kunz	Hinz		Schmidt		
Finanzen	Verkauf											
Müller	Meier											
Kunz	Hinz											
	Schmidt											
c-c	<pre> graph TD Mann[Mann] --- "Ehe" "Ehe" --- Frau[Frau] style Mann fill:#fff,stroke:#000 style "Ehe" fill:#fff,stroke:#000 style Frau fill:#fff,stroke:#000 "Mann" -- "c" --> "Ehe" "Ehe" -- "c" --> "Frau" </pre>	<table border="0"> <tr> <td>Emil</td> <td>Hans</td> <td>Hugo</td> <td>Ingo</td> <td>Karl</td> </tr> <tr> <td>Adele</td> <td>Doris</td> <td>Erna</td> <td>Eva</td> <td>Hilde</td> </tr> </table>	Emil	Hans	Hugo	Ingo	Karl	Adele	Doris	Erna	Eva	Hilde
Emil	Hans	Hugo	Ingo	Karl								
Adele	Doris	Erna	Eva	Hilde								
m-m	<pre> graph TD AL[Auslieferungs-Lager] --- "Versorgung" "Versorgung" --- GH[Großhändler] style AL fill:#fff,stroke:#000 style "Versorgung" fill:#fff,stroke:#000 style GH fill:#fff,stroke:#000 "AL" -- "m" --> "Versorgung" "Versorgung" -- "m" --> "GH" </pre>	<table border="0"> <tr> <td>Lager Stuttgart</td> <td>Lager Berlin</td> <td>Lager Bremen</td> </tr> <tr> <td>Handels KG München</td> <td>Distribo GmbH Düsseldorf</td> <td>Grosso AG Hannover</td> </tr> </table>	Lager Stuttgart	Lager Berlin	Lager Bremen	Handels KG München	Distribo GmbH Düsseldorf	Grosso AG Hannover				
Lager Stuttgart	Lager Berlin	Lager Bremen										
Handels KG München	Distribo GmbH Düsseldorf	Grosso AG Hannover										

Abb. 15.20 Hierarchische, konditionelle und netzwerkartige Beziehungstypen

Abb. 15.21 Modellierung von Generalisierungs-/ Spezialisierungsbeziehungen

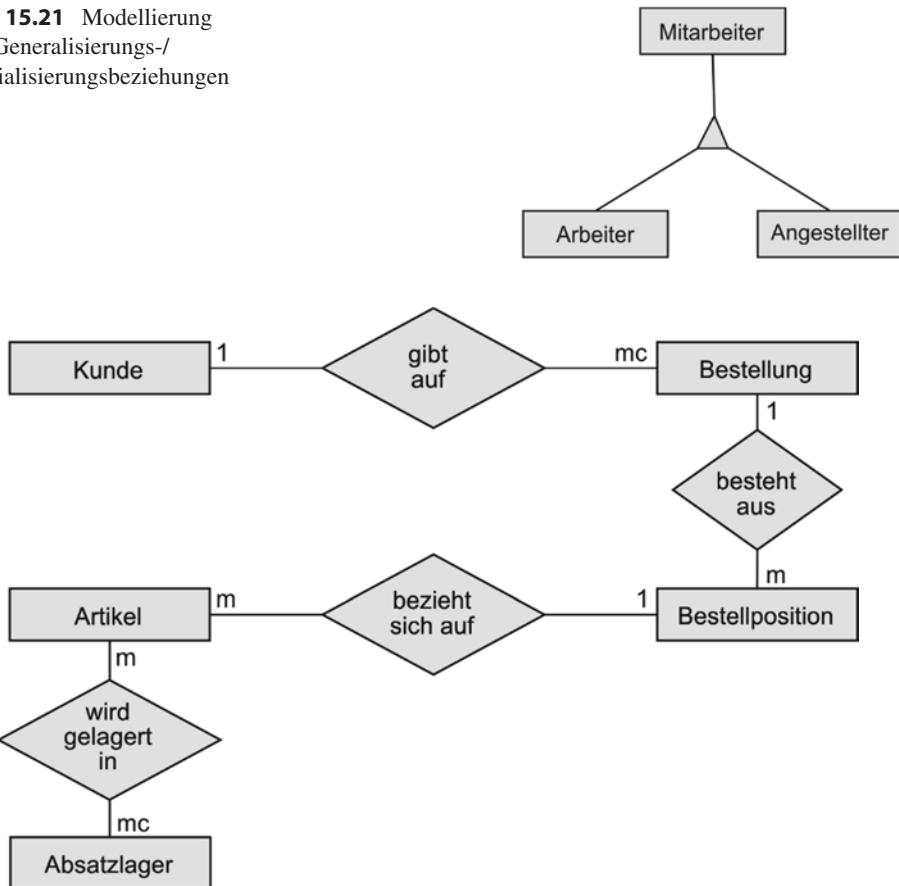


Abb. 15.22 ER-Diagramm für ein einfaches ERM-Beispiel

bezeichnet. Es hat sich eingebürgert, derartige Beziehungen durch ein Dreieckssymbol kenntlich zu machen, wie Abb. 15.21 am Beispiel zeigt.

Für diese Notationserweiterung wurden wiederum verschiedene Verfeinerungen vorgeschlagen, z. B. um zwischen überlappenden und disjunkten Sub-Entitätstypen zu differenzieren; auf diese soll jedoch hier nicht näher eingegangen werden.

Abschließend demonstriert Abb. 15.22 die Verwendung der ERM-Notation am Beispiel eines vereinfachten Ausschnitts aus einer Bestellverwaltung. Im Unterschied zu den vorangehenden Abbildungen wurden in diesem Diagramm verbale Bezeichner für die Beziehungstypen gewählt. Attribute wurden aus Vereinfachungsgründen weggelassen.

15.2.3.2 Logische Datenmodellierung

Da die Entwicklung des Datenbankkonzepts in mehreren Stufen verlief, unterlag man bei der **logischen Datenmodellierung** zunächst verschiedenen, durch die verfügbaren Daten-

banksysteme bedingten Einschränkungen. So erlaubten frühe Datenbanken lediglich die Verwendung restriktiver, hierarchischer Datenstrukturen. Mehr Freiheitsgrade bei der Datenmodellierung eröffneten die dann folgenden netzwerkartigen Systeme. Doch eine grundlegende Auseinandersetzung mit dem Problem der redundanzarmen Datenmodellierung auf der Ebene von Attributen fand erst mit der Konzipierung der relationalen Systeme statt. Trotz neuerer Entwicklungen, wie z. B. objektorientierter Datenbankmodelle, behaupten relationale Datenbanken vorerst ihre dominierende Position in der Datenbanktechnik. Aus diesem Grund widmet sich das vorliegende Kapitel schwerpunkt-mäßig der logischen Datenmodellierung nach dem relationalen Datenbankmodell.

Das **relationale Datenbankmodell** geht auf den Mathematiker Codd zurück, der sich in seiner grundlegenden Arbeit in formaler Weise mit Datenmengen auseinandersetzte. Codd zielte dabei insbesondere auf die Schaffung redundanzfreier Datenstrukturen ab, da Datenredundanzen unerwünschte Effekte bei der Datenpflege, die so genannten Mutations-anomalien, auslösen. Erreicht werden redundanzfreie Strukturen in einem mehrstufigen Prozess, den Codd als **Normalisierung** bezeichnet (vgl. Codd (1990)). Im Folgenden wird daher zunächst auf das Relationenmodell und **Mutationsanomalien** (vgl. Abschn. 15.2.3.2.1) und danach auf den Normalisierungsprozess (vgl. Abschn. 15.2.3.2.2) eingegangen. Abschließend wird eine Schreibweise für Relationen und Relationenmodelle eingeführt (vgl. Abschn. 15.2.3.2.3).

15.2.3.2.1 Relationenmodell und Mutationsanomalien

Auf dem **Relationenmodell** basieren die meisten der heute gebräuchlichen Datenbank-systeme. Der grundlegende Begriff dieses Modells ist die Relation. Den Begriff der **Rela-tion** kann man sich zunächst mittels der Vorstellung einer Tabelle veranschaulichen. Bei-spielsweise stellt die Tabelle in Abb. 15.23 eine Relation in Tabellenform dar.

Jede Zeile in dieser Tabelle bildet einen Datensatz ab, der hier als **Tupel** bezeichnet wird. Jede Spalte der Tabelle repräsentiert ein Attribut, das durch einen Namen eindeutig gekennzeichnet ist. Die Anordnung der Attribute ist dabei beliebig, ebenso wie die Anordnung der Tupel innerhalb der Relation. Die in Abb. 15.23 wiedergegebene Relation besteht aus den fünf Attributen: KundenNr, Name, Adresse, Umsatz und Jahr. Wie am Beispiel des Attributs Adresse gezeigt, können zusammengesetzte Informationseinheiten je nach Zweck auch als logische Einheit behandelt werden, obwohl ihre weitere Auf-spaltung in mehrere Attribute denkbar (und häufig sinnvoll) ist. Die Anzahl der Attribute einer Relation bezeichnet man als den Grad der Relation; im Beispiel handelt es sich somit um eine Relation 5-ten Grades. Jeder Tupel enthält nun für jedes Attribut einen bestimmten Wert, der sich innerhalb eines attributspezifisch vorgegebenen Wertebereichs bewegen darf.

Um die Tupel einer Relation gezielt ansprechen und manipulieren zu können, bedarf es eines Identifikationsmittels. Jeder Tupel einer Relation ist durch die Kombination seiner Attributwerte eindeutig bestimmt. Eine eindeutige Identifikation kann meist aber auch durch eine Teilmenge von Attributen erreicht werden. Zielt man auf eine möglichst ge-ringre Anzahl von identifizierenden Attributen ab, so kommt man zu dem von Codd ge-prägten Begriff des Schlüsselkandidaten:

Kunde						
KundenNr	Name	Adresse	Umsatz	Jahr		
11314	Abs	Ahornweg 12, 28219 Bremen	50316,16	1991		
11425	Abel	Nelkenweg 3, 32257 Bünde	112889,50	1991		
11517	Amt	Tulpenweg 20, 52062 Aachen	20318,00	1991		
11612	Axt	Dorfstraße 50, 52056 Aachen	137901,00	1991		
:	:	:	:	:	:	:

Abb. 15.23 Tabellarische Darstellung einer Relation 5-ten Grades

- Ein **Schlüsselkandidat** (engl. **candidate key**) einer Relation ist ein Attribut oder eine minimale Kombination von Attributen, welche jeden Tupel einer Relation eindeutig identifiziert.

Die Eigenschaft der Minimalität besagt, dass im Fall einer Attributkombination kein Attribut aus der Kombination entfernt werden kann, ohne dass die Eindeutigkeit der Identifizierung verloren geht.

Es ist grundsätzlich möglich, dass es für eine Relation mehrere verschiedene Schlüsselkandidaten gibt. Es erscheint jedoch vertretbar, den Begriff Schlüsselkandidat mit dem in Abschn. 15.2.3.1 eingeführten Begriff des **Identifikationsschlüssels** gleichzusetzen und im Folgenden nur noch letzteren zu verwenden. In Abb. 15.23 stellt das Attribut KundenNr den Identifikationsschlüssel dar; es ist – einer verbreiteten Konvention folgend – durch *Unterstreichung* gekennzeichnet.

Es wurde bereits darauf hingewiesen, dass das Relationenmodell darauf abzielt, systematisch Redundanzen im Datenbestand zu eliminieren. Darüber hinaus vermeidet das Relationenmodell konsequent die Vermischung unabhängiger Sachverhalte innerhalb einer Relation. Der Grund hierfür liegt in der Gefahr von Inkonsistenzen und unerwünschten Seiteneffekten, die sich bei Manipulationen – den so genannten **Mutationen** – eines redundanzbehafteten und fehlorganisierten Datenbestandes einstellen können. Das folgende Beispiel verdeutlicht dies. Gegeben sei die in Abb. 15.24 dargestellte Datenstruktur, welche die Einlagerung von Artikeln durch Mitarbeiter des Wareneingangs beschreibt.

Anhand der dargestellten Datenstruktur lassen sich folgende Feststellungen treffen:

- Redundanzen: Der Datenbestand bildet gewisse Aussagen (Fakten) mehrfach ab, z. B. die Tatsache, dass der Artikel des Herstellers Keckel GmbH die Bezeichnung Nockenwelle trägt.
- Vermischung unabhängiger Sachverhalte: Die Datenstruktur beschreibt gleichzeitig mehrere voneinander unabhängige Sachverhalte. Dadurch bringt sie Attribute in Zusammenhang, welche in keinerlei logischer Beziehung zueinander stehen. So ist

z. B. die Aussage, dass der Mitarbeiter mit der Personalnummer 23 den Namen Meier trägt, vollkommen unabhängig von der ebenfalls enthaltenen Aussage, dass eine Nockenwelle der Herstellerfirma Keckel GmbH unter der Bestellnummer T-375 geführt wird.

Daraus ergeben sich die folgenden Probleme, auch als **Mutationsanomalien** bezeichnet:

- **Änderungsanomalien:** Soll ein Sachverhalt geändert werden, z. B. die Bezeichnung des Artikels mit der Artikelnummer 5156 von Nockenwelle in Nockenwelle Typ B, so wird der Datenbestand inkonsistent, sofern diese Änderung nur an einem der betroffenen Tupel durchgeführt wird. Dies ist eine unmittelbare Folge der Redundanz.
- **Einfügeanomalien:** Erhält z. B. ein neuer Mitarbeiter die Berechtigung zur Wareneinlagerung, so enthält der Datenbestand diese Information erst, nachdem der Mitarbeiter zum ersten Mal einen Artikel eingelagert hat. Dies ist eine unmittelbare Folge der Vermischung unabhängiger Sachverhalte.
- **Löschanomalien:** Werden alle Tupel zu einem bestimmten Artikel gelöscht, z. B. weil dieser Artikel vorübergehend nicht mehr im Lager vorhanden ist, verschwinden damit auch alle Informationen über diesen Artikel aus dem Datenbestand. Wie Einfügeanomalien resultieren auch Löschanomalien aus der Vermischung eigentlich unabhängiger Sachverhalte in einer Datenstruktur.

15.2.3.2.2 Der Prozess der Normalisierung

Zur Vermeidung der genannten Anomalien ist der Datenbestand um unerwünschte Redundanzen zu bereinigen. Außerdem sind unabhängige Sachverhalte jeweils in separaten Datenstrukturen abzubilden. Beides erreicht man durch einen mehrstufigen Prozess, der als Normalisierung bezeichnet wird. Dieser Normalisierungsprozess umfasst drei Schritte, die im Folgenden am Beispiel der in Abb. 15.24 dargestellten Ausgangs-Datenstruktur demonstriert werden.

PersonalNr	MitarbeiterName	Einlagerungsdatum	ArtikelNr	ArtikelBez	Hersteller	Bestell-Nr	Lager-Nr	LagerBez
23	Meier	22.04.2021; 12.10.2021	5156	Nockenwelle	Keckel GmbH	T-375	13; 8	Hauptwerkstatt; externes Lager
51	Kronau	12.03.2020	2367	Radiator 12 cm	Merten AG	2375B	9	Anbau Nord
23	Meier	14.08.2021	1889	Elektromotor 60 W	Merten AG	1425-6	12	Elektro-Werkstatt
14	Fritsch	22.06.2021	5156	Nockenwelle	Keckel GmbH	T-375	13	Hauptwerkstatt
75	Bastert	13.02.2020	9045; 9051	Filtergehäuse; Filtereinsatz	Brago AG	AF30C; XF43V	4	Anbau Süd

Abb. 15.24 Ausgangs-Datenstruktur „Einlagerung“

Erster Normalisierungsschritt

Der **erste Normalisierungsschritt** besteht darin, zunächst einen definierten Ausgangspunkt für die nachfolgenden Normalisierungsschritte zu schaffen. Dieser Ausgangspunkt wird durch eine einheitliche Dimensionierung der Wertebereiche der Attribute in einer Relation hergestellt:

- Eine Relation ist in der **1. Normalform (1NF)**, wenn alle Attribute nur atomare, d. h. einfache, Attributwerte aufweisen.

Die in Abb. 15.24 gezeigte Datenstruktur befindet sich nicht in erster Normalform, da einige ihrer Attribute offenbar Mengen als Werte annehmen können – z. B. mehrere Einlagerungszeitpunkte in der ersten Zeile oder mehrere gleichzeitig eingelagerte Artikel in der letzten Zeile der Tabelle. Man spricht in diesem Fall von **Wiederholungsgruppen**. Es sei bemerkt, dass nach dem Relationenmodell nur solche Tabellen als Relationen bezeichnet werden, die sich (mindestens) in erster Normalform befinden. Als Konsequenz hieraus ist die in Abb. 15.24 gezeigte Datenstruktur so umzugestalten, dass der Informationsgehalt zwar erhalten bleibt, Wiederholungsgruppen jedoch eliminiert werden. Wie Abb. 15.25 zeigt, geschieht dies durch Einführung zusätzlicher Tupel, d. h. für die erste und zweite Zeile in Abb. 15.24 werden jeweils zwei Zeilen definiert.

Zur eindeutigen Identifikation der einzelnen Tupel dient ein **zusammengesetzter Identifikationsschlüssel**, der aus den Attributen PersonalNr, Einlagerungsdatum und ArtikelNr besteht. Die Schlüsselattribute sind in der Abb. 15.25 durch Unterstreichung kenntlich gemacht.

Zweiter Normalisierungsschritt

Ausgehend von der ersten Normalform werden im **zweiten Normalisierungsschritt** erste Maßnahmen zur Separierung unabhängiger Sachverhalte sowie zur Redundanzreduktion

<u>Person- alNr</u>	Mitarbeiter- Name	<u>Einlagerungs- datum</u>	<u>Arti- kelNr</u>	ArtikelBez	Hersteller	Bestell- Nr	Lager- Nr	LagerBez
23	Meier	22.04.2021	5156	Nockenwelle	Keckel GmbH	T-375	13	Hauptwerkstatt
23	Meier	12.10.2021	5156	Nockenwelle	Keckel GmbH	T-375	8	Externes Lager
51	Kronau	12.03.2020	2367	Radiator 12 cm	Merten AG	2375B	9	Anbau Nord
23	Meier	14.08.2021	1889	Elektromotor 60 W	Merten AG	1425-6	12	Elektro- Werkstatt
14	Fritsch	22.06.2021	5156	Nockenwelle	Keckel GmbH	T-375	13	Hauptwerkstatt
75	Bastert	13.02.2020	9045	Filtergehäuse	Brago AG	AF30C	4	Anbau Süd
75	Bastert	13.02.2020	9051	Filtgereinsatz	Brago AG	XF43V	4	Anbau Süd

Abb. 15.25 Relation „Einlagerung“ in 1. Normalform

ergriffen. Dazu wird die Ausgangsrelation in mehrere Relationen aufgespalten. Als Kriterium hierfür dient der Begriff der vollfunktionalen Abhängigkeit zwischen Attributen einer Relation. Die vollfunktionalen Abhängigkeit ist eine stärkere Form der Abhängigkeit im Vergleich zu der schwächeren funktionalen Abhängigkeit. Vorgestellt wird daher zunächst die funktionale und danach die vollfunktionalen Abhängigkeit.

- Ein Attribut oder eine Attributkombination B einer Relation R ist **funktional abhängig** von dem Attribut oder der Attributkombination A derselben Relation R, wenn zu einem beliebigen Wert von A höchstens ein Wert von B existiert.

Offensichtlich ist bei der Relation in Abb. 15.25 das Attribut MitarbeiterName funktional abhängig von dem Attribut PersonalNr, da von einer beliebigen Personalnummer eindeutig auf den Namen des betreffenden Mitarbeiters geschlossen werden kann. Ebenso ist gemäß obiger Definition das Attribut ArtikelBez funktional abhängig von der Attributkombination PersonalNr, Einlagerungsdatum und ArtikelNr. Es fällt jedoch auf, dass zur eindeutigen Ableitung der Artikel-Bezeichnung bereits die Angabe der Artikel-Nummer ausreicht. Um dies auszudrücken, verwendet man den Begriff der vollfunktionalen Abhängigkeit.

- Ein Attribut oder eine Attributkombination B einer Relation R ist **vollfunktional abhängig** von dem Attribut oder der Attributkombination A derselben Relation R, wenn B von A funktional abhängig ist und B nicht schon allein von einem Teil von A funktional abhängig ist.

Entsprechend ist in Abb. 15.25 das Attribut ArtikelBez vollfunktional abhängig vom Attribut ArtikelNr, ebenso wie MitarbeiterName vollfunktional abhängig von PersonalNr ist. Auf der Grundlage dieser Begriffe kann nun die so genannte zweite Normalform definiert werden:

- Eine Relation R ist in **2. Normalform (2NF)**, wenn sie sich bereits in 1. Normalform befindet und jedes Nichtschlüsselattribut vom Identifikationsschlüssel vollfunktional abhängig ist.

Unter einem **Nichtschlüsselattribut** ist hierbei ein Attribut zu verstehen, welches nicht zu dem gegebenenfalls zusammengesetzten Identifikationsschlüssel gehört.

Offensichtlich befindet sich die Beispiel-Relation noch nicht in zweiter Normalform, da z. B. der Mitarbeiter-Name lediglich von der Personal-Nummer, nicht aber von den übrigen Schlüsselattributen vollfunktional abhängig ist. Gleichermaßen gilt für die Artikel-Bezeichnung sowie den Hersteller. Um die Anforderungen der zweiten Normalform zu erfüllen, muss die bisherige Relation in mehrere Relationen (Tabellen) aufgespalten werden, wie Abb. 15.26 zeigt.

Personal		Artikel			
<u>PersonalNr</u>	MitarbeiterName	<u>ArtikelNr</u>	ArtikelBez	BestellNr	Hersteller
14	Fritsch	1889	Elektromotor 60 W	1425-6	Merten AG
23	Meier	2367	Radiator 12 cm	2375B	Merten AG
51	Kronau	5156	Nockenwelle	T-375	Keckel GmbH
75	Bastert	9045	Filtergehäuse	AF30C	Brago AG
		9051	Filtgereinsatz	XF43V	Brago AG

Einlagerung				
<u>PersonalNr</u>	Einlagerungsdatum	<u>ArtikelNr</u>	LagerNr	LagerBez
23	22.04.2021	5156	13	Hauptwerkstatt
23	12.10.2021	5156	8	externes Lager
51	12.03.2020	2367	9	Anbau Nord
23	14.08.2021	1889	12	Elektro-Werkstatt
14	22.06.2021	5156	13	Hauptwerkstatt
75	13.02.2020	9045	4	Anbau Süd
75	13.02.2020	9051	4	Anbau Süd

Abb. 15.26 Datenbestand in 2. Normalform

Ohne den Informationsgehalt zu reduzieren, wurden im zweiten Normalisierungsschritt bereits einige der identifizierten Redundanzen beseitigt. Gleichzeitig wurde eine weitgehende Trennung unabhängiger Sachverhalte erreicht. Die Verbindung zwischen den Relationen wird über gemeinsame Attribute, so genannte globale Attribute, hergestellt. Dies geschieht durch Aufnahme des Identifikationsschlüssels einer Relation als Attribut in einer anderen Relation, wo er zur Identifikation von Tupeln der „fremden“ Relation dient. Daher röhrt auch die Bezeichnung „Fremdschlüssel“.

- Ein **Fremdschlüssel** (engl. **foreign key**) in einer Relation R2 ist ein Attribut oder eine Attributkombination, die auch in einer anderen Relation R1 vorkommt und in R1 Identifikationsschlüssel ist.

So fungieren im Beispiel die Attribute ArtikelNr und PersonalNr als Fremdschlüssel in der Relation Einlagerung. Wie das Beispiel zeigt, kann ein Fremdschlüssel wiederum selbst Identifikationsschlüssel oder Bestandteil eines zusammengesetzten Identifikations-schlüssels sein.

Dritter Normalisierungsschritt

Allerdings konnten durch Anwendung des Kriteriums der vollfunktionalen Abhängigkeit nicht alle Redundanzen erfasst werden. Im Gegensatz zu den Relationen Personal und

Artikel weist nämlich die Relation Einlagerung noch innere Redundanzen auf: Für jedes Lager wird die Lagerbezeichnung mit ausgewiesen, obwohl sich diese bereits aus der Lager-Nummer ergibt. Man spricht in diesem Fall von transitiver Abhängigkeit.

- Seien A, B und C Attribute oder Attributkombinationen einer Relation, dann heißt C **transitiv abhängig** von A, wenn gilt: B ist funktional abhängig von A und C ist funktional abhängig von B.

Im Beispiel ist die Lagerbezeichnung transitiv – d. h. mittelbar, nämlich über die Lager-Nummer – abhängig von dem zusammengesetzten Schlüssel der Relation Einlagerung. Die dritte Normalform eliminiert die daraus resultierenden Redundanzen, indem sie transitive Abhängigkeiten verbietet.

- Eine Relation ist in **3. Normalform (3NF)**, wenn sie sich bereits in 2. Normalform befindet und wenn kein Nichtschlüsselattribut transitiv vom Identifikationsschlüssel abhängt.

Um den Beispiel-Datenbestand in die 3. Normalform zu transformieren, muss die Beschreibung der Lagerplätze in eine eigene Relation ausgelagert werden, wobei wiederum ein gemeinsames Attribut, nämlich LagerNr, die Verbindung herstellt. Abb. 15.27 vollzieht diesen Schritt am Beispiel nach.

Personal		Artikel				Lager	
Person- alNr	Mitarbei- terName	ArtikelNr	ArtikelBez	Bestell- Nr	Hersteller	Lager- Nr	LagerBez
14	Fritsch	1889	Elektromotor 60 W	1425-6	Merten AG	4	Anbau Süd
23	Meier	2367	Radiator 12 cm	2375B	Merten AG	8	externes Lager
51	Kronau	5156	Nockenwelle	T-375	Keckel GmbH	9	Anbau Nord
75	Bastert	9045	Filterge- häuse	AF30C	Brago AG	12	Elektro- Werkstatt
		9051	Filtereinsatz	XF43V	Brago AG	13	Haupt- werkstatt

Einlagerung			
Person- alNr	Einlage- rungsdatum	ArtikelNr	LagerNr
23	22.04.2021	5156	13
23	12.10.2021	5156	13
51	12.03.2020	2367	9
23	14.08.2021	1889	12
14	22.06.2021	5156	13
75	13.02.2020	9045	4
75	13.02.2020	9051	4

Abb. 15.27 Datenbestand in 3. Normalform

Über die dritte Normalform hinaus werden in der Literatur weitere Normalformen beschrieben. Für die meisten Modellierungssituationen genügt jedoch die Normalisierung bis zur 3. Normalform.

Wie das Beispiel zeigt, wurden durch den Normalisierungsprozess unerwünschte Redundanzen eliminiert. Andererseits entstehen neue Redundanzen durch die mehrfache Verwendung bestimmter Attribute als Schlüsselattribute in den neu entstehenden Relationen. So ist das Attribut ArtikelNr sowohl in der Relation Artikel als auch in der Relation Einlagerung enthalten. Diese Mehrfachspeicherung ist unumgänglich, denn sie ermöglicht die inhaltliche Verknüpfung von Relationen.

15.2.3.2.3 Schreibweise von Relationen und Relationenmodellen

Die inhaltlichen Beziehungen zwischen Relationen lassen sich auch grafisch darstellen. Dazu sei folgende Schreibweise einer Relation eingeführt, bei der – wie vereinbart – der Identifikationsschlüssel durch Unterstreichung gekennzeichnet wird:

Relationsname(*Attribut 1, Attribut 2, Attribut 3, ...*)

Notiert man die in obigem Beispiel angegebenen Relationen auf diese Weise, so lassen sich die Beziehungen zwischen den Relationen durch Verbindungslien zwischen den gemeinsamen Attributen explizit darstellen. Fügt man außerdem an die Verbindungslien beidseitig Assoziationssymbole an, so erhält man das in Abb. 15.28 gezeigte Relationenmodell in expliziter Relationenschreibweise.

15.2.3.3 Erweiterungen des Relationenmodells

Der dargestellte Normalisierungsprozess widmet sich vorrangig den Beziehungen zwischen den Attributen innerhalb einer gegebenen Relation. Jede Relation eines zu normalisierenden Datenbestandes wird dabei isoliert betrachtet. Beziehungen zwischen Relationen werden nur insoweit betrachtet, als im Zuge der Normalisierung neue Relationen durch Abspaltung von einer Ausgangsrelation entstehen. Entsprechend werden relationenübergreifende Beziehungen nur implizit, durch gemeinsame Attribute, abgebildet.

Häufig liegen im Ausgangs-Datenbestand jedoch bereits mehrere Relationen vor. Für diesen Fall stellt das Relationenmodell keine Regeln zur Verfügung, welche die Analyse

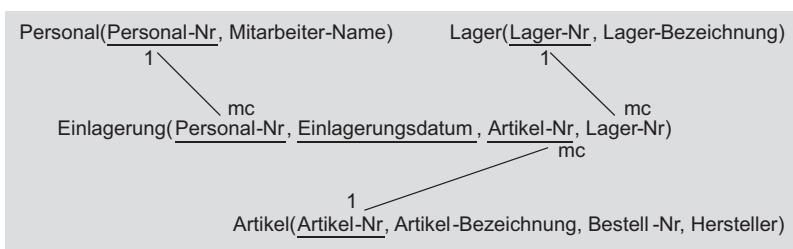


Abb. 15.28 Einfaches Relationenmodell in expliziter Relationenschreibweise

und konsistente Gestaltung relationenübergreifender Beziehungen erlauben. Selbst wenn sich jede dieser Relationen in dritter Normalform befindet, ist nämlich noch nicht sicher gestellt, dass Sachverhalte und Beziehungen im Gesamt-Datenbestand redundanzminimal und widerspruchsfrei abgebildet sind. Um dies zu gewährleisten, sind weitere, über die Normalisierungsregeln hinausgehende Anforderungen an eine Datenbasis zu stellen. Dies soll im Folgenden näher erläutert werden.

Relationenübergreifende Redundanzen können z. B. dann auftreten, wenn mehrere Relationen über gemeinsame Attribute verfügen, ohne dass diese Attribute in mindestens einer dieser Relationen zum Identifikationsschlüssel gehören. Zur Verdeutlichung sei ein Datenbestand betrachtet, der die beiden folgenden, in dritter Normalform befindlichen Relationen umfasst:

Arbeiter (*ArbeiterNr*, Name, Adresse, KolonnenNr, Lohnklasse)

Techniker (*TechnikerNr*, Name, Adresse, Fachrichtung, Prüfungsdatum)

Offensichtlich stellen Name und Adresse gemeinsame Attribute beider Relationen dar, jedoch ohne in einer der beiden Relationen Bestandteil eines Identifikationsschlüssels zu sein. Derartige Attribute sind häufig Ursache für Redundanzen und Änderungsanomalien. So sind in obigem Beispiel für Arbeiter mit erfolgreich abgeschlossener Technikerprüfung Name und Adresse zweifach im Datenbestand enthalten. Um dies zu vermeiden, ist eine dritte, übergeordnete Relation einzuführen, welcher die redundanten Attribute zugeordnet werden:

Person (*PersonalNr*, Name, Adresse)

Arbeiter (*PersonalNr*, KolonnenNr, Lohnklasse)

Techniker (*PersonalNr*, Fachrichtung, Prüfungsdatum)

Alle Relationen befinden sich in dritter Normalform. Als einziges gemeinsames Attribut verbleibt das Attribut *PersonalNr*, welches in allen Relationen als Identifikationsschlüssel, in den Relationen Arbeiter und Techniker gleichzeitig als Fremdschlüssel fungiert. Alle redundanten Attribute wurden eliminiert. Zur Vermeidung relationenübergreifender Redundanzen ist also zu fordern (vgl. Zehnder (2002), S. 89):

- Eine Datenbasis muss aus Relationen in **3. Normalform** bestehen; darüber hinaus sind als gemeinsame Attribute nur solche Attribute erlaubt, die mindestens in einer der beteiligten Relationen als Identifikationsschlüssel auftreten.

Offensichtlich entspricht dieses Vorgehen dem Konzept der Generalisierung/Spezialisierung, wie es bereits in Abschn. 15.2.3.1 erläutert wurde.

Die Betrachtung relationenübergreifender Beziehungen führt zwangsläufig zu einer weiteren wichtigen Regel zur Sicherstellung der Widerspruchsfreiheit einer Datenbasis, die so genannte Bedingung der referenziellen Integrität.

- Die Bedingung der **referenziellen Integrität** fordert, dass ein Fremdschlüssel in einer Relation R2 nur solche Tupel einer anderen Relation R1 referenzieren darf, welche in R1 auch tatsächlich existieren.

Die Bedingung der referenziellen Integrität ist letztlich nichts anderes als eine besondere Anforderung an den Wertebereich eines Fremdschlüssels. Diese Anforderung lässt sich wie folgt formulieren:

- Der **Wertebereich eines Fremdschlüssels** umfasst zu jeder Zeit genau die Menge der Werte, welche zur selben Zeit in der Relation, aus der der Fremdschlüssel importiert wird, als Identifikationsschlüsselwerte tatsächlich auftreten.

Diese Bedingung wird am Beispiel der Relation Einlagerung aus Abb. 15.27 plausibel. In dieser Relation stellen die Attribute PersonalNr, ArtikelNr und LagerNr Fremdschlüssel dar, die aus den Relationen Person, Artikel und Lager importiert wurden. Es leuchtet ein, dass in der Relation Einlagerung nur solche Tupel existieren dürfen, die sich auf tatsächlich vorhandene Tupel dieser drei letztgenannten Ursprungs-Relationen beziehen. Entsprechend wäre die Einfügung eines Tupels (14, 23.04.2021, 4630, 15) in die Relation Einlagerung unzulässig, da zwar eine Person mit der Personalnummer 14 existiert, jedoch weder ein Artikel mit der Artikelnummer 4630 noch ein Lager mit der Lagernummer 15 aktuell im Datenbestand geführt werden. Zulässig wäre die Verwendung dieser Werte erst nach Einfügung entsprechender Tupel in die Relationen Artikel und Lagerbestand. Da sich der Wertebereich eines Fremdschlüssels offenbar im Zeitablauf ändern kann, spricht man auch von einem dynamischen Wertebereich.

Über die in diesem Abschnitt genannten Regeln hinaus lassen sich noch weitergehende Anforderungen an ein Relationenmodell formulieren, welche in ihrer Gesamtheit die relationenübergreifende Widerspruchsfreiheit einer Datenbasis sicherstellen. Zehnder (2002) stellt insgesamt sechs solcher so genannten Strukturregeln auf. Eine Datenbasis, die allen sechs Strukturregeln genügt, wird von Zehnder als global normalisiert bezeichnet.

15.2.3.4 Überführung von Entity-Relationship-Modellen in das relationale Datenbankmodell

Das **Entity-Relationship-Modell (ERM)** und das relationale Datenbankmodell sind die Ergebnisse zweier unterschiedlich ausgerichteter Ansätze der **Datenmodellierung**:

- Das **ERM** ist ein umfassendes Beschreibungsmittel zur expliziten Darstellung der Gesamtstruktur einer Datenwelt oder eines Datenbestandes einschließlich entitätsübergreifender Verknüpfungen. Es bezieht auch Attribute in die Modellierung ein. Jedoch

fehlt ihm ein dem Relationenmodell vergleichbarer methodisch-theoretischer Unterbau zur Sicherstellung von Redundanzfreiheit und Datenkonsistenz.

- Das **Relationenmodell** geht von einem gegebenen Datenbestand auf der Ebene von Attributen aus und zielt auf die Strukturierung des Datenbestandes in der Form der Bildung von Relationen derart ab, dass das resultierende, aus Relationen bestehende Datenmodell bestimmte Anforderungen an Redundanzfreiheit und Datenkonsistenz erfüllt.

Während die Stärke des ERM in der Strukturierung umfassender Datenwelten liegt, ist das Relationenmodell geeignet, das **Redundanz- und Konsistenzproblem** bei der Datenmodellierung zu meistern. Dazu ist allerdings ein Anfangs-Datenbestand erforderlich, für dessen Ermittlung sich gerade das ERM eignet. Es liegt daher nahe, beide Ansätze der Datenmodellierung zu kombinieren, d. h. bei dem Datenbankentwurf wie folgt vorzugehen:

- Erstellung eines konzeptionellen Modells gemäß dem ERM-Ansatz unter Einbeziehung von Attributen.
- Erstellung eines logischen Modells gemäß dem Ansatz des Relationenmodells ausgehend von dem erstellten konzeptionellen Modell.

Die Überführung eines ERM in ein Relationenmodell umfasst folgende Schritte:

- (1) Übernahme der Entitätstypen des ERM in das Relationenmodell als Relationen.
- (2) Übernahme der Attribute des ERM in das Relationenmodell als Attribute.
- (3) Bei der Überführung von Beziehungstypen kommen Erweiterungen um Attribute und Relationen ins Spiel. Exemplarisch seien die drei ursprünglichen von Chen (1976) eingeführten Beziehungstypen betrachtet.
 - 1:1-Beziehungstyp: Bei einem 1:1 Beziehungstyp zwischen zwei Relationen R1 und R2 ist der im Identifikationsschlüssel der (beliebig gewählten) Relation R1 als Fremdschlüssel in die Relation R2 zu übernehmen. R2 wird also um das Attribut oder die Attributkombination erweitert, das oder die in R1 den Identifikationschlüssel darstellt.
 - 1:n-Beziehungstyp: Bei einem 1:n- Beziehungstyp zwischen zwei Relationen R1 und R2 mit der Kardinalität n an der Relation R2 wird der Identifikationsschlüssel von R1 in die Relation R2 als Fremdschlüssel übernommen.
 - n:m-Beziehungstyp: Bei einem n:m-Beziehungstyp zwischen zwei Relationen R1 und R2 wird eine neue Relation R3 gebildet, in die die Identifikationsschlüssel von R1 und R2 als Fremdschlüssel sowie weitere den Beziehungstyp charakterisierende Attribute übernommen werden. Ein Beispiel ist der Beziehungstyp Lagermenge, der in verschiedenen Lagern bevorratete Artikel betrifft:

Lagermenge (*ArtikelNr, LagerNr, Menge*)

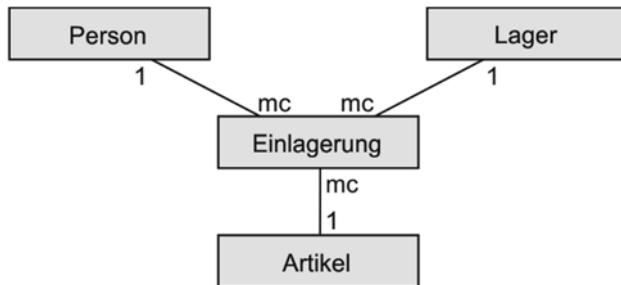


Abb. 15.29 Vereinfachtes ERM für das Beispiel-Datenmodell

Die Attribute ArtikelNr und LagerNr stellen Fremdschlüssel dar, die aus den hier nicht spezifizierten Relationen Artikel und Lager importiert wurden und dort Identifikations- schlüssel darstellen. Sie bilden in der Relation Lagermenge den zusammengesetzten Identifikationsschlüssel.

Für die Ausgangs- und Endsituation der Überführung sei nun ein Beispiel betrachtet. Gegeben sei das in Abb. 15.29 gezeigte einfache ER-Diagramm. Bei geeignet ergänzten Attributen, würde die Überführung das Relationenmodell in Abb. 15.28 ergeben

In Abb. 15.29 wurde auf die Raute als Beziehungssymbol verzichtet. Auf die Ein- beziehung eines Beziehungstyps kann speziell dann verzichtet werden, wenn der Beziehungstyp keine **informationstragende** Verbindung darstellt und damit kein Informationsverlust bei seiner Vernachlässigung eintritt. Dies gilt z. B. für alle in dem in Abb. 15.28 gezeigten Beispielmodell ausgewiesenen hierarchischen Verbindungen. Bei dem in Abb. 15.19 dargestellten netzwerkartigen mc-mc-Beziehungstyp Bestellung bei- spielsweise liegt dagegen eine informationstragende Verbindung vor. In der Tat sind dem Beziehungstyp Bestellung Attribute wie KundenNr, ArtikelNr und Bestellmenge zuzu- ordnen, um den Sinngehalt der Beziehung korrekt wiederzugeben. Bei der Überführung von Entity-Relationship-Modellen in Relationenmodelle bedürfen daher informations- tragende Beziehungstypen einer weitergehenden Behandlung.

15.2.4 Datenbankverwaltungssysteme

Das Datenbankverwaltungssystem ist neben der Datenbank die zweite zentrale Komponente eines Datenbanksystems. Für die Informationsverarbeitung in Unternehmen haben Datenbanksysteme eine besondere Bedeutung, da das Gros der betrieblichen Anwendungs- systeme auf ihnen aufsetzt. Nachdem im vorangegangenen Abschnitt auf die Modellie- rung der in einer Datenbank gehaltenen Daten eingegangen wurde, behandelt der vor- liegende Abschnitt das Datenbanksystem als Instrument zur Nutzung einer (relationalen) Datenbank aus unterschiedlichen Perspektiven. Auf die Funktionen eines Datenbankver- waltungssystems und deren Nutzer geht Abschn. 15.2.4.1 ein. Die Verortung eines Daten- verwaltungssystems in der Softwarelandschaft eines Unternehmens sowie sein Aufbau

sind Gegenstand von Abschn. 15.2.4.2. Der Aufbau, die Pflege und die Nutzung einer Datenbank mit der sprachlichen Komponente eines relationalen Datenbankverwaltungssystems, der Datenbanksprache SQL, wird in Abschn. 15.2.4.3 detailliert beschrieben. Abschließend setzt sich Abschn. 15.2.4.4 mit der Sicherung der Konsistenz einer Datenbank auseinander.

15.2.4.1 Funktionen und Nutzer von Datenbankverwaltungssystemen

Wie in Abschn. 15.2.1 bereits erläutert wurde, stellen **Datenbankverwaltungssysteme (DBVS)** die Verbindung zwischen einer Datenbank und den Datenbankbenutzern bzw. Anwendungsprogrammen her. Die Funktionen, die ein Datenbankverwaltungssystem in diesem Zusammenhang übernimmt, lassen sich in folgende Funktionsbereiche gliedern:

- Die Verwaltung der **Datenbeschreibungen**, d. h. der Schemata der logischen, internen und externen Ebene.
- Das Speichern der Daten und das Anlegen von effizienten **Zugriffspfaden** zu den gespeicherten Daten gemäß den Vorgaben des internen Schemas.
- Das Ausführen von **Datenbankoperationen** wie Lesen, Ändern und Löschen von Datenobjekten gemäß den Manipulationsanweisungen der Benutzer/Anwendungsprogramme.
- Das Prüfen der **Berechtigung** des Zugangs von Benutzern/Anwendungsprogrammen zur Datenbank und das Erteilen von Lese- und Schreiberlaubnissen während des Datenbankbetriebs.
- Das **Protokollieren** ein- und ausgehender Informationen und das Führen von Fehlerstatistiken.
- Die Sicherstellung der **Datenkonsistenz** innerhalb der Datenbank mittels geeigneter Mechanismen. Dazu gehören z. B. das Verhindern der gleichzeitigen Manipulation bestimmter Daten durch verschiedene Benutzer sowie die Wiederherstellung der Datenkonsistenz nach Fehlschlägen einer Datenmanipulation.
- Die Bereitstellung von **Sprachen** und Schnittstellen für den Zugriff auf den Datenbestand und die Interaktion mit dem Datenbankverwaltungssystem durch Benutzer und Anwendungsprogramme.
- Die Bereitstellung von **Kommunikationsschnittstellen**, die die Inanspruchnahme aller genannten Funktionen auch über ein Netzwerk erlauben.

Zu den Nutzern eines Datenbankverwaltungssystems gehören neben Personen als Nutzer insbesondere auch die Vielzahl der Anwendungssysteme, die z. B. der routinemäßigen Transaktionsabwicklung ohne menschliche Eingriffe dienen. Was die menschlichen Benutzer anbelangt, verfolgen nicht alle Benutzer eines Datenbankverwaltungssystems dieselben Interessen und Ziele. Nach den unterschiedlichen Aufgaben und Anforderungen lassen sich im Wesentlichen vier Gruppen von Benutzern eines Datenbankverwaltungssystems unterscheiden:

- **Datenbank-Administratoren**, die den geordneten operativen Betrieb eines Datenbanksystems sicherstellen. Zu den Aufgaben des Datenbank-Administrators gehören die ständige Überwachung und Optimierung von Antwortzeitverhalten und Auslastung (Performance) des Datenbanksystems, die Definition und Verwaltung der Zugangsberechtigungen, die Einrichtung von Datensicherungsroutinen sowie die technisch-systembezogene Beratung der übrigen Benutzergruppen.
- **Datenbank-Entwickler**, die die Struktur einer Datenbank entwerfen, wobei ihr Tätigkeitschwerpunkt auf konzeptioneller und logischer Ebene liegt. Ihre Aufgabe ist es, für den Bedarf der verschiedenen Anwendergruppen die erforderlichen Datenbankschemata zu entwickeln, diese im Datenbanksystem zu implementieren und ihre Wartung und Weiterentwicklung zu betreiben.
- **Anwendungssystem-Entwickler**, die Anwendungsprogramme entwerfen und erstellen, die bei der Erfüllung ihrer Aufgaben auf die in einer Datenbank abgelegten Daten zugreifen. Da Datenverwaltungsaufgaben an das Datenbankverwaltungssystem delegiert werden, können sich die Entwickler auf die Anwendungslogik zur Verarbeitung der Daten konzentrieren. Stellt die Funktionalität der Anwendungssysteme besondere Anforderungen an die Struktur einer Datenbank, ist eine enge Zusammenarbeit zwischen Anwendungssystem-Entwicklern und Datenbank-Entwicklern erforderlich.
- **Endanwender**, die in einer Datenbank abgelegten Daten zur Erfüllung ihrer täglichen Aufgaben benutzen. Dazu verwenden sie in aller Regel Anwendungsprogramme, die über entsprechende Schnittstellen des Datenbankverwaltungssystems auf den Datenbestand zugreifen. Bei entsprechenden Kenntnissen ist darüber hinaus auch die direkte Interaktion mit dem Datenbankverwaltungssystem möglich, indem Endanwender freie Abfragen in der von dem DBVS bereitgestellten Abfragesprache formulieren.

15.2.4.2 Einordnung und Aufbau von Datenbankverwaltungssystemen

In Abschn. 15.2.1 wurde die für das Datenbankkonzept fundamentale Trennung von Anwendung und Datenhaltung anhand einer geschichteten Darstellung dieser Bereiche erläutert. Unberücksichtigt blieben dabei weitere Bereiche, die erst ein grobes Gesamtbild der Datenbank-gestützten Informationsverarbeitung ergeben. Die Einordnung eines Datenbanksystems in ein derartiges Gesamtbild veranschaulicht die Schichtendarstellung in Abb. 15.30. Demnach ist ein Datenbankverwaltungssystem zwischen den Anwendungssystemen und dem Betriebssystem zu verorten. Unter Daten (physisch) sind die in der Datenbank gespeicherten Daten zu verstehen (Hardwareschicht) und unter Daten (logisch) die den Aufbau der Daten beschreibenden Schemata (DBVS-Schicht).

Detailliertere Zusammenhänge werden sichtbar, wenn man den inneren Aufbau eines Datenbankverwaltungssystems betrachtet. Berücksichtigt man die in dem vorangehenden Abschnitt genannten Funktionen sowie die Anforderungen der verschiedenen Benutzergruppen, so lassen sich etwa die in Abb. 15.31 dargestellten funktionalen **Komponenten eines Datenbankverwaltungssystems** abgrenzen.

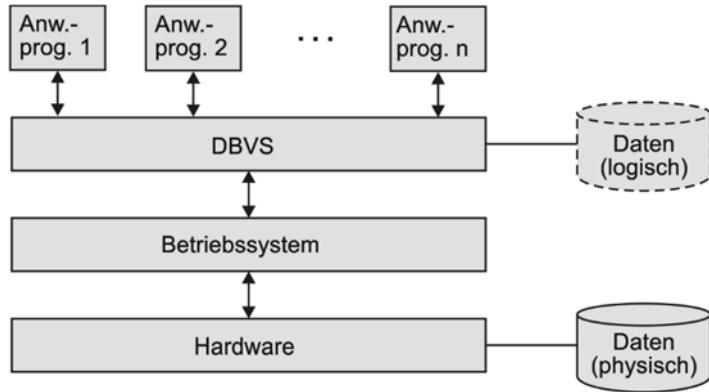


Abb. 15.30 Schichtendarstellung zur Einordnung von Datenbankverwaltungssystemen

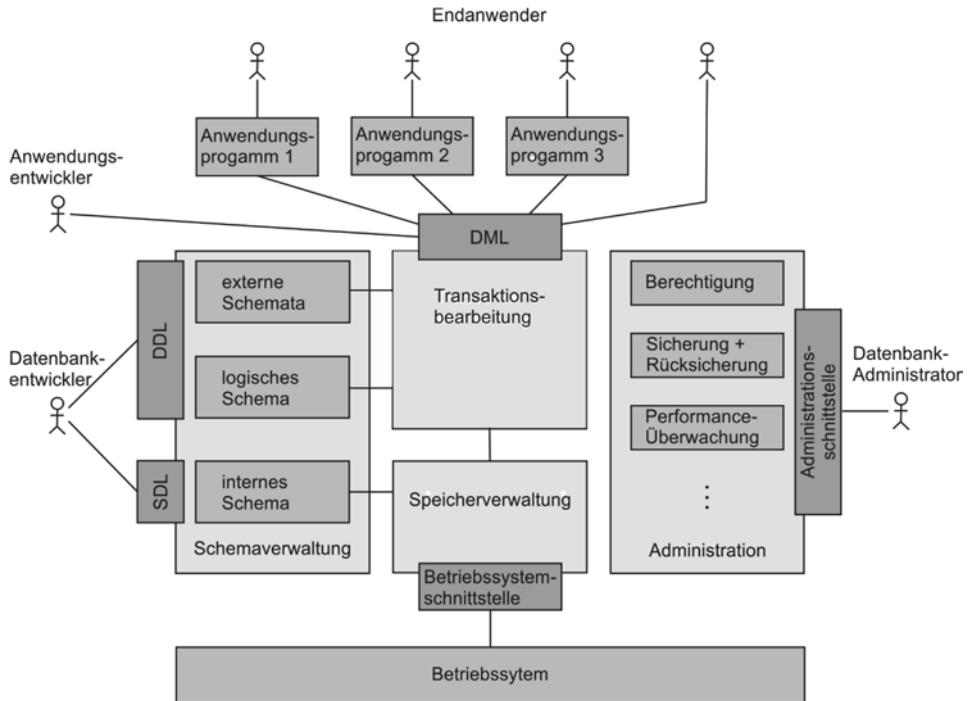


Abb. 15.31 Komponenten eines Datenbankverwaltungssystems

Die Komponente zur Schemaverwaltung erlaubt die Definition und Wartung der Datenbeschreibungen auf den verschiedenen Datenbankebenen. Um dem Datenbankentwickler den Zugriff auf diese Komponente zu ermöglichen, bieten Datenbankverwaltungssysteme spezielle Sprachen an. Zur Datendefinition und -beschreibung aus logischer und externer

Sicht dient die so genannte **Datenbeschreibungssprache (Data Definition Language, DDL)**. Für Festlegungen auf interner Ebene, z. B. hinsichtlich der Einrichtung von Zugriffspfaden und zugriffsbeschleunigenden Hilfsorganisationen (vgl. Abschn. 15.1.2.1), ist eine **Speicherbeschreibungssprache (Storage Description Language, SDL)** vorgesehen.

Die Komponente zur Abfrage- und Mutationsbearbeitung übernimmt die Aufgabe, die von Benutzern und Anwendungsprogrammen angeforderten Datenbankoperationen der externen Ebene – Speichern, Löschen, Ändern und Selektieren von Daten – unter Sicherstellung der Datenkonsistenz in Datenmanipulationen der internen Ebene umzusetzen. Außerdem hat diese Komponente für die Rücktransformation der Manipulationsergebnisse in die logische bzw. externe Beschreibungsebene zu sorgen. Die Umsetzungen zwischen der externen, der logischen und der internen Ebene sind erforderlich, weil die Anwendungsprogramme lediglich logische Datenbeschreibungen enthalten und folglich keine Kenntnisse über physische Datenstrukturen besitzen. Eine **Datenmanipulationssprache (Data Manipulation Language, DML)** ermöglicht es Anwendungsentwicklern und Benutzern, entsprechende Abfragen und Mutationen zu formulieren.

Die Komponente zur Speicherverwaltung ist für die physische Datenorganisation verantwortlich. Hier findet die eigentliche Verwaltung der Nutzdaten statt. Die Speicherverwaltung steht in enger Beziehung zum Betriebssystem und nutzt über eine entsprechende Schnittstelle dessen Funktionen für den Zugriff auf externe Speichermedien. Die Datenmanipulationen der internen Ebene werden hier mittels geeigneter Aufrufe von Betriebssystem-Funktionen ausgeführt.

Die Administrationskomponente bietet Funktionen für einen geregelten Datenbankbetrieb und unterstützt den Datenbankadministrator bei der Erfüllung seiner Aufgaben. Entsprechend werden von dieser Komponente Module und Werkzeuge zur Einrichtung und Verwaltung eines Berechtigungskonzepts, zur Durchführung von Datensicherungen und zur Überwachung des Leistungsverhaltens bereitgestellt.

15.2.4.3 Structured Query Language (SQL)

Im vorliegenden Abschnitt wird die Datenbanksprache **SQL (Structured Query Language)** eingehender behandelt, da sie einen Sprachstandard für die relationale Datenbanken darstellt. SQL geht auf eine Initiative von IBM zur Entwicklung einer Datenbanksprache für ein relationales Datenbankverwaltungssystem zurück. Sie ist in DIN 66315 bzw. ISO/IEC 9075 standardisiert. Es handelt sich um eine deklarative Sprache (oder Sprache der 4. Generation). Den theoretischen Hintergrund von SQL bildet die so genannte **Relationenalgebra**, ein auf der Mengenlehre basierender Formalismus zur Beschreibung von Datenmanipulationen unter dem Relationenmodell. Entsprechend sind relationale Datenbanken das Hauptanwendungsgebiet von SQL.

Anders als man aus der Namensgebung schließen könnte, beschränkt sich der Funktionsumfang von SQL nicht auf reine Abfragen. SQL gestattet vielmehr auch die Beschreibung von Daten, die Definition von Indizes sowie das Mutieren von Daten. Damit deckt SQL sowohl die Funktionalität einer DDL wie auch einer DML ab.

Begriff im Relationenmodell	Begriff im SQL-Sprachgebrauch
Relation	Tabelle (engl. table)
Tupel	Zeile (engl. row) oder Satz (engl. record)
Attribut	Spalte (engl. column) oder Feld (engl. field)

Abb. 15.32 Begriffe in der Datenbanksprache SQL

Da einige Begriffe des Relationenmodells in SQL üblicherweise unter einer anderen Bezeichnung verwendet werden, stellt Abb. 15.32 diese unterschiedlich bezeichneten, aber synonym verwendeten Begriffe einander gegenüber.

Im Folgenden wird näher auf die Datendefinition mit DDL (vgl. Abschn. 15.2.4.3.1) und die Datenmanipulation mit DML (vgl. Abschn. 15.2.4.3.2) je unter Nutzung der Datenbanksprache SQL eingegangen.

15.2.4.3.1 Datendefinition mit SQL

Die **Datendefinitionskomponente von SQL** beinhaltet verschiedene Anweisungen zur Definition und Behandlung von so genannten Basistabellen, Sichten und Schemata sowie zur Einrichtung und Verwaltung von Benutzerrechten. Darüber hinaus werden auch Anweisungen zur Definition von Indizes bereitgestellt.

Eine zentrale SQL-Funktion ist z. B. die Anweisung CREATE TABLE zur Definition einer Basistabelle, deren Grundform folgenden Aufbau besitzt:

```
CREATE TABLE basistabellenname
(felddefinition {, felddefinition})
```

wobei felddefinition für eine Feldvereinbarung in der folgenden Form steht:

```
fieldname datentyp [NOT NULL]
```

In dieser und allen folgenden SQL-Anweisungen werden **Schlüsselwörter** wie CREATE, TABLE usw. groß und **Bezeichner** klein geschrieben. Optionale Anweisungsteile stehen zwischen eckigen, optionale Wiederholungen zwischen geschweiften Klammern. Üblicherweise schließen SQL-Anweisungen mit einem Semikolon. Ein einfaches Beispiel für die Verwendung der CREATE-TABLE-Anweisung ist in Abb. 15.33 dargestellt.

Mit der CREATE-TABLE-Anweisung aus Abb. 15.33 wird eine leere Basistabelle mit dem Namen Artikel erzeugt, welche die vier Felder ArtikelNr, ArtikelBez, BestellNr und Hersteller beinhaltet. Auf den Namen der Basistabelle folgen eine oder mehrere Felddefinitionen. Jede Felddefinition umfasst den Namen sowie den Datentyp des Feldes. Im Beispiel werden zwei Datentypen verwendet, nämlich CHAR und SMALLINT. Abb. 15.34 gibt einen Überblick über diese und einige weitere SQL-Standarddatentypen.

```
CREATE TABLE Artikel
  (ArtikelNr  SMALLINT NOT NULL,
  ArtikelBez CHAR(15),
  BestellNr  CHAR(10),
  Hersteller CHAR(20));
```

Ergebnis:

Artikel

ArtikelNr	ArtikelBez	BestellNr	Hersteller
⋮			

Abb. 15.33 Beispiel für die Verwendung von CREATE TABLE

Datentyp	Erläuterung
CHAR (n)	Zeichenkette mit fester Länge n
INTEGER	ganze Zahl in einem Vollwort
SMALLINT	ganze Zahl in einem Halbwort
FLOAT	Gleitkommazahl in einem Doppelwort
DATE	Datumstyp der Form JJJJ-MM-TT
LONGINTEGER	ganze Zahl in einem Doppelwort
ALPHANUMERIC	alphanumerischer Datentyp

Abb. 15.34 Einige SQL-Standarddatentypen

Die Angabe des Datentyps kann um den Hinweis NOT NULL ergänzt werden. Mit dieser Spezifikation werden für Felder, die keine Nullwerte annehmen dürfen, Nullwerte ausgeschlossen. Unter einem Nullwert ist ein spezieller Wert zu verstehen, der die Bedeutung „unbekannt“ besitzt. Auf Schlüsselfelder ist die NOT NULL-Spezifikation in jedem Falle anzuwenden, da „unbekannte“ Schlüsselwerte nicht zulässig sind.

15.2.4.3.2 Datenmanipulation mit SQL

Die **Datenmanipulationskomponente von SQL** besteht aus Anweisungen, welche auf den erzeugten Basistabellen ausgeführt werden können. Zu unterscheiden sind Auswahlanweisungen und Mutationen. Unter die Mutationen wiederum fallen Anweisungen zum Ändern, Einfügen und Löschen von Daten in Basistabellen (vgl. Abb. 15.35).

In Abb. 15.35 ist für jede Anweisungsart auch das Schlüsselwort angegeben, mit dem die zu der jeweiligen Art gehörigen SQL-Anweisungen beginnen. Im Folgenden werden die SELECT-, INSERT-, UPDATE- und DELETE-Anweisung je an einem einfachen Beispiel erläutert.

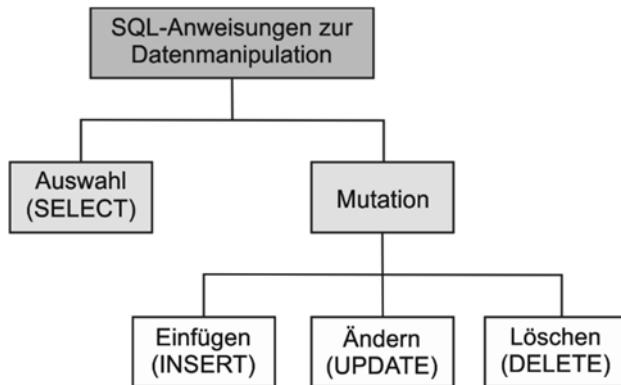


Abb. 15.35 SQL-Anweisungen zur Datenmanipulation

<pre> SELECT ArtikelNr, ArtikelBez FROM Artikel WHERE Hersteller = 'Brago AG'; </pre>	Ergebnis: <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;">ArtikelNr</th><th style="text-align: left;">ArtikelBez</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: left;">9045</td><td style="text-align: left;">Filtergehäuse</td></tr> <tr> <td style="text-align: left;">9051</td><td style="text-align: left;">Filtgereinsatz</td></tr> </tbody> </table>	ArtikelNr	ArtikelBez	9045	Filtergehäuse	9051	Filtgereinsatz
ArtikelNr	ArtikelBez						
9045	Filtergehäuse						
9051	Filtgereinsatz						

Abb. 15.36 Beispiel für eine SELECT-Anweisung

Die **SELECT-Anweisung** erlaubt die gezielte Auswahl von Daten aus einer Basis-tabelle. Die Grundform der SELECT-Anweisung lautet:

<pre> SELECT feldname {, feldname } FROM basistabelle {, basistabelle } WHERE bedingung </pre>

Nach dem Schlüsselwort **SELECT** sind die auszugebenden Felder, d. h. die für die Auswahl relevanten Spalten oder Attribute, zu spezifizieren. Auf **FROM** folgen die Basis-tabellen, auf die sich die Abfrage bezieht. Welche Bedingungen die abzufragenden Daten erfüllen müssen, ist nach dem Schlüsselwort **WHERE** anzugeben. Ein Beispiel für eine einfache SELECT-Anweisung in der Grundform zeigt Abb. 15.36. Legt man die Daten aus Abb. 15.27 zu Grunde, so führt die Anweisung zu dem rechts in dieser Abbildung darstellten Ergebnis.

Die Grundform der SELECT-Anweisung kann zu sehr komplexen Anfragen erweitert werden. In der optionalen WHERE-Klausel können für die auszugebenden Daten Bedingungen festgelegt werden, die die Abfrage präzisieren. Zum Vergleich von Daten können die Operatoren **>**, **>=**, **<**, **<=**, **=**, **<>** und **BETWEEN ... AND ...** verwendet werden. Zur Verknüpfung von mehreren Bedingungen in einer WHERE-Klausel dienen die Operatoren **AND**, **OR** und **NOT**.

Mittels einer ORDER BY-Klausel kann eine Sortieranforderung angehängt werden. Sie hat die Form

ORDER BY	fieldname [DESC] {, feldname [DESC]}
----------	--------------------------------------

und bewirkt, dass die auszugebenden Zeilen nach den Werten der angeführten Felder sortiert werden. Wenn dem Feldnamen das optionale Schlüsselwort DESC nachgestellt ist, wird hinsichtlich des betreffenden Feldes absteigend sortiert, sonst aufsteigend.

Weiter bietet SQL die Möglichkeit, Funktionen auf einem Abfrageergebnis auszuführen. So lassen sich mit Hilfe der Funktionen COUNT, SUM, AVG, MIN und MAX die Anzahl der Datensätze einer Tabelle oder die Summe, der Durchschnitt, das Minimum und das Maximum der in einer Tabellenspalte enthaltenen Werte ermitteln. Die Aggregatfunktionen zeichnen sich dadurch aus, dass sie die Betrachtung quantitativer Beziehungen zwischen den Attributwerten verschiedener Zeilen erlauben. Sie sind z. B. für statistische Auswertungen eines gegebenen Datenbestandes von Bedeutung. Schließlich ist die arithmetische und logische Verknüpfung der Attributwerte verschiedener Spalten mittels der üblichen Operatoren und auch unter Einbeziehung von Konstanten möglich. Einen Überblick über einige wichtige Operatoren bietet Abb. 15.37.

Häufig bezieht sich eine Abfrage auf mehrere Tabellen. Gefragt sei zum Beispiel nach der Anzahl der Einlagerungsvorgänge des Mitarbeiters Meier. Legt man erneut die Daten aus Abb. 15.27 zu Grunde, so führt eine Anweisung wie in Abb. 15.38 zu dem rechts in dieser Abbildung dargestellten Ergebnis.

In diesem Fall gibt die SELECT-Anweisung einen einzelnen Wert zurück. Die Angabe „Anzahl“ hinter dem Schlüsselwort AS benennt die Ergebnisspalte. Die letzte Zeile dieser Abfrage zeigt, wie hier die Basistabellen Person und Einlagerung durch die Personalnummer miteinander verknüpft werden.

Generell können Abfragen geschachtelt werden. Unterabfragen (engl. subqueries) sind SELECT-Anweisungen, die in eine SELECT-, INSERT-, DELETE- oder UPDATE-Anweisung eingebettet oder Bestandteile einer weiteren Unterabfrage sind. Die Verschachtelungstiefe ist grundsätzlich unbegrenzt. Allerdings werden Anweisungen mit mehr als zwei Ebenen leicht unübersichtlich. Handelsübliche DBVS begrenzen die Verschachtelungstiefe.

Unterabfragen können im Bedingungsteil einer SELECT-Anweisung eingebunden werden. Die Abfrage in Abb. 15.39 ermittelt auf Basis der Daten aus Abb. 15.27 alle Einlagerungsvorgänge (repräsentiert der Kürze halber durch ihre zusammengesetzten Schlüsse), die Artikel des Herstellers „Merten AG“ betreffen.

Auch im Listenteil der SELECT-Anweisung können Unterabfragen verwendet werden. Das in Abb. 15.40 dargestellte Beispiel zeigt auf der Basis der bekannten Daten, wie der Anteil der Einlagerungsvorgänge, die sich auf die Hauptwerkstatt beziehen, ermittelt werden kann. COUNT (*) gibt die Anzahl aller Zeilen der Tabelle zurück.

Die Unterabfrage, auch „innerer SELECT“ genannt (zweite Zeile in der Abbildung), repräsentiert den Nenner des gesuchten Wertes, während der „äußere SELECT“ den Zähler ergibt. Bei der Konstruktion derartiger Abfragen ist zu beachten, dass Unterabfragen wie andere SELECT-Anweisungen auch je nach Gestaltung Werte, Zeilen oder auch Ta-

Kategorie	Operator/Funktion	Erläuterung
Vergleich	>	größer
	>=	größer oder gleich
	<	kleiner
	<=	kleiner oder gleich
	=	gleich
	<>	ungleich
	BETWEEN ... AND ...	zwischen ... und ...
logische Verknüpfung (Konnektor)	AND	und
	OR	oder
	NOT	Negation
arithmetische Verknüpfung	+	Addition
	-	Subtraktion
	*	Multiplikation
	/	Division
Mengenverknüpfung	ANY	ist wahr, wenn mindestens einer in einer Menge von Vergleichen wahr ist
	ALL	ist wahr, wenn alle Vergleiche aus einer Menge wahr sind
	IN	ist enthalten in
	NOT IN	ist nicht enthalten in
	EXISTS	es gibt ein ... (ist wahr, wenn die folgende Unterabfrage nicht leer ist)
	NOT EXISTS	es gibt kein
Aggregatfunktion	COUNT(<i>fieldname</i>)	Gibt die Anzahl der Zeilen zurück, die in dem entsprechenden Feld einen von NULL verschiedenen Wert haben.
	SUM()	Summe von
	AVG()	Durchschnitt von
	MIN()	Minimum von
	MAX()	Maximum von

Abb. 15.37 Einige SQL-Operatoren und -Funktionen

```
SELECT COUNT (Einlagerung.PersonalNr)
      AS Anzahl
FROM Person, Einlagerung
 WHERE Person.MitarbeiterName = 'Meier'
   AND Person.PersonalNr = Einlagerung.PersonalNr;
```

Ergebnis:	Anzahl
	3

Abb. 15.38 SELECT-Anweisung mit Aggregatfunktion auf mehreren Tabellen

SELECT PersonalNr, Einlagerungsdatum, ArtikelNr FROM Einlagerung WHERE ArtikelNr IN (SELECT ArtikelNr FROM Artikel WHERE Hersteller = 'Merten AG');	Ergebnis:
	Perso- nalNr Einlage- rungsdatum ArtikelNr
	23 14.08.2021 1889
	51 12.03.2020 2367

Abb. 15.39 SELECT-Anweisung mit Unterabfrage im Bedingungsteil

SELECT COUNT (Einlagerung.LagerNr) / (SELECT COUNT (*) FROM Einlagerung) AS Anteil FROM Lager, Einlagerung WHERE Lager.LagerBez = 'Hauptwerkstatt' AND Lager.LagerNr = Einlagerung.LagerNr;	Ergebnis:
	Anteil 0,4285714286

Abb. 15.40 SELECT-Anweisung mit Unterabfrage im Listenteil

bellen ergeben können und dass ihr Ergebnis nach Art und Datentyp zudem kompatibel sein muss, was die Syntax der äußereren SELECT-Anweisung an der Einfügestelle erwarten lässt.

Die hier am Beispiel der SELECT-Anweisung demonstrierten Operatoren, Aggregatfunktionen und Unterabfragen lassen sich teils auch im Kontext der im Folgenden kurz dargestellten INSERT- und UPDATE-Anweisung anwenden.

Die **INSERT-Anweisung** erlaubt das Einfügen von Sätzen in eine leere oder nicht leere Tabelle. Das folgende Beispiel demonstriert den einfachsten Fall, nämlich das einfache Einfügen eines vollständigen Tupels ohne Nullwerte:

INSERT INTO Artikel VALUES (2163, 'Steckverbinder', '1467-8', 'Merten AG');
--

In die Tabelle Artikel wird ein Artikel mit den angegebenen Daten eingefügt. In der gezeigten Grundform muss die Reihenfolge, in der die Feldwerte angegeben werden, exakt der Reihenfolge der Felder in der Tabellendefinition entsprechen. Werte für Felder des Datentyps CHAR(n) sind wie gezeigt in „gerade“ (nicht etwa in „typographische“) Anführungszeichen zu setzen. Es gibt verschiedene Varianten der INSERT-Anweisung. So kann sie z. B. um eine SELECT-Anweisung erweitert werden, um Daten aus einer anderen Tabelle einzufügen.

Änderungen an Sätzen einer Tabelle werden mit der **UPDATE-Anweisung** vorgenommen. Es folgt ein einfaches Beispiel, das sich auf die Daten der Abb. 15.27 bezieht. Es sei angenommen, dass das Attribut BestellNr der Relation Artikel als Feld des Datentyps ALPHANUMERIC definiert wurde.

```
UPDATE Artikel  
SET BestellNr = 1425-7  
WHERE ArtikelNr = 1889;
```

Die Bestellnummer des Artikels mit der Nummer 1889 wird entsprechend geändert. Ist die WHERE-Bedingung so formuliert, dass sie für mehrere Sätze zutrifft, so werden alle betreffenden Sätze in der angegebenen Weise modifiziert. Möglich ist es darüber hinaus auch, das Ändern von Daten mit einer SELECT-Abfrage zu verbinden.

Die **DELETE-Anweisung** dient dem Löschen von Sätzen einer Tabelle oder mehrerer Tabellen. Sie folgt der Grundform:

```
DELETE  
FROM basistabelle {, basistabelle }  
WHERE bedingung
```

Insbesondere der Bedingungsteil kann bei Bedarf ähnlich komplex wie bei der SELECT-Anweisung gestaltet werden. Zu Details sei auf die Spezialliteratur sowie auf die Handbücher des jeweiligen DBVS eines Herstellers oder Anbieters verwiesen.

15.2.4.4 Sicherung der Datenkonsistenz

Während der Entwicklung, der Realisierung und des Betriebs eines Datenbanksystems können sich Fehler einschleichen oder Ereignisse eintreten, welche negative Auswirkungen auf die logische Richtigkeit und Widerspruchsfreiheit des Datenbestandes haben. Man spricht in diesem Zusammenhang von einer Verletzung der Konsistenz der Daten. Die **Datenkonsistenz** ist ein wichtiger Aspekt der so genannten Datenintegrität, der vor allem die logische Ebene berührt. Neben der Datenkonsistenz unterscheidet man weitere Aspekte der Datenintegrität, nämlich

- auf technisch-organisatorischer Ebene die **Datensicherheit** (engl. **data security**), bei der es um die physische Sicherung der Daten gegen Verlust, Beschädigung, Verfälschung und unerlaubten Zugriff geht, sowie
- auf ethischer Ebene den **Datenschutz** (engl. **data protection**), der auf den Schutz von Personen vor der missbräuchlichen Verwendung personenbezogener Daten abzielt.

Dieses Kapitel konzentriert sich auf die logische Ebene der **Datenintegrität**. Im Vordergrund steht daher die Datenkonsistenz. Datensicherheit und Datenschutz erfahren an-

Objektbereich	Konsistenzbedingung	Beispiel
Nur ein Attribut betroffen	Der vorgegebene statische Wertebereich eines Attributs muss eingehalten werden.	Das Attribut Monat kann nur Werte des Bereichs [1..12] annehmen.
	Der Identifikationsschlüssel einer Relation muss eindeutig sein.	In einer Relation Kunde ist eine fortlaufend vergebene Kundennummer ein eindeutiger Identifikationsschlüssel.
Mehrere Attribute betroffen	Bedingung der referenziellen Integrität (vgl. Abschn. 15.2.3.3).	Der Fremdschlüssel KundenNr in der Relation Bestellung darf nur tatsächlich vorhandene Tupel der Relation Kunde referenzieren.
	Summenrestriktion über die Werte eines Attributs in allen Tupeln einer Relation.	Die Summe der Reisekosten darf ein gegebenes Reisebudget nicht überschreiten.

Abb. 15.41 Beispiele für Konsistenzbedingungen

derer Stelle eine vertiefende Behandlung (vgl. Kap. 17). Zunächst sei der Begriff der Datenkonsistenz betrachtet (vgl. hierzu auch Gabriel und Röhrs (1995), S. 285 ff.).

► Unter **Datenkonsistenz** (engl. **data consistency**) versteht man die logische Richtigkeit und Widerspruchsfreiheit der in einer Datenbank abgelegten Daten nach Maßgabe des logischen Datenschemas und der logischen Konsistenzbedingungen.

Eine Datenbank heißt daher konsistent, falls sämtliche Daten den Regeln des logischen Schemas und insbesondere den Konsistenzregeln genügen. Diese Begriffsbestimmung macht es erforderlich, den Begriff der Konsistenzbedingung näher zu erläutern.

► **Konsistenzbedingungen**, auch Konsistenzregeln oder **Integritätsregeln** (engl. **integrity rules**) genannt, sind Angaben in der Beschreibung von Daten, die festlegen, welche Datenwerte in welchen Zeitabschnitten unter welchen Bedingungen zulässig sein sollen.

Abb. 15.41 enthält Beispiele für einige Konsistenzbedingungen. In der Abbildung werden die Konsistenzbedingungen nach ihrem Objektbereich eingeteilt in solche, die nur ein Attribut und solche, die mehrere Attribute betreffen.

Eine konsistente Datenbank wird dann inkonsistent, wenn auf ihr Operationen ausgeführt werden, welche zur Verletzung von Konsistenzbedingungen führen. Von besonderem Interesse sind daher die konsistenzhaltenden Datenbankoperationen. Sie werden als Transaktionen bezeichnet.

► Eine **Transaktion** ist eine elementare Datenbankoperation oder eine Folge von elementaren Datenbankoperationen, welche nach ihrer Anwendung auf eine konsistente Datenbank die Datenbank in einem konsistenten Zustand hinterlässt. Als elementare

Datenbankoperation bezeichnet man jede einfache Datenbankoperation, beispielsweise das Lesen eines Tupels oder Attributwertes, die Änderung eines Attributwertes sowie den Neueintrag oder die Löschung eines Tupels.

Offensichtlich sind einfache Abfragen, welche lediglich Daten lesen und extrahieren, aber nicht schreiben oder verändern, per se konsistenzehaltend. Einfüge-, Änderungs- und Löschoperationen dagegen sowie komplexere, aus diesen Operationen zusammengesetzte Datenbankoperationen, können zur Verletzung von Konsistenzbedingungen und damit zu einer inkonsistenten Datenbank führen. Daneben können parallele Datenbankzugriffe, d. h. die gleichzeitige Ausführung mehrerer Datenbankoperationen auf demselben Datenbestand, die Konsistenz der Datenbank gefährden.

Charakteristisch für eine Transaktion als konsistenzehaltende Datenbankoperation sind vier Eigenschaften, die nach den Anfangsbuchstaben ihrer englischen Bezeichnung unter der Abkürzung **ACID** zusammengefasst werden (vgl. Abb. 15.42).

Die Eigenschaft der Isolation ist insbesondere im Zusammenhang mit parallelen Datenbankzugriffen von mehreren Benutzern von Bedeutung. Wenn mehrere Benutzer zeitgleich lesend und schreibend auf dieselben Datenobjekte zugreifen, müssen spezielle Mechanismen für die Konsistenzhaltung sorgen. Man spricht in diesem Zusammenhang von Synchronisation. Zur weiteren Verdeutlichung sei die grafische Veranschaulichung einer Konfliktsituation betrachtet (vgl. Abb. 15.43).

Abb. 15.43 zeigt zwei Transaktionen und die Inanspruchnahme von fünf Datenbereichen im zeitlichen Ablauf. Die Transaktion T1 verbucht einen Lagerzugang für den Artikel mit der Nummer 4712. Zu diesem Zweck greift T1 im Zeitraum von t1 bis t5 le-

Eigenschaft	Erläuterung
Atomizität (engl. Atomicity)	Die in einer Transaktion zusammengefassten Einzelanweisungen werden als unteilbare (atomare) Einheit behandelt, d.h. vollständig oder gar nicht ausgeführt. Tritt während der Ausführung ein Fehler auf, müssen die bereits bearbeiteten Teile der Transaktion rückabgewickelt werden.
Konsistenz (engl. Consistency)	Ergebnis einer Transaktion ist immer ein konsistenter Datenbestand. Für den Fehlerfall während der Transaktionsausführung bedeutet dies, dass auch die Rückabwicklung wieder in einen konsistenten Datenbankzustand mündet.
Isolation (engl. Isolation)	Die Ausführung einer Transaktion soll unbeeinflusst von der Ausführung anderer Transaktionen stattfinden. D.h., die von einer Transaktion bearbeiteten Datenelemente dürfen während der Transaktionsausführung von keiner anderen Transaktion bearbeitet werden.
Dauerhaftigkeit (engl. Durability)	Die bei erfolgreicher Abwicklung einer Transaktion vorgenommenen Änderungen am Datenbestand sind dauerhaft (persistent), d.h. sie gehen z.B. auch bei einem Systemausfall nicht wieder verloren.

Abb. 15.42 Die ACID-Eigenschaften einer Transaktion

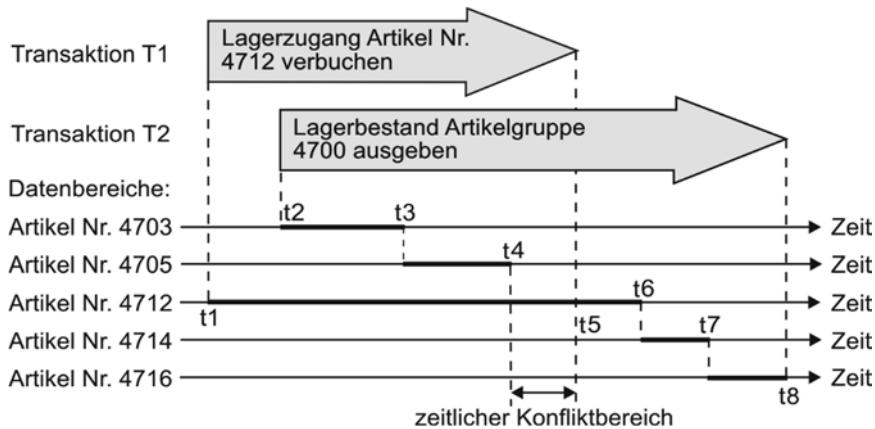


Abb. 15.43 Konflikt bei parallelen Transaktionen

send und schreibend auf den entsprechenden Artikelsatz zu. Die Transaktion T2 gibt den Lagerbestand der Artikelgruppe 4700 aus, der die Artikel mit den Nummern 4703, 4705, 4712, 4714 und 4716 angehören. T2 greift nacheinander lesend auf die fünf zu diesen Nummern gehörigen Artikelsätze zu. Ein Konflikt ergibt sich in der Zeitspanne von t4 bis t5, da während dieser Spanne beide Transaktionen auf den Satz mit der Artikelnummer 4712 zugreifen möchten. Die von der Transaktion T2 gelesenen und ausgegebenen Daten hängen davon ab, ob die Transaktion T1 den Lagerzugang für den Artikel mit der Nummer 4712 bereits verbucht hat oder nicht. Solche auf Zufälligkeiten beruhenden, undefinierten Situationen sind mit einem geregelten Datenbankbetrieb nicht verträglich. Es bedarf daher eines Mechanismus, um gleichzeitige Zugriffsversuche auf gleiche Datenbereiche zu synchronisieren, d. h. zeitlich zu koordinieren. Ein solcher **Synchronisationsmechanismus** sorgt für eine zeitliche Koordination der Zugriffe, indem er z. B. zu jedem Zeitpunkt immer nur einer Transaktion den ändernden Zugriff auf den betroffenen Datenbereich erlaubt und währenddessen den ändernden Zugriff durch andere Transaktionen sperrt.

15.3 Organisationsformen von Datenbanksystemen in Rechnernetzen

Mit dem technischen Fortschritt ging und geht weiterhin eine beständige Ausweitung der Welt der Anwendungssysteme wie auch der Datenwelt einher, und zwar im geschäftlichen und privaten Bereich. Was die Datenwelt betrifft, steigen Anzahl und Umfang der in lokalen und (welt-)weiten Rechnernetzen gehaltenen Datenbestände ebenso wie die Anzahl der Benutzer. Die Anforderungen an den Zugang und die Speicherung von Daten in Rechnernetzen nehmen daher zu. Man begegnet diesem Problem durch die Entwicklung verschiedener Organisationsformen der Datenhaltung in Rechnernetzen, die auf Verteilungs- und Verbundkonzepten beruhen.

Im vorliegenden Abschnitt werden vier grundlegende Organisationsformen verteilter und verbundener Datenbanksystemen in Rechnernetzen behandelt (vgl. auch die Ausführungen bei Gabriel und Röhrs (1995), S. 204; Schwarze (1998); Stahlknecht und Hasenkamp (2005); Meier (2007)), die auch in kombinierter Form genutzt werden können:

- Der Einsatz eines Zentralen Datenbanksystems in einem Netzknoten (vgl. Abschn. 15.3.1).
- Der Einsatz eines Verteilten Datenbanksystems, bei dem Teildatenbanken auf mehrere Netzknoten verteilt werden (vgl. Abschn. 15.3.2).
- Der Einsatz eines Föderierten Datenbanksystems, bei dem mehrere auf Netzknoten verteilte Datenbanksysteme über ein Föderierungssystem verbunden werden (vgl. Abschn. 15.3.3).
- Der Einsatz eines Multidatenbanksystems, das aus einem Verbund von Datenbanksystemen besteht, die auf verschiedenen Netzknoten liegen (vgl. Abschn. 15.3.4).

15.3.1 Zentrale Datenbanksysteme

► Bei einem **Zentralen Datenbanksystem (ZDBS)** liegt das gesamte Datenbanksystem (DBS) mit all seinen Komponenten auf einem Rechner bzw. einem Knoten eines Rechnerverbunds und präsentiert sich nach außen hin als ein in sich geschlossenes, zentrales System. Die Nutzung kann jedoch von vielen Benutzern oder Benutzergruppen im lokalen und im weiten Umfeld des ZDBS vorgenommen werden.

Die Organisationsform des Zentralen Datenbanksystems setzt, wie auch die anderen Organisationsformen, auf einem Rechnerverbund auf.

► Ein **Rechnerverbund** ist eine Gruppe von vernetzten Rechnern, die einen gegenseitigen Zugriff auf bestimmte Ressourcen gewähren. Um welche Ressourcen es sich dabei handelt, hängt vom Zweck des Verbunds ab. Man unterscheidet z. B. zwischen Daten-, Geräte-, Funktions-, Last-, Verfügbarkeits- und Kommunikationsverbund (vgl. hier zu Abschn. 3.1).

Hier geht es um eine spezielle Form des Datenverbunds, die den (gegenseitigen) Zugriff von Verbundrechnern auf in anderen Verbundrechnern betriebene Datenbanksysteme gestattet. Im speziellen Fall des ZDBVS liegt lediglich ein Datenbanksystem in einem Knoten des Rechnerverbunds vor, auf das von den anderen Knoten des Verbunds zugriffen werden kann. Für diesen Zweck stehen in den Betriebssystemen der in Rechnernetze eingebundenen Rechner standardmäßig Kopplungskomponenten zur Verfügung. Allerdings muss ein Zugriff hinsichtlich Datenbanksystem, Zugriffsart (z. B. Lesen) und Daten genau spezifiziert werden. Dies gilt für lokale im Unternehmensbereich vorliegende Rechnerverbünde wie auch für Verbünde mit (welt-)weiter Vernetzung von Rechnern.

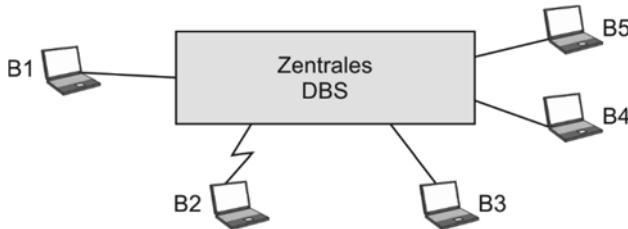


Abb. 15.44 Konzept eines Zentralen Datenbanksystems (ZDBS)

In Abb. 15.44 stellen vier Stationen Arbeitsplätze der Benutzer oder Benutzergruppen B1, B3, B4 und B5 im lokalen Unternehmensbereich dar. Die Benutzer oder Benutzergruppen B2 an der zweiten Station sind Arbeitsplätze im weiten Bereich, die beispielsweise über das Internet auf das Zentrale Datenbanksystem zugreifen.

In der Praxis werden noch relativ häufig Datenbanksysteme, die zentral organisiert sind, in vernetzten DV-Systemen genutzt. In einem Unternehmen können auch mehrere Zentrale Datenbanksysteme installiert sein, die für sich abgeschlossen sind und keine Verbindung miteinander besitzen (z. B. je ein Datenbanksystem in der Personalabteilung, in der Buchhaltung und im Vertriebsbereich). Zunehmend werden getrennte Datenbanksysteme jedoch miteinander verbunden (vgl. z. B. die Abschn. 15.3.3 und 15.3.4).

15.3.2 Verteilte Datenbanksysteme

► Bei einem **Verteilten Datenbanksystem (VDBS)** ist die Datenbank auf mehrere Knoten eines Rechnerverbundsystems physisch verteilt, stellt jedoch logisch eine Einheit dar. Die gesamte Datenbank DB besteht somit aus mehreren Teildatenbanken DB_i ($i = 1, \dots, n$), die nicht unbedingt disjunkte Teilmengen darstellen müssen (vgl. hierzu z. B. Kudlich (1992); Dadam (1996); Lusti (1997)).

Das **Datenbankverwaltungssystem (DBVS)** eines VDBS kann zentral in einem ausgewählten Knoten (Zentralknoten) liegen oder auf mehrere Knoten eines Rechnerverbundsystems verteilt sein. Jeder Knoten enthält eine Kommunikationsschnittstelle und entsprechende Teile des Datenbankverwaltungssystems, um die lokale Teildatenbank und die übrigen Teildatenbanken nutzen zu können.

In der Literatur gibt es auch weite begriffliche Auslegungen, die alle Arten von vernetzten Datenbanksystemen einschließen. Gemäß der obigen engeren Auslegung ist jedoch die physische Verteilung einer logisch einheitlichen Datenbank eine charakteristische Eigenschaft eines VDBS.

In Abb. 15.45 ist beispielhaft ein Verteiltes Datenbanksystem mit seiner Verbindungsstruktur skizziert, bei dem die logisch einheitliche DB in vier Teildatenbanken DB1 bis DB4 aufgeteilt ist. Der Kern des Datenbankverwaltungssystems (DBVS) ist im Zentralknoten bei DB1 gegeben. Teile des DBVS befinden sich auch in den weiteren Knoten und

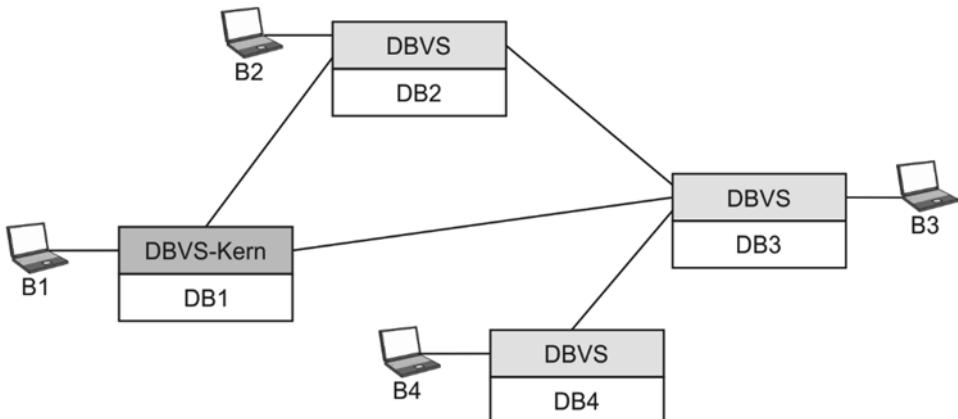


Abb. 15.45 Beispiel für ein Verteiltes Datenbanksystem (VDBS)

ermöglichen so eine Nutzung des gesamten Datenbanksystems. Die Zugriffe der Benutzer B1 bis B4 auf die gesamte Datenbank, also auf alle vier Teildatenbanken, sind bei allen vier Knoten über entsprechende Kommunikationsschnittstellen gewährleistet.

Verteilte Datenbanksysteme gehören schon seit den 1970er-Jahren zum Angebotspektrum aller großen Hersteller von Datenbanksystemen, haben sich jedoch in der Praxis nicht durchsetzen können. Der Vorteil der schnellen Verfügbarkeit der Daten, die sich aufgrund der Verteilung direkt am Bedarfsort befinden, wird heute durch leistungsfähige Übertragungssysteme aufgehoben. Ebenso lassen sich Datenbestände aus der Ferne recht gut warten und pflegen.

15.3.3 Föderierte Datenbanksysteme

► Bei einem **Föderierten Datenbanksystem (FDBS)** sind mehrere selbstständige Datenbanksysteme mit einem **Föderierungsdienstsystem (FDS)** verbunden, das die konzeptionellen Schemata der einzelnen Datenbanksysteme zu einem übergreifenden globalen konzeptionellen Schema zusammenfasst. Nutzer eines Datenbanksystems können folglich dieses Datenbanksystem unter Umgehung des FDS unmittelbar separat nutzen, insbesondere aber auch über das FDS auf jedes der übrigen Datenbanksysteme zugreifen.

Bei der Bildung eines FDBS geht es um die Integration bereits bestehender Datenbanken. Dies geschieht durch Schaffung einer übergreifenden Sicht auf die verschiedenen Datenquellen mittels Schema-Integration. Im Gegensatz dazu wird bei einem Verteilten Datenbankverwaltungssystem, eine Aufteilung eines (zu) großen Systems auf mehrere Netz-knoten vorgenommen (vgl. Conrad (1997)). Die Abb. 15.46 zeigt den prinzipiellen Aufbau eines Föderierten Datenbanksystems.

In Abb. 15.46 sind n selbstständige Datenbanksysteme bzw. Datenbanken DB1 bis DBn über ein **Föderierungsdienstsystem (FDS)** verbunden, über das die Benutzer B1 bis Bm auf alle Datenbanken zugreifen können. Der Zugriff auf die entsprechende Datenbank wird durch das FDS gewährleistet, das eine integrierte Sicht auf die einzelnen Datenbanksysteme bietet. Darüber hinaus können Benutzer auch die einzelnen Datenbanksysteme gezielt ansprechen, ohne den Föderierungsdienst zu beanspruchen.

In Abb. 15.47 sind beispielhaft drei selbstständige Datenbanksysteme DBS1, DBS2 und DBS3 gegeben, die auf verschiedenen Knoten in einem Rechnernetz liegen. In den Knoten 1 und 3 ist jeweils ein Föderierungsdienstsystem implementiert, sodass von jedem der beiden Knoten auf alle Daten der drei Datenbanksysteme zugegriffen werden kann. In Knoten 2 mit DBS2 ist kein FDS implementiert, dieser Dienst kann hier somit nicht beansprucht werden. Jedoch ist für den Nutzer B5 in Knoten 2 ein Zugriff auf jedes der drei Datenbanksysteme auch ohne Beanspruchung eines Föderierungsdienstes möglich, sofern

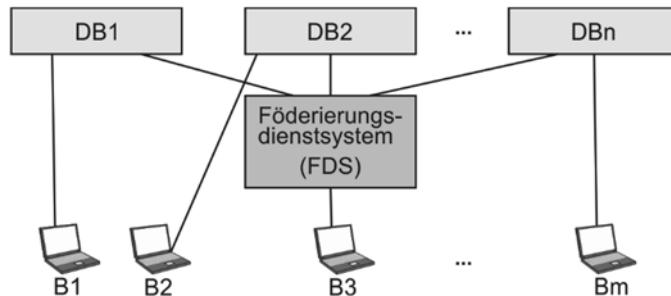


Abb. 15.46 Konzept eines Föderierten Datenbanksystems (FDBS)

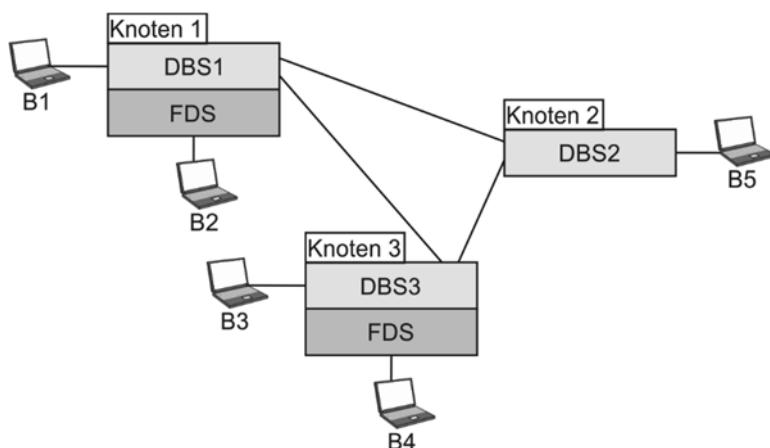


Abb. 15.47 Beispiel eines Föderierten Datenbanksystems (FDBS)

er jeweils als Nutzer registriert ist und damit Zugriffsberechtigung hat. Allerdings muss er dann mit verschiedenen Oberflächen von Datenbankverwaltungssystemen arbeiten. Eben dies wird durch den Einsatz eines FDS vermieden. Für die übrigen Nutzer gilt dies in analoger Weise.

Die einzelnen Datenbanksysteme in einem föderierten System können lokal, aber auch (welt-)weit gegeben sein und genutzt werden. Ein FDBS kann auch Verteilte Datenbanksysteme als Komponenten enthalten.

15.3.4 Multidatenbanksysteme

► Bei einem **Multidatenbanksystem (MDBS)** bilden mehrere selbstständige Datenbanksysteme, die auf Knoten eines Rechnernetzes verteilt sind, einen Datenverbund. Von jedem Knoten des Verbunds kann im Rahmen erteilter Zugriffsrechte auf die Datenbanksysteme in den übrigen Knoten des Verbunds zugegriffen werden.

In Abb. 15.48 ist ein Beispiel für einen Verbund von fünf selbstständigen Datenbanksystemen (DBS1 bis DBS5) gegeben, die gemeinsam ein Multidatenbanksystem bilden, das eine einfache Struktur aufweist.

Komplexere Strukturen ergeben sich, wenn einzelne Datenbanksysteme Verteilte Datenbanksysteme (VDBS) darstellen, oder gar Teilmengen von Datenbanksystemen zu einem Föderierten Datenbanksystem (FDBS) zusammengeschlossen werden (vgl. das Beispiel in Abb. 15.49).

Das Beispiel in Abb. 15.49 zeigt ein Multidatenbanksystem eines Unternehmens, das aus den drei selbstständigen miteinander verbundenen Datenbanksystemen DBS1, DBS2 und DBS3 sowie weiteren zu zwei Teilsystemen zusammen geschlossenen Datenbanksystemen besteht. Die drei weitere Datenbanksysteme DBS4, DBS5 und DBS6 bilden ein Föderiertes Datenbanksystem (FDBS). Der Zugang zu diesem Teilsystem (FDBS) innerhalb des Multidatenbanksystems erfolgt von DBS1 oder DBS2 über das Datenbanksystem

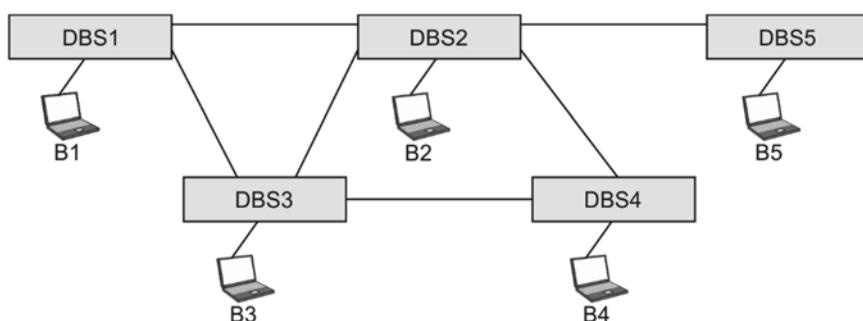


Abb. 15.48 Beispiel für ein Multidatenbanksystem (MDBS)

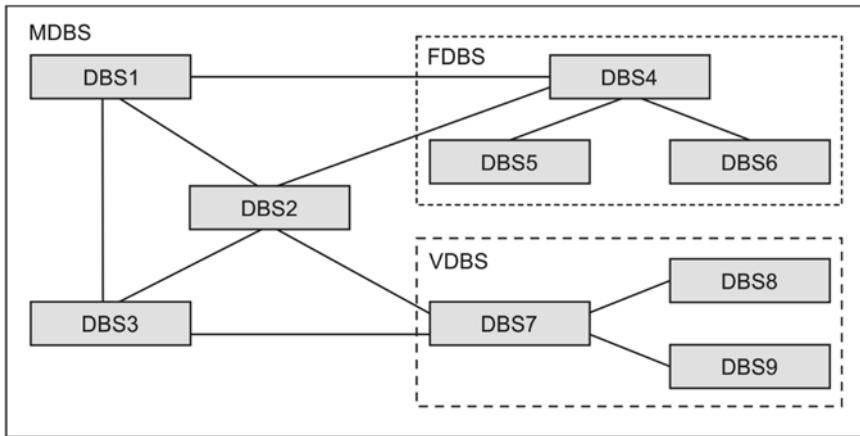


Abb. 15.49 Beispiel eines komplexeren Multidatenbanksystems (MDBS)

DBS4. Das zweite Teilsystem ist ein Verteiltes Datenbanksystem (VDBS), das aus den drei Datenbanksystemen DBS7, DBS8 und DBS9 besteht; diese bilden zusammen eine logische Einheit. Der Zugang zu VDBS wird über den Knoten gewährleistet, der das Datenbankverwaltungssystem von VDBS enthält (hier DBS7).

Grundsätzlich kann ein MDBS mit einer komplexeren Struktur, wie etwa in Abb. 15.49 gezeigt, als lokales System realisiert werden. Beispielsweise in einem größeren Unternehmen oder Konzern. Ebenso ist eine Realisierung als (welt-)weites System möglich, etwa im Fall eines weltweit agierenden Konzerns.

15.4 Fortgeschrittene Datenverwaltungssysteme

Seit geraumer Zeit dominieren relationale Datenbanksysteme in der Praxis. Daneben konnten sich zunächst einige nicht relationale Systeme, etwa Objektdatenbanken, in Anwendungsnischen etablieren. Verschärfte Anforderungen an die Datenhaltung lösten die Entwicklung weiterer nicht relationaler Datenbanksysteme aus, die in Konkurrenz zu den relationalen Systemen traten und damit die Weiterentwicklung der relationalen Systeme forcierten. Daneben ermöglichte die Entwicklung neuer Speichertechnologien die Verlagerung ganzer Datenbanken in den Arbeitsspeicher sowie auch erweiterte Formen der Datenauswertung. Schließlich eröffneten neue und äußerst effiziente Verfahren der Datenspeicherung in Dateien Wege zur Beherrschung extrem großer Datenmengen. Entstanden ist so eine komplexe Welt verschiedener Arten von Datenverwaltungssystemen, die teils miteinander konkurrieren, teils kombiniert eingesetzt werden und teils auf Anwendungsnischen abzielen.

Im vorliegenden Abschnitt werden die verschiedenen Arten von **Datenverwaltungssystemen** betrachtet, wobei der Fokus auf fortgeschrittenen Systemen liegt. Behandelt werden im Einzelnen:

- Relationale Datenbanksysteme, die neben der Transaktionsverarbeitung auch die Datenanalyse im Blickfeld haben (vgl. Abschn. 15.4.1).
- Nicht-relationale Datenbanksysteme, die einerseits mit relationalen Datenbanksystemen konkurrieren, andererseits aber auf bestimmte Anwendungsbereiche zugeschnitten sind. (vgl. Abschn. 15.4.2).
- In-Memory-Datenbanksysteme, die den Arbeitsspeicher von Rechnern zur Speicherung von Datenbanken verwenden (vgl. Abschn. 15.4.3)
- Verteilte Dateisysteme, die die Verwaltung sehr großer Datenbestände auf viele in Netzknoten gehaltene Dateien verteilen (vgl. Abschn. 15.4.4).
- Distributed Ledgers und Blockchain-basierte Systeme, die die Integrität aufgezeichneter Daten in einem Peer-to-Peer-Netzwerk mittels kryptografischer und weiterer Mechanismen ohne Einschaltung einer vertrauenswürdigen zentralen Instanz gewährleisten (vgl. Abschn. 15.4.5).

15.4.1 OldSQL- und NewSQL-Systeme

Wie andere Systeme unterliegen auch relationale Datenbanksysteme einem ständigen Prozess der Weiterentwicklung. Dabei entscheidet das Festhalten an grundlegenden konzeptionellen Merkmalen über die Zugehörigkeit zu einer Systemkategorie. Bei der Systemausgestaltung können im Zeitablauf, angestoßen durch geänderte Systemanforderungen, weitere Merkmale hinzukommen. Sie kennzeichnen meist (signifikante) Systemverbesserungen und gestatten die Unterscheidung von z. B. „traditionellen“ und „fortgeschrittenen“ relationalen Datenbanksystemen. Im hier betrachteten Fall wird in Anspielung auf die relationale Abfragesprache SQL, auch von „OldSQL“ und „NewSQL“ gesprochen.

Traditionelle relationale Datenbanksysteme (OldSQL)

► Ein traditionelles **Relationales Datenbanksystem (RDBS)**, auch bezeichnet als klassisches RDBS oder **OldSQL**, umfasst ein **Relationales Datenbankverwaltungssystem (RDBVS)** mit folgenden Merkmalen:

- Verwendung eines Datenbankmodells, das aus normalisierten Relationen besteht (Relationenmodell).
- Darstellung/Speicherung von Relationen in Tabellenform.
- Herstellung von Beziehungen zwischen Relationen mit Fremdschlüsseln.
- Verwendung der Abfragesprache SQL für Interaktionen mit dem RDBS.

Traditionelle RDBS spielen eine zentrale Rolle in der betrieblichen Informationsverarbeitung. Die meisten ERP-Systeme setzen auf einem RDBS auf (vgl. Abschn. 15.2). In Verbindung mit einem ERP-System bildet ein RDBS das Rückgrat für die operative Geschäftsauswicklung und die Managementunterstützung in Unternehmen. Allerdings weisen traditionelle RDBS ein signifikantes Defizit auf: die „eindimensionale“ Datenstrukturierung, die flexible „mehrdimensionale“ Datenanalysen sehr erschwert. So können z. B. Trendanalysen mangels historisierter Daten nicht durchgeführt werden. Zur Erhebung von Analysedefiziten sollen multidimensionale Datenbanksysteme beitragen.

► Ein **Multidimensionales Datenbanksystem (MDDBS)** umfasst ein **Multidimensionales Datenbankverwaltungssystem (MDDBVS)** mit folgenden Merkmalen:

- Verwendung eines Datenbankmodells, das aus multidimensionalen Datenstrukturen besteht (z. B. Star-Schema oder Snowflake-Schema).
- Physische Realisierung der multidimensionalen Datenstruktur durch multidimensional verknüpfte Tabellen (multidimensionale Speicherstruktur).
- Herstellung von Beziehungen zwischen Tabellen mit Fremdschlüsseln.
- Verwendung der Abfragesprache SQL für Interaktionen mit dem MDDBS.

Ein typisches Beispiel für ein derartiges MDDBS ist das **Data-Warehouse-System**. Es ist das vielleicht bedeutendste der dem Bereich „Business Intelligence“ zuzuordnenden AnalyseSysteme. Das Data-Warehouse-System einschließlich des Analysekonzepts OLAP wird eingehend in Abschn. 7.4.2 behandelt.

Multidimensionale Datenbanksysteme/Data-Warehouse-Systeme stellen streng genommen keine relationalen Datenbanksysteme dar. Aufgrund der Übereinstimmung in einigen Merkmalen besitzen sie eine gewisse Affinität zu RDBS, die für den praktischen Einsatz nicht unbedeutend ist (z. B. gleiche Abfragesprache). Sie wurden in den vorliegenden Abschnitt aufgenommen, weil sie traditionelle RDBS in (nahezu) idealer Weise ergänzen:

- Traditionelle RDBS bilden die Datengrundlage für die **Online-Transaktionsverarbeitung (OLTP)**.
- Multidimensionale Datenbanksysteme gestatten Analysen gemäß dem **OLAP-Konzept**.

Die Verbindung von traditionellen RDBS und per ETL (Extract, Transform, Load) gekoppelten Data-Warehouse-Systemen gilt als „Gold Standard“ in der betrieblichen Informationsverarbeitung (vgl. Stonebraker (2011)). Dies mag für kleinere Unternehmen mit primär zentralisierter Informationsverarbeitung gelten. Eingeschränkt aber für große Unternehmen/Konzerne und insbesondere Internet-Unternehmen wie z. B. Betreiber von Suchmaschinen-, Handels-, und Social-Media-Plattformen, und zwar trotz des verteilten Einsatzes vieler RDBS und Data-Warehouse-Systeme auf Knoten eines (globalen) Rechnernetzes. Grenzen werden in zweierlei Hinsicht gesetzt (vgl. Stonebraker (2011)):

- Web-basierte Anwendungen in Verbindung mit Smartphones/Tablets generieren ein Transaktionsaufkommen von einem Ausmaß, das bestehende OLTP-Kapazitäten überfordert und den Bedarf an einem höheren OLTP-Durchsatz begründet.
- Es besteht ein Bedarf an Systemkapazitäten für die Verarbeitung von Echtzeit-Abfragen. Ein Beispiel ist die Ermittlung der aktuellen Anzahl der Nutzer eines Dienstes. Auf derartige Echtzeit-Abfragen sind herkömmliche (Data-Warehouse-)Systeme nicht ausgerichtet.

Fortgeschrittene Datenverwaltungssysteme zielen meist auf eine Erweiterung der Transaktionskapazität ab und haben Echtzeit-Abfragen nicht im Fokus. Dies gilt speziell auch für fortgeschrittene RDBS.

Fortgeschrittene relationale Datenbanksysteme (NewSQL)

► Nach Stonebraker (2011) umfasst die Systemkategorie **New SQL** relationale Datenbanksysteme mit hoher Performanz, weitest gehender Skalierbarkeit und einer Transaktionsverarbeitung unter Einhaltung der ACID-Konsistenz-Bedingungen. Im Kontext der Transaktionsverarbeitung weisen sie folgende Merkmale auf:

- (1) Nutzung von SQL als primärem Mechanismus für die Interaktion mit Anwendungen.
- (2) ACID-Support für die Transaktionsverarbeitung (Sicherung der Datenkonsistenz, vgl. Abb. 15.42).
- (3) Nutzung eines Mechanismus zur blockadefreien Ausführung von konkurrierenden Datenbankzugriffen (engl. multiversion concurrency control, MCC).
- (4) Eine Architektur, die eine viel höhere Performanz in den Netzknoten aufweist als herkömmliche Systeme.
- (5) Eine Scale-out-Architektur, die viele Netzknoten einschließt und Flaschenhälse durch Erweiterung auf zusätzliche Knoten vermeidet.

Die Merkmale werden plausibel, wenn man berücksichtigt, dass es um ein verteilt arbeitendes Gesamtsystem mit Hunderten oder gar Tausenden von in Netzknoten installierten und gekoppelten RDBS geht. Allerdings treffen die Merkmale (1), (2) und (3) auch auf OldSQL-Systeme zu. Wirklich neu sind nur die Merkmale (4) und (5), die besondere Erweiterungsmaßnahmen erfordern: erhebliche Kapazitätserweiterung in den Netzknoten und, bei Bedarf, beliebige Erweiterung der Anzahl der Netzknoten ohne Betriebsunterbrechung (unterbrechungsfreies scale out).

Auf dem Softwaremarkt wird eine Vielzahl von NewSQL-Produkten angeboten. Sie konkurrieren mit etablierten OldSQL-Produkten wie etwa MySQL von Oracle (vgl. Aslett (2011)). Etablierte OldSQL-Anbieter können die Konkurrenz durch Kauf von NewSQL-Startups und Aufrüstung ihrer Produkte beeinflussen.

15.4.2 Nicht-relationale Datenbanksysteme

Das Auftreten **nicht-relationaler Datenbanksysteme** lässt sich zumindest in zwei Strömungen einteilen:

- Die Beherrschung komplexer Datenstrukturen und
- die Beherrschung extrem großer Datenbestände.

Beide Strömungen fallen unter den Begriff „NoSQL“, jedoch in einem unterschiedlich weit gefassten Sinn (vgl. Müller 2014; Lechtenbörger und Vossen (2016); Meier (2016); Fasel und Meier (2016b)). Die ursprüngliche weite Auslegung lautet etwa:

- Unter dem ursprünglichen Begriff „**NoSQL**“ fasst man Datenbanksysteme zusammen, die keinen relationalen Ansatz zur Datenstrukturierung verwenden und damit auch keine Zugriffsmöglichkeit auf die Daten mit der Sprache SQL bieten.

Diese Abgrenzung schließt insbesondere die erste Strömung und speziell Objektdatenbanken ein, die für den Umgang mit komplexen objektorientierten Datenstrukturen ab den 1980er-Jahren konzipiert wurden.

Erst wesentlich später, seit der Jahrtausendwende, haben neue Anforderungen an Datenbanksysteme, wie sie aus Web-Anwendungen und Echtzeitanalysen sehr umfangreicher Datenbestände (Big-Data-Anwendungen) resultieren, zur Entwicklung weiterer Arten von nicht-relationalen Datenbanksystemen geführt. Sie werden auch als NoSQL-Datenbanksysteme bezeichnet. Dabei wird NoSQL im Sinne von „Not only SQL“, d. h. Erweiterung der bisherigen SQL-Welt um nicht-relationale, verteilte Systeme verstanden.

- Unter dem engeren Begriff **NoSQL** werden verteilte Datenbanksysteme zusammengefasst, die keinen relationalen Ansatz der Datenstrukturierung verwenden, daher Abstriche bezüglich der ACID-Eigenschaften der Datenbasis in Kauf nehmen, jedoch die Verarbeitung sehr großer Datenbestände (Big Data) gestatten.

NoSQL-Datenbanksysteme dieser Art weisen folgende Merkmale auf (vgl. Fasel und Meier (2016a), S. 13):

- Das zugrunde liegende Datenmodell ist nicht relational und unterliegt keinem fixen Datenbankschema.
- Die Datenarchitektur ist auf **Web-Anwendungen** im Mehrbenutzerbetrieb zugeschnitten.
- Das Datenbanksystem genügt den Anforderungen an **Big-Data-Anwendungen**: umfangreiche Datenbestände (Volume), flexible Datenstrukturen (Variety) und Echtzeitverarbeitung (Velocity) (vgl. Abschn. 7.4.4).

- Das Datenbanksystem unterstützt die **Datenreplikation**, d. h. die auf Datensicherung und kurze Antwortzeiten abzielende mehrfache, verteilte Datenspeicherung.

Sie sind somit eine Teilmenge der NoSQL-Datenbanksysteme im ursprünglichen Verständnis, das ja lediglich den Verzicht auf SQL fordert, also NoSQL als „No SQL“ bzw. „kein SQL“ versteht.

Im Folgenden werden fünf Arten von NoSQL-Datenbanksysteme kurz vorgestellt:

- Key-Value-Datenbanksysteme,
- Spaltenorientierte Datenbanksysteme,
- Dokumentenorientierte Datenbanksysteme,
- Graphdatenbanksysteme und
- Objektdatenbanksysteme.

Diesen Systemarten liegen bestimmte Datenbanktechniken zugrunde, die auch kombiniert eingesetzt werden können. Auf dem Softwaremarkt angebotene Produkte sind daher teils nicht nur einer Art zuzuordnen.

► **Key-Value-Datenbanksysteme**, auch bezeichnet als Schlüssel-Werte-Datenbanksysteme, sind verteilte NoSQL-DBS, die auf dem Schlüssel-Werte-Datenmodell beruhen und primär eine hoch verfügbare, leistungsfähige Transaktionsverarbeitung bei sehr hohem Datenaufkommen anstreben.

Das Schlüssel-Werte-Datenmodell sieht die Speicherung von Daten in Tabellen vor, bei denen jede Tabellenzeile einen Eintrag in Form eines Schlüssel-Werte Paars enthält. Der Schlüssel identifiziert einen Eintrag (z. B. Datensatz) und die Werte stellen die Nutzdaten dar. Diese können sehr unterschiedlicher Art sein und zwischen z. B. zusammengehörigen Datenfeldern und unformatierten Texten/Dokumenten bestehen. Dem sehr schnellen Zugriff zu Tabelleneinträgen dient die Organisation einer Tabelle als sogenannte Hash-Tabelle, d. h. die Speicheradresse eines Eintrags wird per Hash-Verfahren aus dem Schlüsselwert berechnet. Aus Effizienzgründen wird eine gesamte Hashtabelle in Teile mit je aufeinanderfolgenden Speicheradressen zerlegt und die Tabellenteile werden auf (beliebig) viele Netzknoten verteilt. Zudem werden die Teiltabellen mehrfach auf verschiedenen Netzketten gespeichert. Diese Datenreplikation dient der Datensicherung und der Gewährleistung einer hohen Verfügbarkeit, und zwar auch beim Ausfall eines Knotens, der bis zur Wiederherstellung durch Übergang zu einem anderen Knoten kompensiert wird.

Vorteile von Schlüssel-Werte-Datenbanksystemen sind hohe Leistungsfähigkeit, sehr gute Skalierbarkeit und Flexibilität hinsichtlich der Art der Nutzdaten. Nachteilig sind die einschränkten Analysemöglichkeiten, da Beziehungsstrukturen zwischen Nutzdaten nicht abgebildet werden. Ein Beispiel für ein Schlüssel-Werte-DBS ist das im Online-Shopping eingesetzte System Amazon Dynamo, von dem eine sehr hohe Leistungsfähigkeit und jederzeitige Verfügbarkeit erwartet wird.

► **Spaltenorientierte Datenbanksysteme** sind verteilte NoSQL-DBS, die auf einem spaltenorientierten Datenmodell beruhen und primär auf die Echtzeitanalyse von sehr großen in Tabellenform gespeicherten Datenbeständen ausgerichtet sind.

Bei dem spaltenorientierten Datenmodell werden Daten in Tabellenform gespeichert. Eine Tabellenzeile enthält mehrere Datenfelder und einen eindeutigen die Zeile identifizierenden Schlüssel. Eine Tabellenspalte enthält die Werte, die ein Datenfeld über die Zeilen hinweg annimmt. Eine Tabellenzeile kann beliebig viele Spalten umfassen; die Anzahl der Spalten pro Zeile kann variieren. Für Auswertungszecke wird eine mehrdimensionale logische Datenstrukturierung in der Art invertierter Listen verwendet. Dies bedeutet, dass z. B. für ein gegebenes Feld unmittelbar auf die zugehörigen Feldwerte in den einzelnen Tabellenzeilen zugegriffen werden kann. Daher lassen sich Operationen, die – wie bei OLAP-Anwendungen – nur wenige Spalten in vielen oder allen Zeilen betreffen, äußerst effizient ausführen. Umgekehrt ist die Verarbeitung weniger Zeilen mit vielen Spalten, wie sie für OLTP-Systeme typisch ist, sehr aufwendig. Spaltenorientierte Systeme sind daher für die Speicherung großer auf Netzketten verteilter Datenbestände/Tabelle und insbesondere Analyse in Echtzeit sehr gut geeignet.

Es liegt nahe, das spalten- und das zeilenorientierte Datenmodell in einem NoSQL-System kombiniert einzusetzen, um die Vorteile beider Modelle zu nutzen. Dies kann durch die Abspeicherung von Tabelleneinträgen in Form von Schlüssel-Werte-Paaren geschehen. Ermöglicht wird so die effiziente Ausführung von Transaktionen und Echtzeit-Analysen. Ein Beispiel für ein derart gestaltetes System ist das Produkt Big Table von Google. Neben Betreibern von Suchmaschinen setzen auch Anbieter von Social-Media-Plattformen solche Systeme für Analysen und Transaktionsverarbeitung ein.

► **Dokumentenorientierte Datenbanksysteme** sind verteilte NoSQL-DBS, denen kein durch ein festes Schema vorgegebenes Datenmodell zugrunde liegt, und die der Speicherung und Abfrage sehr unterschiedlicher, in Tabellenform organisierter Daten dienen.

Dokumentenorientierte Datenbanksysteme kann man als Nachfolgesysteme der konventionellen Dokumenten-Managementsysteme (vgl. Abschnitt 8.1) betrachten. Als verteilte, auf fortgeschrittenen Technologien beruhende Systeme weisen sie jedoch ein deutlich höheres Leistungsvermögen auf.

Bei dokumentenorientierten Datenbanksystemen werden Daten in Tabellenform gespeichert. In jeder Tabellenzeile wird, in ähnlicher Weise wie bei einem Schlüssel-Werte-Datenbanksystem ein Dokument abgelegt, das aus einem eindeutigen Identifikations-schlüssel und einer beliebigen Anzahl von Datenfeldern (den Nutzdaten) besteht. Anordnung und Inhalt der Datenfelder sind nicht durch ein festes Schema vorgegeben. Vielmehr kann eine Tabelle verschiedene Arten von Dokumenten enthalten. So können in den Feldern z. B. Zahlen, Zeichenketten, Datenlisten (etwa „rot, grün, blau“), binäre Audio- und Videodaten (so genannte „Large Binary Objects“) und komplexe verschachtelte Strukturen gespeichert werden. Im Unterschied zu Schlüssel-Werte-Systemen ist bei dokumenten-

orientierten Datenbanksystemen eine Manipulation der gespeicherten Daten möglich. Auf Datenfelder angewandte Indizierungstechniken ermöglichen die Abfrage und Änderung gespeicherter Daten. Die Abfragefunktionen können z. B. gezielte Zugriffe auf Felder, die Auswertung von Suchausdrücken, die Volltextsuche sowie spezielle von der Dokumentenart abhängige Suchfragen umfassen. Zur Erhöhung von Leistung und Verfügbarkeit werden meist Replikationsmechanismen in die verteilte Datenhaltung einbezogen.

Neben der großen Flexibilität hinsichtlich der Dokumentenart gelten hohe Leistungsfähigkeit und Skalierbarkeit als Vorteile von dokumentenorientierten Datenbanksystemen. Da ihre Datenbasis eine Normalisierung nicht gestattet, können Redundanzen und Inkonsistenzen auftreten. Ein Beispiel für ein dokumentenorientiertes DBS ist das sehr verbreitete Produkt Mongo DB. Genutzt wird es im Medienbereich von Zeitungsverlagen und TV-Unternehmen.

► **Graphdatenbanksysteme** sind verteilte NoSQL-Systeme, die ein graphenartiges Datenmodell zur Darstellung von Informationen und zwischen Informationen bestehenden Beziehungen verwenden, und die der Speicherung und Manipulation derart repräsentierter Informationsnetze dienen.

Bei graphenartigen Datenmodellen werden Informationsobjekte durch Knoten und Beziehungen zwischen Informationsobjekten durch (gerichtete) Kanten repräsentiert. Informationsobjekte beschreiben z. B. Mitarbeiter, Lieferanten und Aufträge mittels einer Benennung und charakterisierenden Attributen. Beziehungen zwischen Informationen werden durch Angabe der Beziehungsart, z. B. „hat“, „gehört zu“, „enthält“, „ist Vorgesetzter von“ sowie eventuell weiterer Attribute, charakterisiert. Weitere Attribute können z. B. Gewichte zur Darstellung der Beziehungsstärke sein. Ein Beispiel für ein graphenartiges Datenmodells ist das Resources Description Framework (RDF), das dem Aufbau von Informations-/Wissensstrukturen mittels Tripeln der Form „Subjekt, Prädikat, Objekt“ dient. Mit Tripeln können sogenannte semantische Netze konstruiert werden, die sich als gerichtete Graphen repräsentieren lassen. Zur Manipulation und Auswertung von RDF-Wissensstrukturen steht die Sprache SPARQL zur Verfügung. Nähere Ausführungen hierzu finden sich in Abschn. 4.4.6, der sich mit dem Web 3.0 bzw. Semantic Web befasst.

Vorteile von Graphdatenbanksystemen sind die schnelle Navigation in Informationsstrukturen (z. B. mittels Tiefen- und Breitensuche) und die sehr gute Skalierbarkeit. Zudem lassen sich die Informationsstrukturen gut visualisieren, was deren Nachvollzug und Verständnis erheblich erleichtert. Nachteilig ist jedoch der hohe Aufwand, den das Einfügen oder Löschen von Knoten/Daten verursacht. Genutzt werden Graphdatenbanksysteme z. B. in den Bereichen Wissensverarbeitung und Expertensysteme.

► **Objektdatenbanksysteme** sind NoSQL-Systeme, denen ein objektorientiertes Datenmodell, auch bezeichnet als Objektdatenbankmodell, zugrunde liegt, und die der Speicherung und Manipulation komplexer Datenstrukturen dienen, die für die Verarbeitung mit objektorientierten Anwendungsprogrammen vorgesehen sind.

Objektorientierte Datenmodelle bestehen aus einem Strukturteil, in dem die statischen Eigenschaften des Datenmodells definiert werden, sowie einem Operationenteil, der die Definitionen der dynamischen Eigenschaften enthält (vgl. Heuer (1997); Schader (1997); Gabriel und Röhrs (2003), S. 318 ff.). Zur Definition statischer Eigenschaften stehen objektorientierte Konzepte wie Objekt, Klasse, Beziehungen, Vererbung, und zur Definition dynamischer Eigenschaften Konstruktor-, Zugriffs- und Umsetzungsoperationen zur Verfügung (vgl. Gabriel und Röhrs (1997), S. 315 f. und auch Abschn. 13.3). Dem Aufbau und der Nutzung objektorientierter Datenbanken dienen zwei von der Object Management Group (OMG) standardisierte Sprachen: die Object Definition Language (ODL) zur Spezifikation von Objekten und die Object Query Language (OQL) für Abfragen.

Die Entwicklung objektorientierter Datenbanksysteme setzte in den 1980er-Jahren ein, nachdem die Einführung objektorientierter Programmiersprachen die Erstellung leistungsstarker objektorientierter Anwendungsprogramme ermöglichte. Abgezielt wurde damit auf die Umsetzung der Vorteile des objektorientierten Paradigmas. Ihnen stehen jedoch auch Nachteile gegenüber, die teils durch die geringe Verbreitung objektorientierter Datenbanksysteme bedingt sind. Probleme bereiten vor allem Schwierigkeiten bei der Anbindung von Anwendungsprogrammen und Tools an objektorientierte DBS aufgrund nicht standardisierter DBS-Schnittstellen. Objektorientierte DBS konnten die etablierten relationalen DBS zwar nicht verdrängen, aber immerhin ergänzen. Sie werden erfolgreich in verschiedenen Bereichen für Anwendungen mit komplexen Datenstrukturen genutzt (vgl. Saake et al. (2008), Heuer (1997), Gabriel und Röhrs (1995), S. 295), so z. B. im technischen Bereich (CAD-, CAM- und CAP-Systeme) und im Multi-Media-Bereich (z. B. Bildverarbeitung).

Für Unternehmen, die ein relationales Datenbanksystem RDBS betreiben, aber auch objektorientierte Anwendungssysteme einsetzen möchten, ergibt sich ein Unverträglichkeitsproblem. Es wirkt als „object relational impedance mismatch“ bezeichnet. Gelöst wird das Problem mittels objekt-relationaler Datenbanksysteme (ORDBS). Sie entstehen durch die Erweiterung relationaler Systeme um objektorientierte Konzepte.

15.4.3 In-Memory-Datenbanksysteme

► Als **In-Memory-Datenbanksysteme (IMDBS)** bezeichnet man Datenbanksysteme, die zwei grundlegende Eigenschaften aufweisen: Die Datenbank eines IMDBS befindet sich vollständig im Arbeitsspeicher eines Rechnersystems und das Datenbank-Managementsystem eines IMDBS kann auf unterschiedlichen logischen Datenmodellen beruhen.

Die vollständige Speicherung der Datenbank im Arbeitsspeicher hat Vor- und Nachteile im Vergleich zur Speicherung auf externen Speichern. Vorteilhaft sind die um mehrere Zehnerpotenzen geringeren Zugriffszeiten auf Daten. Sie ermöglichen hohe Leistungssteigerungen bei der Transaktionsverarbeitung wie auch bei der Durchführung von Ana-

lysen. Nachteilig ist die nicht gegebene Persistenz der gespeicherten Daten, da die auf Halbleiter-Technologien beruhenden Arbeitsspeicher flüchtige Speichermedien sind. Bei einer Unterbrechung der Stromzufuhr geht der Speicherinhalt verloren. Zur Erhöhung der Ausfallsicherheit und Persistenz werden verschiedene Verfahren (kombiniert) eingesetzt. So z. B. die **Replikation** von Daten, der Wechsel auf eine nicht flüchtig gespeicherte Datenbank und die regelmäßige Datensicherung per Datenbank-Schnappschüssen in Verbindung mit der Protokollierung der zwischenzeitlichen Datenbank-Operationen (vgl. Loos et al. (2011); Plattner und Zeier (2015); Knabke und Olbrich (2016); Schüle et al. (2019)).

Das Datenbank Verwaltungssystem von IMDBS kann sehr unterschiedlich ausgestaltet sein, da mit der Änderung der Speichertechnologie, also dem Übergang zum Arbeitsspeicher, keine Festlegung auf ein bestimmtes logisches Datenmodell verbunden ist. Daher können Key-Value-Datenbanken ebenso realisiert werden wie zeilen- und spaltenorientierte Datenbanken. Möglich sind auch Organisationsformen, die zeilen- und spaltenweise Zugriffe zu Datenbank-Tabelle gestatten. Sie haben eine besondere praktische Bedeutung. Aus Praxissicht ist eine weitere bei IMDBS genutzte Technologie von Bedeutung, die **Datenkompression**. Sie ermöglicht eine erhebliche Reduktion des Speicherplatzbedarfs von Daten und schafft damit zusätzliche Freiheitsgrade für die Verarbeitung von Big Data.

Die wesentlichen Eigenschaften von In-Memory-Datenbanken lassen sich wie folgt zusammenfassen (vgl. auch Gluchowski und Hofmann (2020), S. 65 f.):

- Nutzung des Arbeitsspeichers als Datenspeicher, d. h. alle Daten werden in einem leistungsfähigen, aber flüchtigen Speichermedium vorgehalten (was Probleme der **Datensicherheit** und **Datenkonsistenz** verursacht).
- Spaltenorientierte Datenorganisation, die durch Zugriffsmöglichkeiten zu Zeilen von Datentabellen erweitert werden kann (was ein breites Anwendungspotenzial zur Folge hat).
- Nutzung von Kompressionsverfahren zur wirtschaftlichen Speicherung der Daten im Arbeitsspeicher (was die Big-Data-Fähigkeit erweitert).

Sofern besonders hohe Leistungsanforderungen bestehen, kann auch eine verteilte Nutzung erfolgen, beispielsweise in Form des Grid Computing.

Erfolgreich eingesetzt werden IMDBS im Bereich Big Data zur Durchführung von Datenanalysen mit Systemen des Business Intelligence/Business Analytics. Sofern die Organisationsform auch unmittelbare Zeilenzugriffe zulässt, ist auch eine sehr leistungsfähige Transaktionsverarbeitung möglich. Auf dem Softwaremarkt wird eine Vielzahl von proprietären IMDBS und Open-Source-Produkten angeboten. Bereits ab den 1980er-Jahren wurden erste Systeme entwickelt und vermarktet. So beispielsweise von IBM bereits 1984 das System CognosTM1-OLAP und etwas später von ORACLE das verteilte IMDBS MySQL. Von ORACLE folgten weitere Produkte: 2011 die Exalytics In-Memory-Machine und 2014 das System In-Memory-Option. Seit 2010 wird von dem Unternehmen

SAP das IMDBS SAP HANA angeboten, das eine Echtzeit-Transaktionsverarbeitung und Analysen gemäß dem OLAP-Konzept ermöglicht. Es ist Bestandteil aller SAP-Produkte, insbesondere der SAP Business Suite4 (vgl. hierzu Abschn. 6.3; Berg und Silvia (2013)).

15.4.4 Verteilte Dateisysteme

Bei einem erheblichen Teil von Big-Data-Anwendungen erfordern die geringere Komplexität der Datenstrukturen und die Art der Verarbeitung nicht den Einsatz einer Datenbank. Besondere Anforderungen resultieren dagegen aus enormen Datenvolumina und der riesigen Anzahl weltweiter Nutzer. So z. B. im Fall global auftretender Internet-Unternehmen wie etwa Betreibern von Suchmaschinen. In solchen Situationen bietet sich der Einsatz weiterentwickelter Dateisysteme an, und zwar der verteilten Dateisysteme.

► Ein **Verteiltes Dateisystem** (engl. **distributed file system**) ist ein System zur Verwaltung eines sehr großen Datenbestands, der aus vielen auf Knoten eines Rechnernetzes verteilten sehr großen Dateien besteht, und dessen Manipulation (z. B. Lesen, Einfügen, Ändern) auf einem **Master-Slave-Konzept** beruht. Demnach koordiniert und überwacht ein Master-Knoten die Datei-Manipulationen in den Slave-Knoten (Knoten, die Dateien verwalten).

Nur in den so genannten Slave-Knoten werden Dateien gespeichert. In den Slave-Knoten übernehmen Server-Rechner die lokale Dateiverarbeitung wie etwa die Bearbeitung von Benutzer-Aufträgen/Anfragen und damit verbundene Datei-Einträge. Allerdings wird die Aktivität der Slaves zentral vom Master(-Rechner) gesteuert. Der Master erhält Daten über alle Benutzeranfragen sowie laufend über den Zustand der Slaves und stößt die Bearbeitung der Anfragen an. Hierbei ist jeweils ein Slave auszuwählen, da aus Sicherheits- und Verfügbarkeitsgründen Datei-Replikate angelegt werden. Um bei einem Ausfall des Masters den Systembetrieb aufrecht zu erhalten, wird der Master mehrfach repliziert. Einer der Ersatz-Master, auch „Schatten-Master“ genannt, führt dann den Betrieb in der Master-Rolle weiter.

Auf dem Software-Markt werden verteilte Dateisysteme als proprietäre und Open-Source-Produkte angeboten. Ein äußerst leistungsfähiges proprietäres Produkt ist das Google File System, das von dem Unternehmen Google für die Speicherung und Verarbeitung der bei der Websuche anfallenden enormen Datenmenge eingesetzt wird. Ein Beispiel für ein Open-Source-Produkt ist das System Apache Hadoop. Es unterstützt Big Data Anwendungen, die intensive Rechenprozesse (auch Batch-Verarbeitung und Analysen) einschließen (vgl. Gluchowski und Hofmann (2020)), und wird z. B. von den Unternehmen Facebook, AOL und Yahoo genutzt.

15.4.5 Distributed Ledgers und Blockchains

Distributed Ledgers und Blockchains sind fortgeschrittene technologische Konzepte, die neue Wege bei der Gewährleistung der Integrität aufgezeichnet digitaler Daten beschreiten. Zwischen beiden Technologien bestehen enge konzeptionelle Verbindungen. Ein Distributed Ledger ist ein allgemeines, auf einer höheren Abstraktionsebene angesiedeltes Konzept, während eine Blockchain eine konkrete Realisierungsform eines Distributed Ledgers darstellt. Der vorliegende Abschnitt befasst sich zunächst mit Distributed Ledgers (vgl. Abschn. 15.4.5.1) und danach mit der Blockchain (vgl. Abschn. 15.4.5.2). Abschließend werden Anwendungspotenziale und Grenzen dieser Technologien behandelt (vgl. Abschn. 15.4.5.3).

15.4.5.1 Distributed Ledgers

Ein Distributed Ledger ist eine verteilte Form eines zentral betriebenen herkömmlichen Ledgers.

- Ein **Ledger**, im kaufmännischen Bereich auch bezeichnet als Journal, ist eine fortlaufende und dauerhafte Aufzeichnung von Geschäftsvorfällen bzw. Transaktionen und gestattet es damit, die Entstehung des aktuellen geschäftlichen Zustandes nachvollziehbar zu belegen (vgl. Pankratz (2019), S. 4)

Digitale Ledgers sind weit verbreitet. Beispiele im ökonomischen Bereich sind Material-, Anlagen- und Finanzbuchhaltungssysteme. In anderen Bereichen stellen systematische Aufzeichnungen in Form digitaler Register wie etwa Personenstandsregister und Grundbücher digitale Ledgers dar. Sie besitzen eine wesentliche gemeinsame Eigenschaft: Für das Führen des Ledgers und insbesondere die Integrität der aufgezeichneten Daten ist eine zentrale Instanz verantwortlich. Ihr obliegt die Gewährleistung eines sicheren Betriebs des Ledgers und die Prüfung der rechtlichen Konformität der aufzuzeichnenden Transaktionen. Sofern ein Ledger wie etwa im Finanzbereich gegenseitige Ansprüche von Kunden dokumentiert, sind Neutralität und Vertrauenswürdigkeit der zentralen Instanz unabdingbar. In der Praxis ist das nicht immer gegeben. Mangelndes Vertrauen in zentrale Instanzen hat daher zunächst im Finanzbereich zur Entwicklung von Distributed Ledgers geführt. Eine Vorreiterrolle spielte dabei das Zahlungssystem Bitcoin.

- Ein **Distributed Ledger (DL)** ist ein in einem Peer-to-Peer-Netzwerk betriebenes Ledger, das per Replikation in allen Netzknoten (Teilnehmer) verfügbar ist, und das aufgrund der Anwendung von Kryptografie-, Synchronisations- und Konsens-Mechanismen ohne zentrale, verantwortliche Instanz betrieben wird (vgl. Pankratz (2019), S. 5)

Eigenschaften eines Distributed Ledgers sind (vgl. auch Lewin et al. (2019); Skwarek (2019)):

- Replikations-Mechanismus, d. h. jeder Teilnehmer (Knoten) des Netzwerkes erhält eine vollständige Kopie des Ledgers.
- Synchronisations-Mechanismus, d. h. die lokalen Ledgers werden im Netzwerk durch Propagation, d. h. kettenartige Ausbreitung von Aufzeichnungen stets auf aktuellem Stand gehalten.
- Gleichberechtigung der Teilnehmer, d. h. jeder Teilnehmer darf Vorschläge für im Ledger aufzuzeichnende Transaktionen unterbreiten.
- Konsens-Mechanismus, d. h. die Teilnehmer entscheiden gemeinschaftlich unter Anwendung eines Abstimmungsverfahrens über die Annahme einer Transaktion und ihre Übernahme in das Ledger.
- Kryptografischer Schutz, d. h. das Löschen, Ändern oder unbemerkte Manipulieren der in einem Ledger aufgezeichneten Transaktionen wird durch kryptografische Maßnahmen verhindert.

Diese Eigenschaften finden sich in teils unterschiedlicher Konkretisierung in DL-Realisierungen wieder. Den größten Bekanntheitsgrad erlangte die in dem Bitcoin-Zahlungssystem verwendete Blockchain-Technologie, die nachfolgend betrachtet wird.

15.4.5.2 Blockchain-Technologie

► Die von Nakamoto (2008) entwickelte **Blockchain-Technologie** besteht aus zwei Komponenten: einer als Blockchain bezeichneten Datenstruktur und einer auf dieser Datenstruktur operierenden Blockchain-Software. Beide Komponenten bilden zusammen ein Blockchain-basiertes System.

Nachfolgend wird zunächst auf den Aufbau einer Blockchain und danach auf die Funktionsweise eines Blockchain-basierten Systems eingegangen. Abschließend werden Sicherheitsaspekte der Blockchain-Technologie betrachtet.

Aufbau einer Blockchain

► Eine **Blockchain** ist eine spezielle Realisierungsform eines Distributed Ledgers. Sie besteht aus einer linearen Liste von miteinander verketteten Blöcken. Jeder Block einer Blockchain umfasst einen Block-Header und die in den Block einbezogenen Transaktionen. Der Block-Header enthält Datenobjekte, die der Steuerung des Funktionsablaufs und Sicherungszwecken dienen. Die Transaktionen beinhalten z. B. die Daten von Zahlungsvorgängen.

Den Aufbau einer Blockchain veranschaulicht Abb. 15.50

Für die Datenobjekte des Block-Headers gilt (vgl. hierzu auch Berentsen und Schär (2017)):

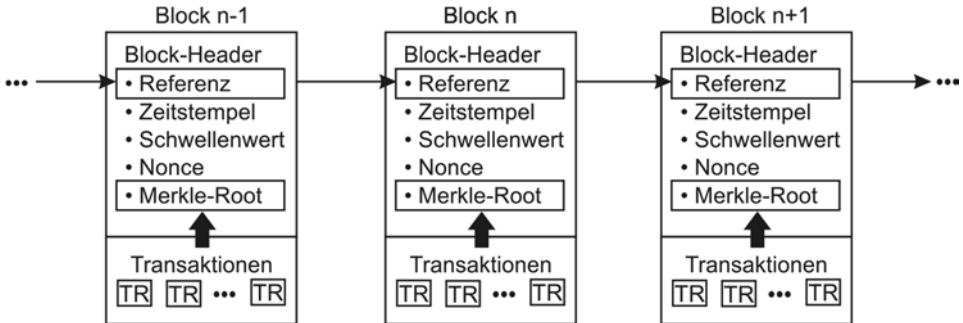


Abb. 15.50 Schematische Darstellung einer Blockchain

- Die Referenz entspricht dem doppelten Hashwert des Block-Headers des Vorgängerblocks. Er wird berechnet, indem der aus den Header-Angaben des Vorgängerblocks ermittelte Hashwert erneut gehashed wird (zu kryptografischen Hashfunktionen vgl. Abschn. 17.3.1). Über die Referenzen werden die Blöcke somit miteinander verkettet.
- Der Zeitstempel dokumentiert den Zeitpunkt der Erstellung des Blocks.
- Schwellenwert und Nonce sind zwei bei der Konsensbildung benötigte Parameter. Sie werden bei der Behandlung des Konsens-Mechanismus erläutert.
- Die Merkle-Root entsteht durch eine bestimmte Vorgehensweise des mehrfachen doppelten Hashens der Daten der in den Block einbezogenen Transaktionen. Die Transaktionsdaten eines Blocks fließen somit über die Merkle-Root in den Block-Header und damit in die Referenz des Folgeblocks ein.

Referenz und Merkle-Root bilden einen äußerst wirksamen Sicherungsmechanismus. Wird auch nur ein Bit der Transaktionsdaten verändert, dann ändert sich die Merkle-Root und somit – wie auch bei Änderung nur eines Bits der übrigen Header-Angaben – der Hashwert des Headers und damit die Referenz im folgenden Block. Jeder Teilnehmer kann die Integrität eines Blocks B jederzeit prüfen, indem er den Hashwert des Vorgängerblocks A mittels der Blockchain-Software berechnet und mit der Referenz des Blocks B vergleicht.

Funktionsweise eines Blockchain-basierten Systems

Was die Funktionsweise eines Blockchain-basierten Systems anbelangt, bedürfen der Synchronisations- und vor allem der Konsens-Mechanismus der Erläuterung.

Der **Synchronisations-Mechanismus** dient bekanntlich der schnellen Ausbreitung (Propagation) von Aktualisierungen. Jeder Teilnehmer soll also über den jeweils aktuellen Stand einer Blockchain verfügen. Aufgrund der großen Teilnehmer-/Knotenanzahl des vielen Regionen überdeckenden Peer-to-Peer Netzwerks erfolgt die Propagation stufenweise. Möchte z. B. ein Teilnehmer einen Block anhängen, so muss der Block an alle Netznoten übermittelt werden. Dies geschieht wie folgt: Der Erzeuger des Blocks

sendet den Block an alle mit ihm verbundenen Netzknoten. Die Inhaber dieser Knoten senden den Block weiter an die mit ihnen verbundenen Knoten usw. – bis schließlich eine Block-Kopie in jedem Knoten vorliegt und die Blockchain auf den neuesten Stand bringt.

Wesentlich komplexer ist der **Konsens-Mechanismus**, der das Herzstück eines Blockchain-basierten Systems bildet. Er tritt an die Stelle einer zentralen Koordinationsinstanz und übernimmt deren Aufgaben: Durchführung eines Entscheidungsverfahrens hinsichtlich der Akzeptanz eines neuen Blocks und das Anhängen an die Blockchain, Abwehr von betrügerischen Angriffen auf die Blockchain und Gewährleistung eines konsistenten Zustands der Blockchain bei allen Teilnehmern.

Die Konsensbildung mittels eines Entscheidungsverfahrens fügt sich in einen Ablauf ein, der auf folgenden Überlegungen und Maßnahmen beruht:

Aufgrund der von den Teilnehmern in das Netz eingestellten und an alle Teilnehmer propagierten Transaktionen, liegt bei jedem Teilnehmer ein Bestand an noch nicht in Blöcke einbezogenen Transaktionen vor (Transaktionsliste). Prinzipiell könnte nun jeder Teilnehmer aus diesem Bestand einen neuen Block bilden und an die übrigen Teilnehmer weiterleiten. Da die neuen Blöcke (teils) verschiedene Transaktionen enthalten würden, gäbe es ein Abstimmungsproblem: Welcher der neuen Blöcke soll an die aktuelle Blockchain angehängt werden? Dieses Problem wird nicht durch Abgabe und Auszählen gleichgewichtiger Teilnehmervoten, sondern durch andersartige Konsensprotokolle gelöst. Bekanntere Konsensprotokolle sind Proof-of-Work (Arbeitsnachweis) und Proof-of-Stake (Anteilsnachweis). Der im Bitcoin-Zahlungssystem verwendete Proof-of-Work wird nachfolgend betrachtet.

Bei dem Konsensprotokoll **Proof-of-Work** besteht der Arbeitsnachweis in der Berechnung einer Identifikationsnummer eines Blocks, die durch Hashen des Blocks gebildet wird. Die Berechnung eines Hashwertes ist grundsätzlich einfach. Daher wird sie durch die Vorgabe eines Schwellenwerts im Block-Header, den der Hashwert nicht überschreiten darf, erheblich erschwert. Damit bei dieser Rechenaufgabe überhaupt verschiedene Ergebnisse ermittelt werden können, enthält der Block-Header die Nonce. Sie ist eine beliebig veränderbare Zeichenkette und fließt als Bestandteil des Block-Headers in die Berechnung des Hashwertes ein. Durch wiederholtes Hashen mit veränderter Nonce kann ein gültiger Hashwert gefunden werden. Der Teilnehmer, dem dies zuerst gelingt, hängt den Block an die Blockchain an und leitet das Ergebnis im Netz weiter. Nur Teilnehmer, die über eine größere Rechenkapazität verfügen, haben bei dem Proof-of-Work gute Erfolgsaussichten. Daher werden neue Blöcke nur von relativ wenigen Teilnehmern, den sogenannten „**Minern**“ gebildet. Als Gegenleistung für ihre Investitionen in hohe Rechenkapazitäten erhalten Miner eine Belohnung. Sie besteht in neu geschaffenen Wertseinheiten des DL (z. B. Bitcoins) oder Transaktionsgebühren, d. h. Gebühren für die in einen Block einbezogenen Transaktionen.

Da die Erfolgswahrscheinlichkeit für die Bildung eines neuen gültigen Blocks, also eines neuen Blocks mit erbrachtem Arbeitsnachweis, bei dem Proof-of-Work von der jeweils verfügbaren Rechenkapazität abhängt, schließen sich Miner auch zu „Mining-Pools“

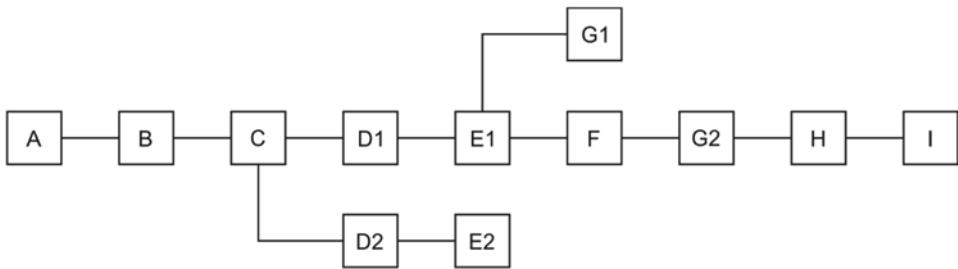


Abb. 15.51 Entwicklung einer Blockchain bei Anwendung des Proof-of-Work

zusammen. Durch die Bündelung von Rechenkapazität in einem Knoten wird die Erfolgswahrscheinlichkeit im Vergleich zum „Solo-Mining“ (Mining ohne Poolbildung) deutlich erhöht. Dies führt zu kürzeren Belohnungsintervallen der Pool-Teilnehmer, die die Belohnung nach eingebrachter Rechenleistung aufteilen (vgl. Berentsen und Schär (2017), S. 110).

Da Miner gleichzeitig aktiv sind, werden mitunter neue Blöcke auch gleichzeitig gebildet und an die Blockchain angehängt. Auf diese Weise entstehen an „Gabelpunkten“ (engl. forks) verschiedene Varianten für die Fortsetzung einer Blockchain. An Gabelungen ist daher eine Entscheidung über die Fortsetzung einer Blockchain als eindeutige lineare Liste zu treffen. Die geschieht mittels der folgenden Entscheidungsregel: Die Blockchain wird mit der Variante fortgesetzt, in die die größte Rechenleistung investiert wurde. Als Indikatoren können hierbei die in den Block-Headern abgelegten Schwellenwerte dienen, die die Schwierigkeit von Arbeitsnachweisen maßgeblich beeinflussen. Die Entwicklung einer Blockchain mit Gabelungen veranschaulicht Abb. 15.51.

In Abb. 15.51 wird unterstellt, dass die Entscheidungsregel erst ab den Fortsetzungsvarianten D1, E1 versus D2, E2 greift und Block F an E1 angehängt wird. Da danach in G2 die höhere Rechenleistung investiert wurde, folgt die Fortsetzung mit den Blöcken H und I. Die „toten“ Seitenäste D2, E2 und G1 werden nicht gelöscht. Sie werden beibehalten, um die Entwicklung der Blockchain – auch aus Sicherheitsgründen – jederzeit nachvollziehen zu können. Allerdings werden die in den stillgelegten Seitenästen enthaltenen und noch nicht in Blöcke der „gültigen“ Blockchain einbezogenen Transaktionen in die Transaktionslisten der Teilnehmer übernommen. Sie stehen also für die Bildung neuer Blöcke zur Verfügung und gehen nicht verloren.

Sicherheit der Blockchain-Technologie

Damit ein Distributed Ledger bzw. die Realisierungsform des Blockchain-basierten Zahlungssystems eine vertrauenswürdige zentrale Koordinationsinstanz ersetzen kann, muss es vor allem zwei Anforderungen genügen:

- Gewährleistung der Integrität, Authentizität und Nichtabstreitbarkeit der in Transaktionen/Blöcken enthaltenen Daten.

- Gewährleistung eines konsistenten Zustands des Ledgers/der Blockchain über alle Knoten des Peer-to-Peer-Netzwerks hinweg

Die hierzu eingesetzten Schutzmaßnahmen werden nachfolgend betrachtet.

Zur Gewährleistung der Integrität, Authentizität und Nichtabstreitbarkeit werden kryptografische Verfahren eingesetzt. Speziell bei der Blockchain-Technologie auf der Transaktions- und der Block-Ebene (zu den kryptografischen Verfahren vgl. Abschn. 17.3):

- Auf der Transaktionsebene werden z. B. digitale Signaturen wie folgt eingesetzt: Ein Teilnehmer (Sender) erzeugt eine an andere Teilnehmer/Miner zu sendende Transaktion. Dazu berechnet er aus den Transaktionsdaten und seinem privaten Signaturschlüssel eine Signatur, fügt diese der Transaktion hinzu und sendet Transaktionsdaten und Signatur an andere Teilnehmer/Miner. Jeder Empfänger kann nun mittels des öffentlichen Signaturschlüssels des Senders die Signatur verifizieren, also mit einer sehr hohen Wahrscheinlichkeit der Integrität, Urheberschaft und Nichtabstreitbarkeit der Transaktion sicher sein.
- Auf der Blockebene kommt der bereits oben beschriebene Sicherheitsmechanismus zum Tragen (vgl. Erläuterungen zu Abb. 15.50). Er gewährleistet ein sehr hohes Sicherheitsniveau.

Die Gewährleistung eines konsistenten Zustands einer Blockchain ist eine zentrale Aufgabe des **Konsensmechanismus**. Die Konsistenz kann z. B. durch folgenden betrügerischen Angriff auf das Netzwerk bedroht werden (vgl. Pankratz (2019), S. 6).

Ein Teilnehmer sendet einander widersprechende Transaktionen in unterschiedliche Teile des Netzwerks. Da die Ausbreitung im Netzwerk eine gewisse Zeit beansprucht, können Teilnehmer die zuerst erhaltene Transaktion nach Verifikation als korrekt akzeptieren, bevor sie die andere Transaktion erhalten und den Widerspruch bemerken. Im Falle einer Kryptowährung könnten die widersprüchlichen Transaktionen z. B. auf das mehrfache Ausgeben einer Währungseinheit abzielen (engl. double spending). Ergebnis eines derartigen Angriffs ist ein inkonsistentes Netzwerk.

Das Konsistenzproblem setzt sich auf der Block-Ebene fort. Ein Teilnehmer, der einen Block mit einer ihm nicht genehmen Transaktion per Weiterleitung erhält, könnte auf der Grundlage dieses Blocks einen neuen Block erstellen, der diese Transaktion nicht enthält. Zudem könnte er fix einen weiteren Block generieren und versuchen, beide Blöcke rasch nacheinander an die Blockchain anzuhängen mit dem Ziel, die Fortsetzung der Blockchain mit dem unliebsamen Block zu verhindern.

Um solche Angriffe zu unterbinden, könnte man ein Konsistenzprotokoll einsetzen, das auf einem üblichen Abstimmungsverfahren beruht: eine Transaktion/ein Block wäre dann als korrekt anerkannt, wenn sie/er von der Mehrheit der Teilnehmer akzeptiert wird. Ein solcher Weg ist jedoch kaum gangbar, da sich ein betrügerischer Teilnehmer viele falsche Identitäten verschaffen und so die Abstimmung majorisieren könnte. Diese Angriffsart wird auch als „**Sybil Attack**“ bezeichnet (vgl. Douceur (2002)). Das

Anwendungsfall	Erläuterung
Zahlungsabwicklung	Bereitstellung von Werteinheiten (Tokens) und sichere Durchführung des Wertetransfers mittels Tokens zwischen Teilnehmern eines Netzwerks in Anwendungsbereichen wie Kryptowährungen, Micropayments und Nutzung von Flugzeugmeilen.
Register	Sichere Aufzeichnung und Verwaltung von Vorfällen, Geschehnissen und Sachverhalten, die eine aus Verträgen oder gesetzlichen Vorschriften resultierende rechtliche Bedeutung aufweisen wie z. B. Handelsregister, Testamentsregister, Herkunfts nachweise und Inhaltsnachweise.
Inhaltsspeicher	Fälschungssichere Speicherung betrieblicher digitalisierter Inhalte sowie Gewährleistung der Authentizität von Inhalten wie Urkunden, Zertifikate, Audio- und Videodateien.
Kommunikation	Nicht zensierbarer und nicht bestreitbarer Austausch von Informationen zwischen den Nutzern von netzbasierten Kommunikationsdiensten wie Chatdiensten, Diskussionsforen und Diensten im Internet der Dinge (z. B. Kommunikation zwischen cyberphysischen Systemen).
Komplexe Geschäftstransaktion	Speicherung von so genannten „Smart Contracts“, die bei dem Eintritt bestimmter Ereignisse vorgegebene Transaktionsfolgen oder Geschäftsregeln auslösen wie z. B. Auslösung einer Zahlung nach erfolgter Lieferung.

Abb. 15.52 Anwendungsbereiche von Distributed Ledgers (in Anlehnung an Pankratz (2019), S. 8 f.)

Konsistenzprotokoll Proof-of-Work macht derartige Majorisierungen praktisch unmöglich: Bei Abstimmungen wird die Stimmenmehrheit anhand der in Arbeitsnachweise investierten Rechenleistung ermittelt. Ein Angreifer oder eine Gruppe von Angreifern müsste über die Hälfte der im gesamten Netzwerk vorhandenen Rechenkapazitäten verfügen, um Abstimmungen majorisieren zu können. Erfolg versprechende Sybil Attacks sind folglich schlicht zu teuer.

15.4.5.3 Anwendungspotenziale und Grenzen von Distributed Ledgers

Erste Anwendungen von DL-Konzepten waren **Kryptowährungen** wie z. B. Bitcoin. Solche DL-Realisierungen gestatten die Erzeugung von Werteinheiten (auch Tokens genannt) und die sichere Aufzeichnung von Transaktionen zum Zweck des Austauschs von Tokens zwischen Teilnehmern eines Netzwerks. Danach wurden DL-Konzepte auch in andere Anwendungsbereiche übernommen. Vornehmlich Gebiete, in denen bereits digitale Ledgers bestanden (vgl. hierzu Abschn. 15.4.5.1). Inzwischen werden DL-Konzepte in vielen Anwendungsbereichen von Wirtschaft und Verwaltung eingesetzt. Eine Übersicht gibt Abb. 15.52 (vgl. hierzu Pankratz (2019), S. 8 f.).

Bei den genannten DL-Anwendungen geht es durchweg um die dezentrale Speicherung von Informationsbeständen in den Knoten eines Netzwerks. Allerdings können Anwendungen auch eine nur teilweise Replikation eines Informationsbestandes in einem Teil der Netzketten vorsehen. In solchen Fällen liegen also vollwertige Knoten und nicht vollwertige Knoten vor. In nicht vollwertigen Knoten steht meist nicht die komplette Funktionalität der DL-Software zur Verfügung.

Die Anwendung von DL-Konzepten stößt auf Grenzen und Probleme, die aus dem Konzept selbst resultieren und eine sorgfältige Prüfung seiner Anwendung nahelegen. Einige wesentliche Probleme sind (vgl. hierzu auch Pankratz (2019), S. 9 f.):

- Nachhaltigkeitsdefizite: Der Konsensmechanismus Proof-of-Work verbraucht ungeheure Mengen an Energie. So existieren Pools, die sich auf das Mining von Werteinheiten (z. B. Bitcoins) mittels „gigantischer Rechnerfarmen“ spezialisiert haben und diese dort betreiben, wo z. B. billiger mit Kohle produzierter Strom verfügbar ist (vgl. Kisling (2021), S. 6).
- Datenschutzdefizite: Eine Speicherung von personenbezogenen Daten verbietet sich in einem DL, da der DL-Inhalt in allen Knoten eingesehen werden kann. Aufgrund der Unveränderbarkeit des DL-Inhalts ist zudem das Recht auf Vergessen nicht umsetzbar.
- Skalierungsdefizite: Bei einem hohen Aufkommen von permanent zu speichernden Transaktionen können lokal verfügbare Speicherkapazitäten von Teilnehmern überschritten werden. Es müssen dann Provider-Dienste genutzt werden (z. B. Wallet-Provider im Fall von Kryptowährungen).
- Governancedefizite: Jedem DL-Teilnehmer steht zwar die komplette DL-Software zur Verfügung, jedoch fehlt vielen Teilnehmern das Know-how für die Erzeugung individueller kompatibler Softwarevarianten (was z. B. bei der Bitcoin-Software möglich ist). Divergierende Interessen lassen sich hierbei nicht ohne weiteres in Einklang bringen. Faktisch liegt daher die Kontrolle über die DL-Software weitgehend in den Händen der DL-Entwickler.

Diese Defizite greifen in den verschiedenen Anwendungsgebieten nicht in gleichem Maße. Unterschiede in der Relevanz ergeben sich z. B. aus der Teilnehmerzahl, dem Transaktionsaufkommen und der Ausdehnung des Netzwerks. In jedem Anwendungsfall sind daher die Stärken und den Schwächen eines DL gegeneinander abzuwagen.

Literatur

- Aslet, M.: How will the Database Incumbents Respond to NoSQL and NewSQL? 451 Group, Beitrag im Internet (2011)
- Berentsen, A., Schär, F.: Bitcoin, Blockchain und Kryptoassets. BoD – Books on Demand, Norderstedt (2017)
- Berg, B., Silvia, P.: SAP HANA – An Indroduction, 2. Aufl. Galileo Press, Boston (2013)
- Chen, P.I.: The entity-relationship-model. ACH TODS. 1(1), 9–36 (1976)
- Codd, E.F.: The Relational Model for Database Management, 2. Aufl. Addison-Wesley, Boston (1990)
- Conrad, S.: Föderierte Datenbanksysteme. Springer, Berlin (1997)
- Dadam, P.: Verteilte Datenbanken und Client/Server-Systeme. Springer, Berlin (1996)
- Douceur, J.R.: The SybilAttack. In: Druscel, P., Kaashoek, F., Rowstron, A. (Hrsg.) Peer-to-Peer Systems, S. 251–260. Springer, Berlin (2002)
- Fasel, D., Meier, A. (Hrsg.): Big Data, Grundlagen, Systeme und Nutzungspotenziale. Springer Vieweg, Wiesbaden (2016a)
- Fasel, D., Meier, A.: Was versteht man unter Big Dat und NoSQL? In: Fasel, D., Meier, A. (Hrsg.) Big Data, S. 3–16. Springer Vieweg, Wiesbaden (2016b)
- Gabriel, R., Röhrs, H.-P.: Datenbanksysteme, Konzeptionelle Datenmodellierung und Datenbankarchitekturen, 2. Aufl. Springer, Berlin/Heidelberg/New York (1995)

- Gabriel, R., Röhrs, H.-P.: Gestaltung und Entwicklung von Datenbanksystemen, Data Base Engineering und Datenbankarchitekturen. Springer, Berlin/Heidelberg/New York (2003)
- Gluchowski, P., Hofmann, M.: Moderne Technologie- und Architekturkonzepte für Analytische Ecosysteme. In: Steven, M., Klünder, T. (Hrsg.) Big Data, S. 58–83. Kohlhammer, Stuttgart (2020)
- Heuer, A.: Objektorientierte Datenbanken. Bonn, München (1997)
- Hoare, C.A.R.: An axiomatic basis for computer programming. Commun. ACM. **12**, 576–580 (1969)
- Kisling, T.: Klimaschädling Bitcoin. Fränkische Nachr. **19** (2021)
- Knabke, T., Olbrich, S.: Grundlagen und Einsatzpotentiale von In-Memory-Datenbanken. In: Gluchowski, P., Chamoni, P. (Hrsg.) Analytische Informationssysteme, 5. Aufl, S. 187–203. Springer Gabler, Berlin/Heidelberg (2016)
- Kudlich, H.: Verteilte Datenbanken. Siemens AG, Berlin/München (1992)
- Lechtenbörger, J., Vossen, G.: NoSQL, NewSQL, Map-Reduce und Hadoop. In: Gluchowski, P., Chamoni, P. (Hrsg.) Analytische Informationssysteme, 5. Aufl, S. 205–223. Springer Gabler, Berlin/Heidelberg (2016)
- Lewin, M., Dogan, A., Schwarz, J., Fay, A.: Distributed-Ledger-Technologien und Industrie 4.0 – Eine Untersuchung der Relevanz für Industrie 4.0. Informatik-Spektrum. **42**(3), 166–173 (2019)
- Lipschutz, S.: Datenstrukturen. McGraw-Hill, Hamburg (1987)
- Loos, P., Lechtenbörger, J., Vossen, G., et al.: In-Memory Datenmanagement in betrieblichen Anwendungssystemen. Wirtschaftsinformatik. **53**, 383–390 (2011)
- Lusti, M.: Dateien und Datenbanken, 3. Aufl. Springer, Berlin/Heidelberg (1997)
- Meier, A.: Relationale und postrelationale Datenbanken, 6. Aufl. Springer, Berlin/Heidelberg (2007)
- Meier, A.: Datenmanagement mit SQL und NoSQL. In: Fasel, D., Meier, A. (Hrsg.) Big Data. Springer Vieweg, Wiesbaden (2016)
- Müller, S.: Die neue Relität: Erweiterung des Data Warehouse um Hadoop, NoSQL & Co. HMD. **51**(4), 447–457 (2014)
- Nakamoto, S.: Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System. Bitcoin Foundation. o.O. (2008)
- Pankratz, G.: Blockchains und Distributed Ledgers – Konzeptionelle Grundlagen, Einsatzmöglichkeiten und Grenzen. IT-Governance. **30**, 4–11 (2019)
- Plattner, H., Zeier, A.: In-Memory Data Management, Technology and Applications, 2. Aufl. Springer, Heidelberg (2015)
- Saake, G.; Türker, C.; Schmitt, I.: Objektdatenbanken. Konzepte, Sprachen, Architekturen. International Thomson Publishing, Bonn (1997)
- Schader, M.: Objektorientierte Datenbanken. Springer, Berlin (1997)
- Schüle, M., Pasing, L., Kemper, A., Neumann, T.: Ja-(zu-)SQL: Evaluation einer SQL-Scriptsprache für Hauptspeicherdatenbanksysteme. In: Grust, T., et al. (Hrsg.) Datenbanksysteme für Business, Technologie und Web (BTW, 2019), Lecture Notes in Informatics (LNI), S. 107–126. Gesellschaft für Informatik (GI), Bonn (2019)
- Schwarze, J.: Informationsmanagement – Planung, Steuerung, Koordination und Kontrolle der Informationsversorgung in Unternehmen. NBW, Herne (1998)
- Skwarek, V.: Eine kurze Geschichte der Blockchain – Ursprünge, Begriffe und aktuelle Entwicklungen. Informatik-Spektrum. **42**(3), 161–165 (2019)
- Stahknecht, P., Hasenkamp, U.: Einführung in die Wirtschaftsinformatik, 11. Aufl. Springer, Berlin (2005)
- Stonebraker, M.: NewSQL – An Alternative to NoSQL and OldSQL for New OLTP Apps, Communication of the ACM Blog (2011)
- Weber, P., Gabriel, R., Lux, T., Schroer, N.: Basiswissen Wirtschaftsinformatik, 3. Aufl. Springer, Berlin (2019)
- Wirth, N.: Algorithmen und Datenstrukturen. Teubner, Stuttgart (1983)
- Zehnder, C.A.: Informationssysteme und Datenbanken, 7. Aufl. Vdf Hochschulverl, Zürich (2002)

Teil E

Management der Informationsverarbeitung

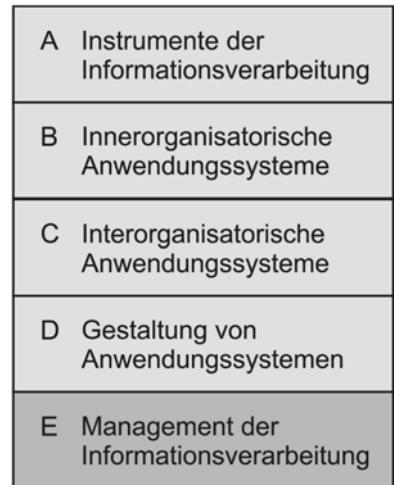
Der vorliegende Teil E des Buches beantwortet die Frage: „Wie wird der Einsatz von Anwendungs- bzw. Informationssystemen in Verbindung mit den technischen Instrumenten in Unternehmen und Verwaltungen geplant, organisiert und kontrolliert?“. Ziel ist die Darstellung des Managements der Informationsverarbeitung (IT-Management), das einen bedeutenden Teilbereich der Wirtschaftsinformatik bildet.

Die Einordnung des Teils E in die Gesamtstruktur des Buches veranschaulicht Abb. 1.

Der Teil E umschließt Führungsaufgaben, die die übrigen Teile des Buches betreffen: die Instrumente der Informationsverarbeitung (Teil A), die inner- und interorganisatorischen Anwendungssysteme (Teile B und C) und die Gestaltung der Anwendungssysteme (Teil D). Bei der Wahrnehmung dieser Führungsaufgaben geht es letztlich um die Gestaltung des IT-Einsatzes in Unternehmen in einer Weise, die zum Unternehmenserfolg beiträgt. Hierbei nahmen Sicherheitsfragen zunächst nur einen geringen Raum ein. Fortschreitende Vernetzung und Digitalisierung haben die Situation grundlegend verändert: Das Management der IT-Sicherheit stellt inzwischen einen eigenständigen Teilbereich des IT-Managements dar und wird daher in einem separaten Kapitel behandelt. Die resultierende Untergliederung des Teils E in die beiden Kap. 16 und 17 ist in Abb. 2 dargestellt.

Unter Ausklammerung von Sicherheitsaspekten wird das Informationsmanagement zunächst in Kap. 16 aus einer eher traditionellen Sicht betrachtet, die insbesondere nach strategischem und operativem Informationsmanagement sowie IT-Controlling differenziert. Berücksichtigung finden jedoch auch die Auswirkungen, die von der forcierten Digitalisierung auf das Informationsmanagement ausgehen. Das ausgelagerte IT-Sicherheitsmanagement wird in Kap. 17 behandelt. Neben Gefährdungen und Sicherheitsmaßnahmen werden auch Probleme und Regelungen des Datenschutzes umfassend erläutert.

Abb. 1 Einordnung des Teils E in die Gesamtstruktur des Buches



E Management der Informationsverarbeitung

- 16 Informationsmanagement
- 17 IT-Sicherheitsmanagement

Abb. 2 Unterteilung des Teils E in Kapitel



Kap. 16 ist das erste Kapitel des Teils E. Es befasst sich mit dem Informationsmanagement. In Abb. 16.1 ist die Einordnung des Kap. 16 in den Teil E dargestellt.

Das Informationsmanagement ist bekanntlich eine auf den Unternehmenserfolg durch IT-Einsatz ausgerichtete Führungsaufgabe. Die nähere Betrachtung des Informationsmanagements auf einer gröberen Ebene knüpft in der Regel an dem Begriffsteil „Management“ an und führt, wie auch in anderen Managementbereichen wie z. B. dem Prozessmanagement (vgl. Kap. 15), zur Unterscheidung von strategischen, operativen und das Controlling betreffenden Aufgaben. Hinzu können weitere Aufgabenkomplexe kommen, die Grundlagen darstellen oder z. B. durch aktuelle Entwicklungen bedingt sind. Das Kap. 16 ist daher wie folgt strukturiert: Einführend werden einige Grundlagen erörtert, die begriffliche Abgrenzungen sowie Ziele und Aufgaben des Informationsmanagements betreffen (vgl. Abschn. 16.1). Die drei folgenden Abschnitte befassen sich mit dem strategischen Informationsmanagement (vgl. Abschn. 16.2), dem operativen Informationsmanagement (vgl. Abschn. 16.3) und dem IT-Controlling (vgl. Abschn. 16.4).

16.1 Grundlagen des Informationsmanagements

Das Informationsmanagement weist Überschneidungen mit anderen Wissensbereichen wie etwa Informationswirtschaft und Wissensmanagement auf. Die Folge sind unterschiedliche Sichtweisen des Informationsmanagements. Sie erfordern zunächst eine inhaltliche Abgrenzung als Grundlage für weiterführende Betrachtungen. Im vorliegenden Abschnitt werden zunächst Begriff und Wesen des Informationsmanagements (vgl. Abschn. 16.1.1) und danach Ziele und Aufgaben des Informationsmanagements (vgl.

E Management der Informationsverarbeitung**16 Informationsmanagement****17 IT-Sicherheitsmanagement****Abb. 16.1** Einordnung von Kap. 16 in den Teil E

Abschn. 16.1.2) erörtert (vgl. Biethahn et al. 1994; Schwarze 1998; Voss und Gutenschwager 2001; Gabriel und Beier 2003; Krcmar 2015).

16.1.1 Begriff und Wesen des Informationsmanagements

Ursprünglich wurde das Informationsmanagement häufig als eine Führungsaufgabe verstanden, die auf eine aufgabengerechte Organisation der Informationsversorgung und Kommunikation in einem Unternehmen abzielt. Solange der Einsatz von IuK-Technologien zudem auf die Rationalisierung von Arbeitsprozessen beschränkt blieb, spielte die strategische Relevanz der IT im Informationsmanagement eine eher begrenzte Rolle. Mit der stürmischen Technologieentwicklung hat sich dies grundlegend geändert. IuK-Technologien ermöglichen neue, innovative Formen der geschäftlichen Betätigung und vermögen einen wesentlichen Beitrag zur Erreichung strategischer Unternehmensziele zu leisten. Technologiebezug und Unternehmenserfolg werden daher stärker berücksichtigt:

- ▶ Das **Informationsmanagement** ist eine Führungsaufgabe, die darauf abzielt, die Nutzung der Ressource Information, die Verarbeitung und Bereitstellung von Informationen mittels Anwendungssystemen sowie zum Systembetrieb eingesetzte IT-Infrastruktur so zu organisieren, dass unter Ausschöpfung des strategischen Potenzials von IuK-Technologien ein möglichst hoher Beitrag zum Unternehmenserfolg erwirtschaftet wird.

Die über die informationswirtschaftliche Ebene, d. h. die „Bewirtschaftung“ von Informationen unter Berücksichtigung von Bedarf, Angebot und Verwendung, hinausgehende Einbeziehung der Ebene der Informationssysteme und der Ebene der IT-Infrastruktur findet sich z. B. auch bei Krcmar (2015). In die Zuständigkeit des Informationsmanagements fallen damit auch das Gestalten der Landschaft der Informations-/Anwendungssysteme sowie der Basistechnologien (Rechnersysteme/-netze), auf denen die Informationssysteme aufsetzen.

Das Informationsmanagement weist erhebliche Überlappungen mit den Bereichen Informationswirtschaft, Dokumentenmanagement (vgl. Abschn. 8.1) und Wissensmanagement (vgl. Abschn. 8.3) auf. Informationswirtschaft ist ein umfassender Begriff, der neben computerbasierten IuK-Systemen auch nicht computerunterstützte IuK-Systeme einschließt. Das Dokumenten- und Wissensmanagement betrifft Systeme, die spezielle Arten von Informationen manipulieren. Ihr „Management“ wird daher häufig separat behandelt.

Das Informationsmanagement als Gestaltungsaufgabe wird wesentlich durch die Umweltsituation eines Unternehmens beeinflusst. Letztere ist generell durch eine hohe Dynamik gekennzeichnet, für die Faktoren wie zunehmende Wettbewerbsintensität, Globalisierung der Märkte und Verkürzung der Produktionslebenszyklen verantwortlich sind. Die hohe Umweltdynamik stellt erhebliche Anforderungen an die Anpassungsflexibilität von Unternehmen. Bei dem Schaffen von Unternehmensstrukturen, die ein flexibles Reagieren in einer sich ändernden Umwelt ermöglichen, ist insbesondere auch das Informationsmanagement in der Verantwortung. So kann durch die Einführung und geschäftliche Nutzung von IuK-Technologien mit hoher strategischer Relevanz ein wesentlicher Beitrag zur angemessenen Reaktion auf Umweltänderungen und zur Sicherung der Wettbewerbsfähigkeit geleistet werden. Einen wesentlichen Beitrag vermag aber auch die laufende Verbesserung von Arbeits- und Kommunikationsabläufen in kleineren Schritten unter Nutzung jeweils verbesserter IuK-Technologien leisten.

Die strategische Relevanz von Informationssystemen hängt von der verfolgten Unternehmensstrategie ab. Verfolgt ein Unternehmen z. B. die Strategie der Kostenführerschaft, dann sind Systeme mit ausgeprägten Kostensenkungspotenzialen von strategischer Bedeutung. Bei einem Produktionsunternehmen z. B. ein ganzheitliches Produktionssystem aufgrund seiner Ausrichtung auf Unternehmensziele, die auch den Kostenaspekt einschließen (vgl. Abschn. 6.2.1.4 und Mertens et al. 1989). Den geschäftlichen Chancen, die Technologien eröffnen können, stehen allerdings auch Risiken gegenüber. Zu den Risiken eines expansiven Einsatzes von IuK-Technologien gehören (vgl. Streubel 2000):

- der überproportionale Anstieg des Kostenanteils der computergestützten Informationsverarbeitung und Kommunikation an den Gesamtkosten,
- die Datensicherheits- und Datenschutzprobleme im Rahmen der Vernetzung in und zwischen Unternehmen sowie
- die zunehmende Komplexität der IuK-Technologiewelt und die Schnittstellenprobleme bei dem – wenn auch nur zeitweisen – gleichzeitigen Einsatz von alten und neuen Technologien.

Nun garantiert jedoch die Beherrschung der technologischen Risiken noch keineswegs den erfolgreichen Einsatz von IuK-Technologien. Gerade bei der Einführung neuer Technologien können betriebswirtschaftlich-organisatorische Probleme auftreten, die den Erfolg der Einführung gefährden. Beispielhaft seien genannt (vgl. Streubel 2000):

- Verständigungsschwierigkeiten zwischen den als Technik-Laien einzustufenden Technologie-Anwendern in den Fachabteilungen und den Technologie-Experten der Abteilung Informationswirtschaft.
- Kompetenzüberschneidungen zwischen den Fachabteilungen und der Abteilung Informationswirtschaft.
- Akzeptanzprobleme bei den Technologie-Anwendern in den Fachabteilungen aufgrund von Technik- und Rationalisierungsbefürchtungen, mangelnder Ergonomie und Partizipation.

- Fehleinschätzung des Beitrags, den IuK-Technologien zur Erreichung der strategischen Unternehmensziele leisten können, durch die Unternehmensleitung.

Neben Umweltänderungen und technologischem Fortschritt beeinflussen auch gesetzliche Regelungen das Informationsmanagement in erheblichem Maße. Hier sind zunächst die Anforderungen des Datenschutzes zu nennen, die der Freiheit im Umgang mit persönlichen Daten von Mitarbeitern und Kunden in einem Unternehmen enge Grenzen setzen (vgl. Abschn. 17.4). Weitere Anforderungen ergeben sich aus Gesetzen zur Transparenz des Unternehmensgeschehens. Von Bedeutung sind vor allem die beiden folgenden Gesetze:

- Das Gesetz zur Kontrolle und Transparenz im Unternehmensbereich (KonTraG). Es ist im Wesentlichen eine Erweiterung des Aktiengesetztes (AktG) und des Handelsgesetzbuches (HGB). Das **KonTraG** soll Unternehmen zu einer transparenten Unternehmensführung, der sogenannten **Corporate Governance**, zwingen. So wird z. B. in der Ergänzung des § 91 Abs. 2 AktG gefordert, der Vorstand habe „geeignete Maßnahmen zu treffen, insbesondere ein Überwachungssystem einzurichten, damit den Fortbestand der Gesellschaft gefährdende Entwicklungen früh erkannt werden“.
- Die Vorschriften des Baseler Ausschusses für Bankenaufsicht (Basel Committee on Banking Supervision) über die Eigenkapitalausstattung von Banken, besser bekannt unter dem Namen **Basel II**. Demnach müssen Kreditinstitute bei der Vergabe von Krediten operationelle Risiken des Kunden in ihre Entscheidung einbeziehen. Damit wird ein geeignetes Risikomanagementsystem für praktisch alle Unternehmen relevant. Nur Unternehmen, die Transparenz in ihre Geschäftsprozesse und die damit verbundenen Risiken bringen, werden zu günstigen Konditionen mit Fremdkapital versorgt. Das Informationsmanagement kann wesentlich zur Etablierung eines solchen Risikomanagements beitragen (vgl. Fingerlos et al. 2020).

Die thematisierten Chancen, Risiken und Herausforderungen des Einsatzes von IuK-Technologien geben einen Hinweis auf die Reichweite des Informationsmanagements als Gestaltungsaufgabe. Über den Technologiebereich hinaus stellen auch Organisation (Akteure/Nutzer), Unternehmensprozesse und Unternehmens-/Prozessziele wesentliche Felder für die (Mit-)Gestaltung durch das Informationsmanagement dar. Das Informationsmanagement stellt folglich eine Gestaltungsaufgabe dar, die sich nicht auf eine technikzentrierte Vorgehensweise beschränkt, sondern auf eine ganzheitliche Sicht des Einsatzes von IuK-Technologien in Unternehmen ausgerichtet ist.

16.1.2 Ziele und Aufgaben des Informationsmanagements

Die begriffliche Abgrenzung im vorangehenden Abschnitt benennt ein generelles Ziel des Informationsmanagements. Im vorliegenden Abschnitt wird es einerseits bis hin zu

exemplarischen Einzelzielen verfeinert, wobei auch Zielbeziehungen und Zielkategorien Berücksichtigung finden (vgl. Abschn. 16.1.2.1). Andererseits werden die aus den Zielen ableitbaren Aufgaben des Informationsmanagements kategorisiert und exemplarisch erläutert (vgl. Abschn. 16.1.2.2).

16.1.2.1 Ziele des Informationsmanagements

Das Setzen von Zielen ist eine zentrale Managementaufgabe. Ziele sind handlungssteuernde Vorgaben, die angestrebte zukünftige Vorgänge oder Zustände definieren. Aus den Zielen werden Maßnahmen abgeleitet, die von den beauftragten Mitarbeitern zum Zweck der Zielerreichung durchzuführen sind. Zugleich stellen Ziele Beurteilungsmaßstäbe dar, anhand derer der Erfolg der Maßnahmen bewertet werden kann.

Ziele können allerdings erst dann zur Beurteilung von Maßnahmen herangezogen werden, wenn sie vollständig definiert sind (vgl. hierzu Mag 1995). Eine vollständige Zieldefinition umfasst die drei **Zieldimensionen** Zieltinhalt, Zielvorschrift und Zieldauer:

- Der Zieltinhalt legt das Merkmal fest, welches zur Erreichung des angestrebten Zustands beeinflusst werden soll und definiert eine Messgröße, anhand derer die Zielerreichung gemessen werden soll. Der Zieltinhalt kann qualitativer Art sein, z. B. die Mitarbeiterzufriedenheit, oder quantitativer Art, z. B. der Marktanteil eines Produkts.
- Die Zielvorschrift gibt die Richtung und das Ausmaß der angestrebten Veränderung der Zielgröße an. Zu unterscheiden sind hier die Extremierung (Maximierung oder Minimierung), Satisfizierung oder Fixierung der Zielgröße. Im Falle des Zieltinhalts „Gewinn, gemessen an dem Gewinn vor Steuern“ würde Extremierung die Maximierung des Gewinns, Satisfizierung die Erzielung eines vorgegebenen Mindestgewinns und Fixierung das Anstreben eines bestimmten Gewinnbetrags (z. B. 1 Mio. €) vor Steuern bedeuten.
- Die Zieldauer legt den Zeitraum fest, innerhalb dessen das Ziel verfolgt werden soll. Unterschieden wird üblicherweise zwischen kurzfristigen Zielen mit einer Zieldauer von bis zu einem Jahr und langfristigen Zielen mit größerer Zieldauer. Bei grundsätzlichen Zielen, wie z. B. der Erhaltung der Zahlungsfähigkeit eines Unternehmens, ist die Zieldauer unbefristet.

Zwischen den Zielen eines Unternehmens, und ebenso zwischen den Zielen des Informationsmanagements, bestehen unterschiedliche **Zielbeziehungen**. Grundsätzlich unterscheidet man zwischen komplementären, indifferenten und konfliktären Beziehungen:

- Komplementäre Ziele liegen vor, wenn die weitergehende Erreichung eines Ziels mit einem ebenfalls höheren Zielerreichungsgrad eines anderen Ziels verbunden ist. Komplementäre Ziele sind z. B. die Erhöhung der Arbeitseffizienz mittels neuer PC-Arbeitsplätze und die Verbesserung der Mitarbeiterzufriedenheit. Komplementäre Ziele können häufig in eine hierarchische Ordnung gebracht werden, d. h. durch die Bildung von Ober-, Zwischen- und Unterzielen.

- Indifferente Ziele tangieren sich nicht gegenseitig. Dieser Grenzfall zwischen Zielkomplementarität und Zielkonflikt tritt in der Praxis selten auf. In der Regel werden sich Ziele gegenseitig beeinflussen.
- Konfliktäre Ziele behindern sich gegenseitig; die weitergehende Erreichung eines Ziels ist also mit Abstrichen bei der Erreichung eines anderen Ziels verbunden. Konfliktäre Ziele sind z. B. die Einführung einer neuen IuK-Technologie (z. B. Standardsoftware) und der Investitionsschutz, d. h. die Sicherung der in eine alte Technologie (z. B. eigen erstellte Software) getätigten Investition durch weitere Nutzung der alten Technologie.

Eine systematische Zusammenstellung von Zielen bezeichnet man als **Zielsystem**. Als Mittel zur Systematisierung eignet sich die Bildung von Zielkategorien. Zwei wesentliche und gebräuchliche Kategorisierungen sind

- die Unterscheidung zwischen strategischen und operativen Zielen sowie
- die Einteilung in Formalziele, Sachziele und sonstige Ziele.

Strategische Ziele beziehen sich auf die Wettbewerbsposition eines Unternehmens. Bei der Setzung strategischer Ziele werden die technische, gesamtwirtschaftliche, rechtliche und gesellschaftliche Umweltsituation des Unternehmens sowie das Verhalten externer Akteure, insbesondere der Kunden, Konkurrenten und Lieferanten, als beeinflussbare Größen angesehen. Bei der Formulierung **operativer Ziele** geht es dagegen um die Konkretisierung des mit den strategischen Zielen gegebenen Rahmens, indem von der strategischen Zielkonstellation ausgehend Teilziele für Unternehmensbereiche und Abteilungen abgeleitet werden.

Formalziele spiegeln das Rationalitätsprinzip unternehmerischen Handelns wieder. Sie betreffen die Existenzsicherung von Unternehmen unter den Rahmenbedingungen des marktwirtschaftlichen Wettbewerbs. Um den Unternehmenserfolg langfristig zu sichern, ist ein Mindestmaß an Rentabilität und Liquidität erforderlich. **Sachziele** dagegen beziehen sich auf das sachliche Leistungsprogramm eines Unternehmens. Sie betreffen vor allem Art, Menge und Zeitpunkt der am Markt angebotenen Güter und Dienstleistungen. Neben Formal- und Sachzielen verfolgen Unternehmen auch sonstige Ziele z. B. sozialer, ökologischer, gesamtwirtschaftlicher oder kultureller Art. In der öffentlichen Wahrnehmung spielen soziale Ziele eine besonders wichtige Rolle. Sie können weiter unterteilt werden in Erhaltungsziele, wie z. B. die Erhaltung von Arbeitsplätzen, und Entfaltungsziele, wie z. B. das Streben nach Arbeitsbedingungen entsprechend den individuellen Fähigkeiten.

Häufig stellen die Formal- und Sachziele in einem Unternehmen komplementäre Ziele dar. So fördert z. B. die Verfolgung eines mengenmäßigen Absatzziels (Sachziel) in der Regel auch die Erfüllung des Gewinnziels (Formalziel). In solchen Fällen ist zu entscheiden, welches Ziel das Ober- und welches das Unterziel darstellt. Typischerweise räumt man in Wirtschaftsunternehmen den Formalzielen einen höheren Rang als den Sachzielen ein. Formalziele werden nämlich eher als langfristig angelegte Vorstellungen begriffen, die sich im Zeitablauf relativ wenig ändern. Sachziele lassen sich dagegen eher

mit nachgelagerten „Instrumenten“ zur Erreichung der gegebenen Formalziele vergleichen. Die Realisierung sonstiger Ziele verursacht meist zusätzliche Kosten. Hieraus erwächst ein Konflikt mit vielen Formal- und Sachzielen. Heute gelangt man jedoch mehr und mehr zu der Auffassung, dass speziell Sozial- und Formalziele potenziell komplementäre Ziele darstellen, da z. B. die Mitarbeiterzufriedenheit (Sozialziel) die Wettbewerbsposition eines Unternehmens (Formalziel) festigen kann.

Die Ziele des Informationsmanagements sind aus den Unternehmenszielen abgeleitete Ziele, welche das Zusammenspiel von Aufgaben, Menschen und IuK-Technologien betreffen. Auch das Informationsmanagement verfolgt daher Formal-, Sach- und sonstige Ziele, die zudem auf der strategischen und der operativen Ebene liegen können. Eine exemplarische Darstellung von entsprechenden Einzelzielen des Informationsmanagements zeigt Abb. 16.2.

Geht man davon aus, dass in marktwirtschaftlichen Systemen das Gewinn- bzw. Rentabilitätsziel an der obersten Stelle der Formalziele-Struktur steht, so bilden Wirtschaftlichkeit/Wirksamkeit der Informationsverarbeitungs- und Kommunikationsprozesse zentrale Inhalte der Formalziele des Informationsmanagements. Entsprechend besteht das strategische Formalziel des Informationsmanagements darin, durch eine hohe Wirtschaftlichkeit und Wirksamkeit der im Unternehmen eingesetzten IuK-Technologien zur Sicherung und Stärkung des allgemeinen Unternehmenserfolgs beizutragen. Davon lassen sich operative Formalziele für Teilbereiche des Technologieeinsatzes ableiten. So sollen beispielsweise Informationssysteme für Teilbereiche, wie z. B. die Warenwirtschaft, so gestaltet werden, dass sie eine hohe Wirtschaftlichkeit und Wirksamkeit der Informationsverarbeitung gewährleisten. Bei der Beschaffung eines Standard-Softwaresystems zur Abwicklung der Warenwirtschaft stellen z. B. günstige Beschaffungskosten und ein guter Herstellerservice konkrete operative Formalziele dar.

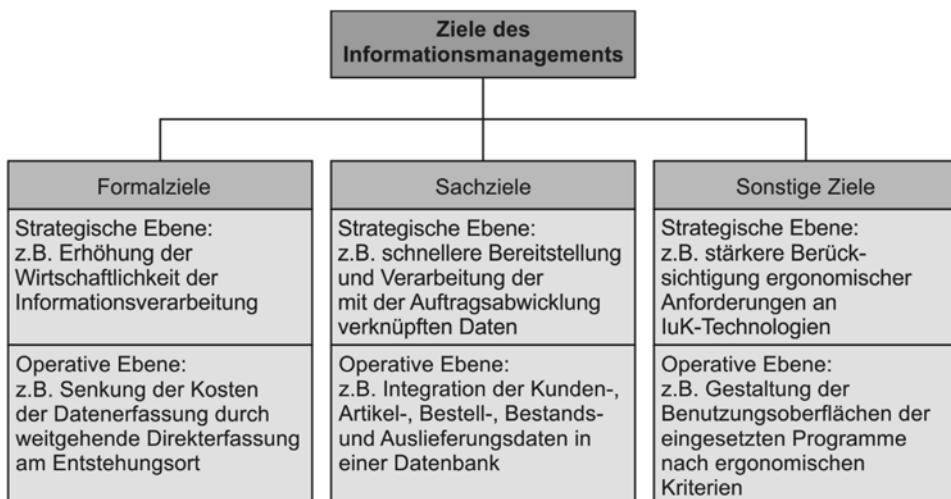


Abb. 16.2 Exemplarische Darstellung von Zielen des Informationsmanagements

Die Sachziele des Informationsmanagements orientieren sich am sachlichen Leistungsprogramm aus der Perspektive unterstützender IuK-Technologien. Hat sich beispielsweise die Durchlaufzeit eines Auftrages von der Kundenbestellung bis zur Warenauslieferung als kritischer Wettbewerbsfaktor herausgestellt, so stellt die Verkürzung der durchschnittlichen Durchlaufzeit eines Auftrags ein sinnvolles strategisches Sachziel des betreffenden Unternehmens dar. Davon kann als strategisches Sachziel des Informationsmanagements die schnellere Bereitstellung und Verarbeitung der verschiedenen Daten für die Auftragsabwicklung abgeleitet werden. Die operativen Sachziele des Informationsmanagements ergeben sich durch Konkretisierung der in den strategischen Sachzielen enthaltenen Vorgaben. Die Konkretisierung lässt bereits konkrete Maßnahmen erkennen, die jeweils Teile eines Problembereiches betreffen. Im angeführten Beispiel der Beschleunigung der Auftragsabwicklung bildet die schnellere Bereitstellung und Verarbeitung von Daten den Problembereich. Als operative Sachziele lassen sich hier z. B. nennen:

- die Integration der die Auftragsabwicklung betreffenden Daten, also Kunden-, Artikel-, Bestell-, Bestands- und Auslieferungsdaten, in einer Datenbank,
- der Einsatz einer leistungsfähigen Datenbanksoftware zum Betrieb der Datenbank und
- der Einsatz eines leistungsfähigen Rechners zur Verarbeitung der Daten der Auftragsabwicklung.

Der ursprünglich mit dem strategischen Sachziel umspannte Problembereich wurde damit in operative Sachziele für die Teilproblembereiche Datenintegration, Datenbanksoftware und Rechnertechnologie aufgefächert.

Die sonstigen Ziele des Informationsmanagements variieren von Unternehmen zu Unternehmen, da sie die jeweilige Unternehmenskultur widerspiegeln. Meist stehen sie ergänzend neben den Formal- und Sachzielen, insbesondere dann, wenn kein Zielkonflikt mit dem Wirtschaftlichkeitsziel auftritt. Beispielsweise könnte ein strategisches Sozialziel des Informationsmanagements in der stärkeren Berücksichtigung ergonomischer Anforderungen an IuK-Technologien bestehen. Als davon abgeleitete operative Sozialziele, die wiederum Teile des betrachteten Problembereichs betreffen, lassen sich z. B. die ergonomische Gestaltung der Benutzungsoberflächen der eingesetzten Programme und der Einsatz ergonomisch gestalteter Bedienungseinheiten wie Tastatur und Maus nennen.

16.1.2.2 Aufgaben des Informationsmanagements

Heterogenität und Komplexität des Informationsmanagements werden besonders deutlich, wenn man die Aufgaben des Informationsmanagements betrachtet. Diese Aufgaben lassen sich nach mehreren Merkmalen klassifizieren (vgl. Gabriel und Beier 2003, S. 65 ff.):

- entsprechend den vorgegebenen Zielen des Informationsmanagements nach strategischen und operativen Aufgaben,
- unter Berücksichtigung der Phasen des allgemeinen Managementzyklus in Planung/Entscheidung, Organisation, Steuerung und Kontrolle,

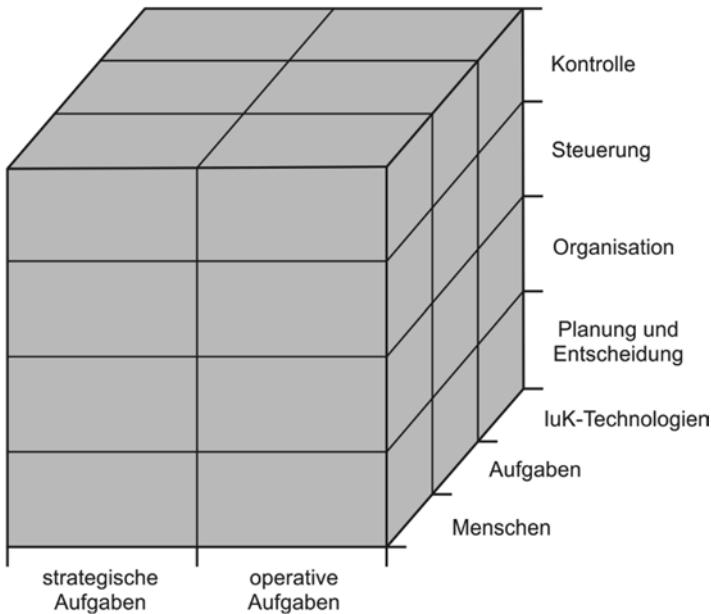


Abb. 16.3 Aufgabenwürfel des Informationsmanagements

- gemäß den Bereichen der Gestaltungsaufgabe des Informationsmanagements in die drei Bereiche Menschen, Aufgaben und IuK-Technologien.

In Abb. 16.3 werden die drei genannten Kriterien zur Klassifizierung der Aufgaben des Informationsmanagements in Würfelform dargestellt. Jeder der 24 (=2x4x3) elementaren Quader in Abb. 16.2 entspricht einer Aufgabenkategorie des Informationsmanagements. Beispielsweise lässt sich dem linken (strategisch), untersten (Planung/Entscheidung), hintersten (IuK-Technologien) Quader die Aufgabe Planung/Entscheidung der Einführung einer Standardsoftware zuordnen. Berücksichtigt man, dass in jeden Quader bzw. jede Aufgabenkategorie viele Einzelaufgaben fallen können, so werden Vielzahl und Vielfalt der Aufgaben des Informationsmanagements deutlich.

Natürlich lassen sich Einzelaufgaben auch zu komplexeren Aufgaben zusammenfassen, die dann mehrere Quader gleichzeitig betreffen. Eine solche komplexere Aufgabe ist z. B. die Einführung einer Internet-Shop-Technologie für bestimmte Produkte eines Handelsunternehmens. Sie überdeckt alle Phasen des Managementzyklus, von der Planung bis zur Kontrolle.

Alle 24 elementaren Aufgabenkategorien des Informationsmanagements können hier nicht erläutert werden. Im Weiteren soll eine fundamentale, in der Literatur sehr verbreitete Unterscheidung herausgestellt werden: die Einteilung in strategische und operative Aufgaben des Informationsmanagements. Um trotz der fließenden Grenzen zwischen beiden Aufgabenbereichen die Unterschiede zu verdeutlichen, werden in Abb. 16.4 mehrere Merkmale herangezogen und kurz erläutert.

Merkmale	Strategische Aufgaben	Operative Aufgaben
Wettbewerbsrelevanz	Große Bedeutung für die Wettbewerbsposition	Wettbewerbsrelevanz wird nicht hinterfragt
Unternehmensumwelt	Aktive Beeinflussung der Unternehmensumwelt	Berücksichtigung der Entwicklung der Unternehmensumwelt
Komplexität	Hohe Komplexität	Geringe Komplexität
Detaillierungsgrad	Abstraktion von Einzelheiten	Explizite Betrachtung von Einzelheiten
Zeithorizont	Eher langfristiger Betrachtungszeitraum	Tendenziell kurzfristiger Betrachtungszeitraum
Managementaktivität	Grobplanung mit großen planerischen Freiheitsgraden im Vordergrund	Feinplanung mit geringeren planerischen Freiheitsgraden sowie Steuerung und Kontrolle von IT-Projekten

Abb. 16.4 Merkmale strategischer und operativer Aufgaben des Informationsmanagements

Wichtigstes Merkmal strategischer Aufgaben des Informationsmanagements ist die hohe Wettbewerbsrelevanz: Entwicklung und Einsatz wettbewerbsrelevanter IuK-Technologien berühren nicht nur unternehmensinterne Gegebenheiten und Maßnahmen. Unmittelbar betroffen ist vielmehr die Positionierung eines Unternehmens im Wettbewerb in Bezug auf ein gegebenes Geschäftsfeld.

Kaum weniger bedeutsam ist das Merkmal der Beeinflussung der Unternehmensumwelt: Strategische Aufgaben des Informationsmanagements beinhalten eine aktive Beeinflussung der sich dynamisch entwickelnden Unternehmensumwelt. Der Einsatz von IuK-Technologien kann andere Akteure wie Wettbewerber, Kunden, Lieferanten, Medien, Verbraucherverbände und staatliche Institutionen berühren. Unter dem strategischen Gesichtspunkt ist aber von Bedeutung, dass das Verhalten externer Akteure nicht nur beobachtet, sondern durch eigenes Handeln im Sinne der eigenen Unternehmensstrategie aktiv beeinflusst wird.

Das dritte Merkmal der hohen Komplexität drückt die Vielzahl der zu berücksichtigenden Einflussgrößen einschließlich der zwischen ihnen bestehenden unterschiedlichen Beziehungen aus. Einflüsse resultieren aus dem Verhalten externer Akteure, ergeben sich aber auch aus dem Innenbereich eines Unternehmens. Unternehmensinterne Einflussgrößen betreffen z. B. das Know-how der Mitarbeiter und den Stand des Technologieeinsatzes im Unternehmen.

Als viertes Merkmal strategischer Aufgaben des Informationsmanagements wurde die Abstraktion von Einzelheiten genannt. In der Tat steht hier das Erkennen, Analysieren und Gestalten von übergeordneten Zusammenhängen und Wirkungen im Vordergrund.

Was den Zeithorizont bzw. das fünfte Merkmal betrifft, ist bei strategischen Aufgaben eher von langfristigen Betrachtungszeiträumen auszugehen. Aufgrund der Dynamik technologischer Entwicklungen gelten mittlerweile bereits Planungshorizonte von über drei Jahren als langfristig. Die Einführung moderner IuK-Technologien ist meist mit erheblichen Investitionen verbunden, die sich nur in entsprechend längeren Zeiträumen amortisieren können.

Bei dem sechsten und letzten Merkmal geht es um den Schwerpunkt der Managementaktivität. Strategische Aufgaben des Informationsmanagements sind vornehmlich Planungsaufgaben mit großen planerischen Freiheitsgraden, wobei die Grobplanung im Vordergrund steht. Planungsgegenstand sind Maßnahmen zur Entwicklung, Anpassung und Nutzung von IuK-Technologien, die zur Stärkung und Sicherung der Wettbewerbsposition eines Unternehmens beitragen. Die Präzisierung und die konkrete Durchführung dieser Maßnahmen fallen dagegen nicht mehr in den Aufgabenbereich des strategischen Informationsmanagements.

Operative Aufgaben des Informationsmanagements resultieren aus der Zerlegung komplexer, strategischer Aufgaben in kleinere, übersichtlichere Problembereiche der Entwicklung und Nutzung von IuK-Technologien. Strategische Aufgaben bilden gewissermaßen den Rahmen für die Abgrenzung von weniger komplexen und konkreteren operativen Aufgaben. Die operativen Aufgaben wiederum sind das Mittel zur Erreichung der strategischen Ziele des Informationsmanagements. Hierzu sei als Beispiel die Migration von einem bislang eingesetzten zu einem neuen ERP-System betrachtet. Eine solche Softwaremigration beinhaltet strategische und operative Aufgaben des Informationsmanagements.

Eine zentrale strategische Aufgabe ist in diesem Zusammenhang die Erstellung von Rahmenvorgaben für die Durchführung des Migrationsprojektes. Diese Rahmenvorgaben können sich z. B. beziehen auf:

- Anforderungen und Vorgehen zur Systemauswahl,
- die gleichzeitige Umstellung des Rechnersystems, z. B. den Übergang zu einem Cloud-Service und
- die gleichzeitige Umstellung der Datenhaltung, z. B. den Übergang zu einem In-Memory-Datenbanksystem.

Bereits diese groben Rahmenvorgaben lassen eine Zerlegung der strategischen Migrationsaufgabe in mehrere weniger komplexe und konkretere operative Aufgaben erkennen. Wesentliche operative Managementaufgaben bestehen in der Planung, Steuerung und Kontrolle von Teilprojekten der Softwaremigration wie:

- Installation, Test und Inbetriebnahme des neuen Rechnersystems bzw. -netzes,
- Umstrukturierung, Umformatierung und gegebenenfalls Ergänzung vorliegender Daten und anschließende Übernahme in eine relationale Datenbank (Datenmigration),
- Konfigurierung bzw. Anpassung des gewählten Standardprodukts an die firmenspezifischen Gegebenheiten, Testbetrieb – insbesondere in Verbindung mit dem neuen Rechnersystem und der neuen Datenbank – und Inbetriebnahme des Gesamtsystems.

An diesem Beispiel lassen sich nun die in Abb. 16.4 angegebenen Merkmale operativer Aufgaben des Informationsmanagements verdeutlichen. Im Vergleich zu strategischen Aufgaben ergeben sich meist gegensätzliche Ausprägungen.

Operative Aufgaben sind auf die Umsetzung strategischer Rahmenvorgaben ausgerichtet. Die Wettbewerbsrelevanz der Aufgaben wird daher nicht hinterfragt. So wird bei einem Migrationsvorhaben auf der operativen Ebene nicht dessen strategische Bedeutung zu diskutieren sein. Vielmehr geht es um die Planung, Steuerung und Kontrolle der zur Realisierung des Vorhabens durchzuführenden Einzelprojekte.

Anstelle einer aktiven Beeinflussung der Unternehmensumwelt geht es bei operativen Aufgaben um die Berücksichtigung erkennbarer Umweltentwicklungen. Beispielsweise im Bereich der Rechnertechnologie, der Vernetzung und der Verfügbarkeit von Standardsoftware. Ziel ist es hierbei, einen hohen Standard der eingesetzten IuK-Technologien zu erreichen.

Die Komplexität operativer Aufgaben fällt geringer aus, da jeweils nur Teilbereiche eines Gesamtproblems zu betrachten sind. Solche Teilbereiche sind z. B. Rechnertechnologie, Datenbanksysteme und Standard-Softwaresysteme.

Da operative Aufgaben des Informationsmanagements einen unmittelbaren Realisierungsbezug aufweisen, erfordern sie die explizite Betrachtung von Einzelheiten. So z. B. von funktionalen, programmtechnischen, rechnerbezogenen und benutzerbezogenen Details eines Standard-Softwaresystems.

Der Zeithorizont operativer Aufgaben ist kurzfristiger, da sie die Entwicklung und Einführung rasch veraltender Technologien beinhalten. Insofern besteht ein gewisser Druck zur möglichst baldigen Produktivsetzung bzw. Inbetriebnahme von (neuen) IuK-Technologien.

Abb. 16.5 fasst Gegenstand und Zusammenhang des strategischen und operativen Informationsmanagements in grafischer Form zusammen. Einige Begriffe und Aufgaben bedürfen einer kurzen Erläuterung.

Im strategischen Bereich drückt der Begriff „**Anwendungssystem-Portfolio**“ eine Beurteilung der in einem Unternehmen eingesetzten oder einzusetzenden Anwendungssysteme im Hinblick auf ihre Bedeutung für die Erreichung der strategischen Unter-

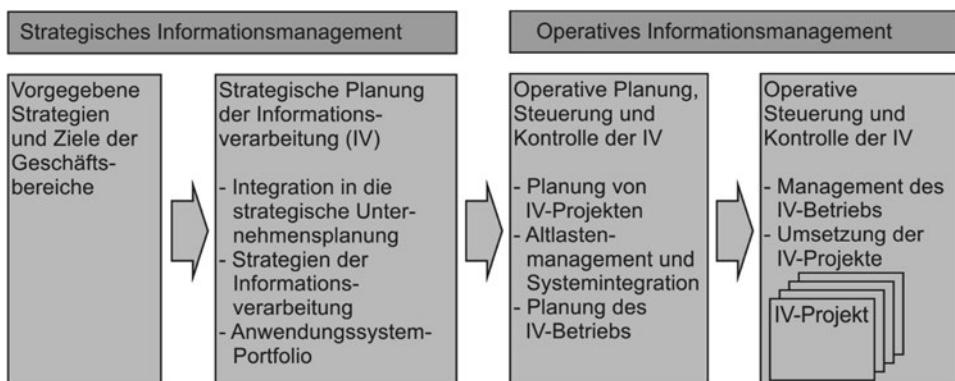


Abb. 16.5 Strategische Planung der Informationsverarbeitung und operative Umsetzung (in Anlehnung an Waidelich 1993)

nehmensziele aus. Mit „Altlastenmanagement“ ist im operativen Bereich der Umgang mit alten, technologisch überholten Rechner- oder Anwendungssystemen gemeint. Neben der Frage der hinreichenden Nutzung früher getätigter Investitionen stellt sich auch die Frage eines auch zeitlich sinnvollen Überganges von alten zu neuen Technologien. Schließlich stellt die ständige Aufrechterhaltung eines möglichst reibungslosen IV-Betriebs auch eine wesentliche Aufgabe des operativen Informationsmanagements dar.

16.2 Strategisches Informationsmanagement

Der vorliegende Abschnitt befasst sich mit dem **strategischen Informationsmanagement** aus verschiedenen Blickwinkeln, wobei Konzepte, Methoden und Instrumente zur Erfüllung der strategischen Aufgaben im Vordergrund stehen. In Abschn. 16.2.1 werden zunächst die wechselseitigen Beziehungen zwischen der Informationsverarbeitung und der Unternehmensstrategie dargestellt. Abschn. 16.2.2 widmet sich anschließend strategischen Planungsaufgaben der Informationsverarbeitung. Instrumente zur Unterstützung der Aufgaben des strategischen Informationsmanagements sind Gegenstand von Abschn. 16.2.3. Abschließend werden zwei Spezialthemen mit Bezug zur strategischen Gestaltungsaufgabe des Informationsmanagements behandelt: Die Organisation der Informationsverarbeitung in Unternehmen (Abschn. 16.2.4) und die auf die technologische Unterstützung der Strategieumsetzung abzielende IT-Governance (Abschn. 16.2.5).

16.2.1 Unternehmensstrategie und Informationsverarbeitung

Zentrale Aufgabe des strategischen Informationsmanagements ist die strategische Planung der Informationsverarbeitung in Unternehmen. Dazu zählt die Gestaltung der gesamten Landschaft der in einem Unternehmen eingesetzten IuK-Technologien nach unternehmensstrategischen Gesichtspunkten. Dabei lassen sich die Wechselwirkungen zwischen der Unternehmensstrategie und den eingesetzten IuK-Technologien in zwei Richtungen analysieren (vgl. Abb. 16.6).

Betrachtet man die Unternehmensstrategie als gegeben, so sind die Strukturen und Prozesse der Informationsverarbeitung einschließlich der eingesetzten Technologien möglichst genau auf die unternehmensstrategischen Vorgaben abzustimmen. Ausgangspunkt des strategischen Informationsmanagements ist nach dieser Interpretation die Unternehmensstrategie, aus der die Strategien der Informationsverarbeitung abzuleiten sind. Diese Sichtweise, die vor allem die Unterstützungsfunction des Informationsmanagements hervorhebt, wird auch als „strategy execution“ bezeichnet. Man spricht in diesem Zusammenhang auch von der **Alignment-Funktion** (engl. to align = anpassen, abstimmen, ausrichten, abgleichen) der Informationsverarbeitung.

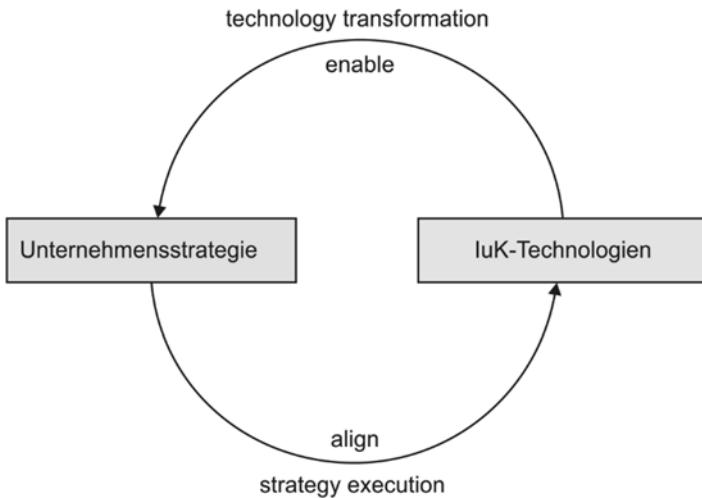


Abb. 16.6 Zusammenhang zwischen Unternehmensstrategie und IuK-Technologien (vgl. Krcmar 2005, S. 32)

In umgekehrter Richtung üben jedoch auch die IuK-Technologien Einfluss auf die Unternehmensstrategie aus. Insofern, als durch den Einsatz von IuK-Technologien bestimmte, strategisch relevante Prozesse und Organisationsformen erst ermöglicht werden, wird die Unternehmensstrategie gewissermaßen selbst zur Gestaltungsgröße des Informationsmanagements. Dieser Zusammenhang wird unter dem Begriff „technology transformation“ zusammengefasst. Man spricht hier von der sog. **Enabler-Funktion** der Informationsverarbeitung (engl. to enable = aktivieren, ermöglichen, befähigen).

Als Beispiel für den Einsatz von IuK-Technologien im Sinne der Alignment-Funktion lässt sich z. B. der Fall eines Logistikunternehmens nennen, das als unternehmensstrategisches Ziel die Kostenführerschaft anstrebt. Zur Erreichung dieses Ziels führt die Unternehmensleitung ein marktgängiges Dispositionssystem ein, welches über eine deutliche Verbesserung der Fahrzeugauslastung zu einer Senkung der Fuhrpark- und Transportkosten beiträgt. Der Beitrag zur Unternehmensstrategie lässt sich in diesem Fall vergleichsweise einfach über die Höhe der erzielten Einsparungen quantifizieren. Schwieriger gestaltet sich z. B. die Messung des Beitrags eines Systems für das Customer Relationship Management zur Erreichung des strategischen Ziels „Erhöhung der Kundenzufriedenheit“. Am letztgenannten Beispiel wird deutlich, dass ein zentrales Problem des strategischen Informationsmanagements darin besteht, den Strategiebeitrag der Informationsverarbeitung zweifelsfrei nachzuweisen.

Informationssysteme, die im Sinne der Enabler-Funktion wesentliche Beiträge zur Stärkung der wettbewerblichen Stellung eines Unternehmens leisten, werden als strategische Informationssysteme bezeichnet.

► **Strategische Informationssysteme (SIS)** sind solche Informationssysteme, die einen Wettbewerbsvorteil für ein Unternehmen schaffen oder ein Zurückfallen in der Wettbewerbsfähigkeit verhindern (vgl. Krcmar 1987, S. 228).

SIS verbessern die Wettbewerbsfähigkeit von Unternehmen z. B. durch eine Differenzierung der Produkte und Dienstleistungen. Allerdings ist die Wirkung von SIS vor Nachahmern nur vorübergehend, falls Konkurrenten ähnliche Informationssysteme einsetzen, um ihre eigene Wettbewerbsfähigkeit nicht einzubüßen. In einer bereits Ende der 1980er-Jahre durchgeführten Untersuchung unterscheiden Mertens et al. (1989) vier Typen von SIS, die den damaligen technologischen Entwicklungsstand widerspiegeln:

- Interorganisatorische Systeme, die zwei Partner in der Wertschöpfungskette verbinden. Verbindet z. B. ein Bestellsystem einen Lieferanten mit seinen Kunden, dann können Aufträge schneller und ohne Medienbrüche bearbeitet werden. Dadurch ermöglichte Preissenkungen und Serviceverbesserungen stärken die Kundenbindung und verbessern die Wettbewerbsposition des Lieferanten.
- Mehrwertdienste, auch als Value-Added Services bezeichnet, wie sie primär in der Verkaufsphase, der Auftragsausführung und der Wartung vorkommen. Ein Beispiel ist ein netzbasierter Car-Configurator, der potenziellen Automobilköpfen ermöglicht, die Ausstattung eines PKW zu wählen und das Ergebnis virtuell am Bildschirm zu begutachten.
- Informationssysteme, die das Angebot neuer Produkte/Dienstleistungen einschließen und damit neue Geschäftsfelder eröffnen. Als Beispiel sei ein Buchverlag genannt, der sein bisheriges Geschäftsfeld des papiergebundenen Buchangebots und das Online-Angebot von digitalen Büchern erweitert.
- Elektronische Marktplätze, die nicht 1:1- oder 1:n-Beziehungen zwischen Wertschöpfungspartnern abbilden, sondern viele Anbieter und Nachfrager zusammenführen (n:m-Beziehung) und damit die Transparenz der angebotenen Produkte erhöhen, die Produktauswahl vereinfachen und die Transaktionskosten senken. Als Beispiele seien Online-Auktionen genannt.

Mit dem technologischen Fortschritt haben sich weitere strategische IT-Einsatzpotenziale ergeben. Insbesondere auch im Mobile Business und Social Media Business. Zwei Beispiele mögen dies verdeutlichen:

- Mobil nutzbare Informationssysteme, die neue Distributionskanäle für Produkte/Dienstleistungen einschließen. Ein Beispiel sind Dienste des Mobile Payment, die für Kreditinstitute neue, wettbewerbsrelevante Geschäftsfelder darstellen.
- Crowdsourcing-Plattformen, die auf die Auslagerung von Wertschöpfungsbeiträgen an eine große Anzahl von externen Personen auf unentgeltlicher Basis abzielen. Als Beispiel sei die Nutzung dieser auf „Schwarmintelligenz“ beruhenden Wertschöpfung im Bereich der Produktentwicklung genannt.

Hingewiesen sei auch auf die in Teil C behandelten Anwendungssysteme des Mobile Business (vgl. Abschn. 11.4) und Social Media Business (vgl. Abschn. 12.4). Sie stellen unmittelbar dann SIS dar, wenn sie einen Kernbestandteil der von Internet-Unternehmen betriebenen Geschäftsmodelle bilden. Dies gilt z. B. für Informationssysteme wie Suchmaschinen von Suchmaschinenbetreibern oder Kommunikations-Plattformen von Betreibern Sozialer Netzwerke. Allgemein gesehen entscheidet der Beitrag eines Anwendungssystems zur Umsetzung der Unternehmensstrategie über die Einordnung als SIS.

16.2.2 Strategische Planung der Informationsverarbeitung

Die strategische Planung der Informationsverarbeitung ist eine zentrale Aufgabe des strategischen Informationsmanagements. Sie wird im vorliegenden Abschnitt aus verschiedenen Blickwinkeln betrachtet. Zunächst führt Abschn. 16.2.2.1 in die Planungsaktivitäten der strategischen Informationssystemplanung ein. Danach befasst sich Abschn. 16.2.2.2 mit dem Begriff und dem Gegenstand von Strategien der Informationsverarbeitung (IV-Strategien). Schließlich erläutert Abschn. 16.2.2.3 das Vorgehen bei der Entwicklung einer IV-Strategie.

16.2.2.1 Strategische Informationssystemplanung

Die ganzheitliche Planung und systematische Weiterentwicklung der gesamten IuK-Architektur eines Unternehmens wurde bereits in Abschn. 16.2.1 als zentrale Aufgabe des strategischen Informationsmanagements herausgestellt. Sie beinhaltet einen Gestaltungsprozess, der auch als **Strategische Informationssystemplanung (SISP)** bezeichnet wird (vgl. Riedl 1991; Gabriel und Beier 2003, S. 91 f.). Gegenstand dieses Gestaltungsprozesses sind folgende Gestaltungsbereiche:

- die Informations- und Kommunikationsstrukturen innerhalb eines Unternehmens sowie die zu ihrer Unterstützung eingesetzten **IuK-Technologien**,
- die mit der Informationsverarbeitung in Unternehmen anfallenden Aufgaben und befassten Aufgabenträger sowie
- die Organisation der gesamten Informationswirtschaft einschließlich der wahrnehmenden Führungsaufgaben.

Das im Folgenden erläuterte Vorgehen bei der strategischen Informationssystemplanung ist in Abb. 16.7 grafisch wiedergegeben.

Für die genannten Gestaltungsbereiche formuliert die strategische Informationssystemplanung strategische Ziele des Informationsmanagements. Diese ergeben sich im Rahmen eines Abstimmungsprozesses mit den Zielen der strategischen Unternehmensplanung. Darüber hinaus fließen in den Prozess der Zielfindung die Ergebnisse einer sorgfältigen Analyse der unternehmungsinternen sowie der unternehmensexternen Situation ein. Bezüglich der unternehmensinternen Situation sind vor allem der derzeitige Stand des IuK-

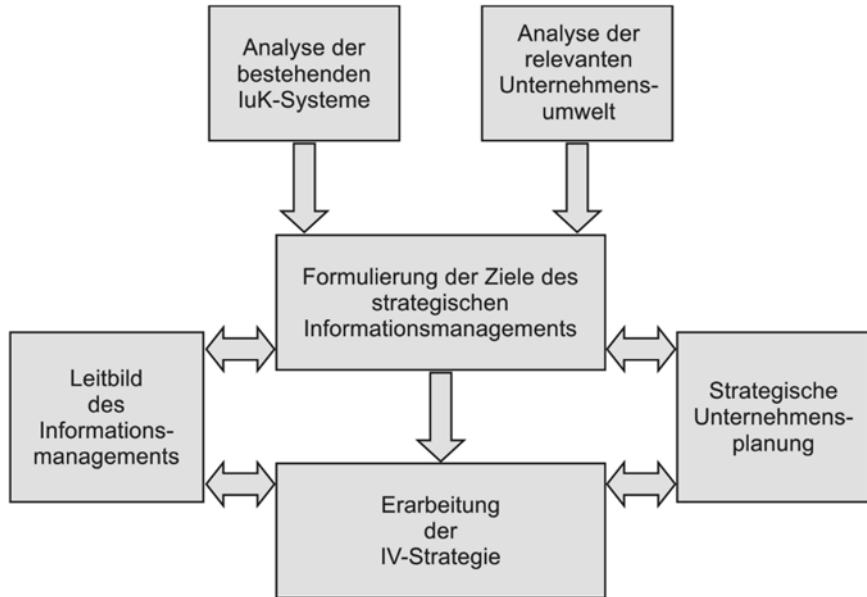


Abb. 16.7 Vorgehen bei der strategischen Informationssystemplanung (erweitert nach Gabriel und Beier 2003, S. 93)

Technologieeinsatzes, die damit verbundenen Kosten und Nutzenwirkungen – letztere insbesondere mit Blick auf die Alignment-Funktion – zu untersuchen und die bestehenden Potenziale und Schwachstellen zu dokumentieren. In Bezug auf die unternehmensexterne Situation steht die Analyse neuer IuK-Technologien und ihrer Risiken und Chancen im Sinne der Enabler-Funktion für das eigene Unternehmen im Vordergrund. Außerdem sind der Stand und die Entwicklung der Informationsverarbeitung in (vergleichbaren) Unternehmen derselben oder anderer Branchen zu erkunden.

Abhängig von dem Ausmaß und der überwiegender Richtung der wechselseitigen Einflussnahme zwischen den Unternehmenszielen einerseits und den strategischen Zielen des Informationsmanagements andererseits lassen sich drei Formen der Zielplanung unterscheiden (vgl. Heinrich und Lehner 2005, S. 87):

- Bei der reagierenden strategischen Zielplanung orientieren sich die strategischen IV-Ziele vollständig an den vorgegebenen Unternehmenszielen.
- Bei der agierenden strategischen Zielplanung dagegen werden zunächst die strategischen IV-Ziele gesetzt, während sich die übrigen Unternehmensziele an dieser Vorgabe orientieren.
- Eine parallele Planung der Ziele erfolgt bei der interagierenden strategischen Zielplanung, d. h. die Ziele werden in etwa gleichzeitig gesetzt und aufeinander abgestimmt; bei Konflikten haben die Unternehmensziele Priorität.

Die Wahl der Form der Zielplanung hängt davon ab, ob eine eher „konservative“ oder „innovative“ Unternehmensstrategie verfolgt werden soll. Die strategische Richtungswahl beeinflusst unmittelbar das Leitbild des Informationsmanagements. Das Leitbild des Informationsmanagements definiert die Grundhaltung des Informationsmanagements, indem es in wenigen knappen Aussagen („Leitsätzen“) grundsätzliche Fragen zum Selbstverständnis des Informationsmanagements sowie zu seinen Einstellungen, Werten und Zielen im Verhältnis zu seinen Kunden, seinen Mitarbeitern und seiner Umwelt beantwortet (vgl. Heinrich und Lehner 2005, S. 94). Kundenbezogene Leitsätze könnten z. B. die folgenden Aussagen sein: Die Kunden des Informationsmanagements sind die Fachabteilungen unseres Unternehmens. Das Informationsmanagement strebt an, seine Dienstleistungen ganz an den Anforderungen seiner Kunden auszurichten. Dabei richtet es seine Anstrengungen darauf, seinen Kunden zu marktüblichen Preisen ein Serviceniveau anzubieten, welches das Niveau alternativer Marktleistungen möglichst übertrifft.

Auf die Formulierung der Ziele des strategischen Informationsmanagements folgt die Erarbeitung einer IV-Strategie (vgl. Abb. 16.7). Mit dem Gegenstand einer IV-Strategie und ihrer Entwicklung befassen sich die beiden folgenden Abschnitte.

16.2.2.2 Begriff und Gegenstand der IV-Strategie

Die erarbeiteten strategischen Ziele bilden die Grundlage für die Entwicklung einer Strategie der Informationsverarbeitung (IV-Strategie), auch als Informations- und Kommunikationsstrategie (IuK-Strategie) oder Informationstechnologie-Strategie (IT-Strategie) bezeichnet.

► Eine **IV-Strategie** (IuK-Strategie, IT-Strategie) ist ein System aufeinander abgestimmter, langfristiger Maßnahmen, die dem Erreichen der strategischen Ziele des Informationsmanagements dienen und sich auf alle Objektbereiche des Informationsmanagements erstrecken.

Eine nach Objektbereichen des Informationsmanagements gegliederte Auswahl von Beispielen typischer Inhalte ist in Abb. 16.8 wiedergegeben.

In der Formulierung der IV-Strategie kommt gleichzeitig mehr oder minder explizit zum Ausdruck, welcher Einfluss und welche Bedeutung der Informationsverarbeitung im Unternehmensgeschehen langfristig eingeräumt werden. Diesbezüglich unterscheidet Szyperski (1981) vier verschiedene „Charaktertypen von IV-Strategien“:

- Die defensive Strategie, auch als destruktive Strategie bezeichnet, strebt an, den Einfluss der IuK-Technologien im Unternehmen zu verringern.
- Von einer Momentum-Strategie spricht man, wenn bis auf weiteres kein Bedarf für grundlegende Änderungen am gegenwärtigen Zustand der IV gesehen wird, da die strategischen Ziele mit den bereits bestehenden und geplanten Anwendungssystemen erreicht werden können.

Objektbereich	Inhaltliche Elemente einer IV-Strategie (Beispiele)
Menschen	Personelle Aufgabenträger (Informationsmanager, Produktmanager, Projektleiter, Koordinatoren in den Fachabteilungen) Art und Umfang der Benutzerbeteiligung bei IV-Projekten Aus- und Weiterbildung der Mitarbeiter; Personalentwicklung
Aufgaben	Gestaltung der Arbeitsorganisation innerhalb des Informationsmanagements Organisation und Führung der IT-Abteilungen Methoden des Projektmanagements und der Projektorganisation Richtlinien für Revision und Controlling
IuK-Technologie	Art und Umfang des Angebots an IV-Produkten und -Dienstleistungen Zielvorgaben und Maßnahmen für die Sicherheit, Verfügbarkeit und Qualität der angebotenen Produkte und Dienstleistungen Art und Umfang der Ausgliederung von Dienstleistungen (Outsourcing) Beschaffung von Standardsoftware vs. Entwicklung von Individualsoftware Verwendung von Standards und Normen Zulässige Betriebssysteme, Programmiersprachen und Hardware-Plattformen Verteilungskonzept für die unternehmensweite Informationsverarbeitung

Abb. 16.8 Beispiele für Inhalte einer IV-Strategie (in Anlehnung an Heinrich und Lehner 2005, S. 105)

- Bei der moderaten Strategie bleibt der Status quo der Informationsverarbeitung großenteils unverändert, in einzelnen Pilotprojekten wird jedoch versucht, neue strategische Wettbewerbsvorteile zu erreichen.
- Die aggressive Strategie schließlich zielt darauf ab, bezüglich des Einsatzes von IuK-Technologien stets auf der Höhe der Zeit zu sein und nach Möglichkeit die technologische Entwicklung sogar selbst voranzutreiben.

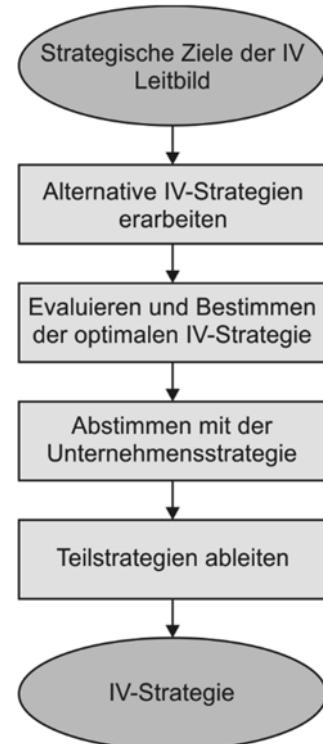
Es empfiehlt sich, in Bezug auf den angestrebten Charakter der IV-Strategie bereits vor Beginn der Strategieentwicklung Einigkeit unter den Beteiligten zu erzielen, um auf diese Weise den Rahmen für den Strategieentwicklungsprozess abzugrenzen (vgl. Heinrich und Lehner 2005, S. 98).

16.2.2.3 Entwicklung einer IV-Strategie

Die Strategieentwicklung selbst vollzieht sich nach Heinrich und Lehner (2005, S. 100 f.) in vier Schritten (vgl. Abb. 16.9). Diese vier Schritte werden im Folgenden näher erläutert.

Basierend auf den strategischen Zielen und dem Leitbild des Informationsmanagements sind in einem ersten Schritt zunächst mehrere alternative Strategien zu erarbeiten. Diese strategischen Alternativen unterscheiden sich bezüglich der enthaltenen Aussagen zu den einzelnen Strategieelementen. So könnte z. B. eine Strategie die Auslagerung von IV-Leistungen an Dritte, eine dazu alternative Strategie dagegen den kompletten Verzicht auf Outsourcing vorsehen.

Abb. 16.9 Entwicklung einer IV-Strategie (vgl. Heinrich und Lehner 2005, S. 101)



In einem zweiten Schritt werden diese Strategien evaluiert, d. h. anhand vorher zu bestimmender Kriterien bewertet. Aus dem bewerteten Alternativenbündel wird eine besonders aussichtsreiche Strategie ausgewählt.

Die ausgewählte IV-Strategie wird im dritten Schritt mit der Unternehmensstrategie abgestimmt. Da die IV-Ziele und die Unternehmensziele bereits aufeinander abgestimmt wurden, sollten jetzt keine wesentlichen Differenzen mehr auftreten. Trotzdem ist der Abgleich sinnvoll, da nun konkrete strategische Aussagen miteinander verglichen werden können. Als Basis für die Abstimmung der IV-Strategie mit der Unternehmensstrategie kann z. B. das bekannte Wettbewerbsmodell nach Porter (1999) dienen, welches die drei Normstrategien Kostenführerschaft, Differenzierung und Konzentration unterscheidet. Mit Blick auf die zunehmende Verbreitung internetbasierter Geschäftsmodelle lässt sich diese Einteilung um den Strategietyp „E-Business“ erweitern (vgl. Heinrich und Lehner 2005, S. 101 ff.). Aufgrund der digitalen informationstechnischen Durchdringung aller Lebens- und Arbeitsbereiche der Gesellschaft und der zunehmenden digitalen Transformation in Unternehmen kann noch ein weiterer, durch die Nutzung von KI-Software geprägter Strategietyp „Digitalisierung“ hinzugefügt werden (vgl. Abschn. 18.1). Abb. 16.10 charakterisiert jede dieser fünf Wettbewerbsstrategien kurz und nennt jeweils beispielhaft Elemente einer korrespondierenden IV-Strategie.

Die vergleichsweise grobgranulare Formulierung der IV-Strategie erfordert häufig eine Verfeinerung oder Konkretisierung bezüglich einzelner, besonders kritischer Strategie-

Strategietyp	Elemente einer korrespondierenden IV-Strategie (Beispiele)
<p>Kostenführerschaft Das Unternehmen strebt an, seine Produkte im Vergleich zu seinen Wettbewerbern zu den niedrigsten Kosten zu produzieren.</p>	<p>Die IV unterstützt die Identifikation und Überwachung von Kosten (z. B. durch eine effektive Kosten- und Leistungsrechnung).</p> <p>Die IV trägt zur Vermeidung und Reduktion von Kosten bei (z. B. durch Automatisierung und den Einsatz von Optimierungsverfahren).</p> <p>Die IV deckt bestehende Kostennachteile auf und erleichtert das Auffinden von Kostenenkungspotentialen (z. B. durch langfristige Analyse- und Auswertungsrechnungen).</p>
<p>Differenzierung Das Unternehmen strebt an, Alleinstellungsmerkmale zu entwickeln, um sich für den Kunden sichtbar vom Wettbewerb abzugrenzen.</p>	<p>Die IV unterstützt die Identifikation von Alleinstellungspotentialen (z. B. durch spezielle Informationssysteme zur Analyse von Nachfrage-trends)</p> <p>Die IV fördert den Erhalt von Alleinstellungsmerkmalen (z. B. durch Systeme zur Unterstützung des Kundenservice und des CRM).</p> <p>Die IV überwacht die Wirtschaftlichkeit und Effektivität der Differenzierungsmaßnahmen (z. B. durch spezielle Controlling-Systeme).</p>
<p>Konzentration Das Unternehmen strebt an, durch Fokussierung auf ein enges Marktsegment (z. B. eine spezielle Kundengruppe oder eine einzelne Produktlinie) Wettbewerbsvorteile zu erlangen. Dazu wird meist entweder die Kostenführerschafts- oder die Differenzierungsstrategie auf die Marktnische angewendet.</p>	<p>Die strategische Ausrichtung der IV entspricht je nach gewählter Variante der Konzentrationsstrategie (Kostenführerschaft oder Differenzierung) der unter dem entsprechenden Strategietyp genannten Ausrichtung.</p>
<p>E-Business Das Unternehmen strebt an, bestehende Geschäftsfelder an die Möglichkeiten der internetgestützten Geschäftsabwicklung anzupassen (business transformation) bzw. innovative internetbasierte Geschäftsmodelle auf Basis der eigenen Kernkompetenzen neu aufzubauen (business creation).</p>	<p>Die IV sichert eine hohe Verfügbarkeit und Sicherheit der angebotenen E-Business-Dienste (z. B. durch eine leistungsfähige und ausfallsichere Server-Architektur).</p> <p>Die IV ermöglicht das Angebot webbasierter Mehrwertdienste (z. B. einen Web-Dienst zur Auftragsverfolgung).</p> <p>Die IV unterstützt die effiziente, Abwicklung der nachgelagerten Prozesse (z. B. durch teilautomatisierte Konfektionierung und Kommissionierung).</p>
<p>Digitalisierung Das Unternehmen strebt an, die internen und externen Geschäftsprozesse durchgängig zu digitalisieren (digitale Transformation) und innovative digitale Geschäftsmodelle einzuführen.</p>	<p>Die IV schafft eine hohe Verfügbarkeit und Sicherheit der eingesetzten Systeme und Dienste (z. B. durch leistungsfähige intelligente und ausfallsichere Informations- und Kommunikationssysteme).</p> <p>Die IV ermöglicht die unmittelbare Verfügbarkeit sehr umfangreicher, komplexer und relevanter Datenbestände zur weiteren Verarbeitung (z. B. durch Big-Data-Systeme).</p> <p>Die IV unterstützt die zielorientierte Auswertung/Analyse großer Datensätze (z. B. durch effiziente, intelligente Methoden des Business Analytics wie Mining-Verfahren).</p>

Abb. 16.10 Fünf Strategietypen und korrespondierende IV-Strategien

elemente. Im vierten Arbeitsschritt werden daher basierend auf der abgestimmten Strategie für diese ausgewählten Bereiche Teilstrategien beschrieben. Ein Beispiel für eine häufig gesondert formulierte Teilstrategie ist die Sicherheitsstrategie.

16.2.3 Instrumente des strategischen Informationsmanagements

► Als **Instrumente des strategischen Informationsmanagements** werden hier alle Methoden, Verfahren und Techniken bezeichnet, welche der Unterstützung der Aufgaben des strategischen Informationsmanagements dienen, insbesondere jedoch der IV-bezogenen Strategie- und Zielplanung.

Häufig handelt es sich dabei um Methoden und Techniken, die auch allgemein im strategischen Management eingesetzt und für die Zwecke des Informationsmanagements angepasst werden. Beispiele einiger verbreiteter Instrumente des strategischen Informationsmanagements werden in Abb. 16.11 aufgeführt und jeweils kurz charakterisiert.

Instrument	Allgemeiner Zweck	Einsatzbereiche im strategischen Informationsmanagement
Szenario-Technik	Alternative zukünftige Entwicklungen aufzeigen und Konsequenzen analysieren	Analyse alternativer Zukunftsbilder der IV-Situation Entwicklung von alternativen IV-Strategien
Portfolio-Analyse	Verschiedene Analyseobjekte simultan nach mehreren Kriterien bewerten und das Ergebnis anschaulich darstellen	Analyse der Stärken und Schwächen des Ist-Zustandes der IV Bewertung der strategischen Bedeutung der IV für das Unternehmen Bewertung und Auswahl von Einzelprojekten zur Umsetzung der IV-Strategie
Kritische Erfolgsfaktoren	Beiträge verschiedener Analyseobjekte zum Unternehmenserfolg quantitativ beurteilen	Identifikation strategischer Lücken im Ist-Zustand der IV Entwicklung von IV-Strategien Bewertung alternativer IV-Projekte Abstimmung mit der Unternehmensstrategie
Kennzahlen-Analyse	Anhand einer Hierarchie logisch zusammenhängender Kennzahlen quantitative Zielvorgaben setzen und überprüfen	Operationalisierung strategischer Einzelziele des Informationsmanagements Überwachung der Zielerreichung Analyse der zeitlichen Entwicklung von IV-Kennzahlen und ihrer Auswirkungen auf die Spitzenkennzahl
Balanced Scorecard	Strategische Vorgaben in Ziele und zugehörige Kennzahlen umsetzen	Ableitung von IV-Teilstrategien Operationalisierung von IV-Strategien Überwachung der Zielerreichung Abstimmung mit der Unternehmensstrategie

Abb. 16.11 Übersicht der Instrumente des strategischen Informationsmanagements (Auswahl)

Von den in Abb. 16.11 genannten Instrumenten kann hier nur eine Auswahl behandelt werden. Im Folgenden sollen lediglich die Szenario-Technik (vgl. Abschn. 16.2.3.1) und die Portfolio-Analyse (vgl. Abschn. 16.2.3.2) etwas ausführlicher beleuchtet werden. Zu Kennzahlen-Systemen vgl. Abschn. 7.2.2.3 und zur Balanced Scorecard vgl. Abschn. 7.2.3.3.

16.2.3.1 Szenario-Technik

► Die **Szenario-Technik** ist ein Instrument zur Erarbeitung und Analyse möglicher zukünftiger Situationen, auch bezeichnet als „Zukunftsbilder“ oder Szenarios, in Bezug auf relevante Umwelt- und Unternehmensbereiche. Ein Szenario ist die modellhafte Beschreibung einer möglichen zeitlichen Abfolge zukünftiger Ereignisse oder Zustände innerhalb eines Untersuchungsbereichs.

Die Szenario-Technik wurde ursprünglich vor allem im Zusammenhang mit militärischen Planspielen verwendet. Seit den 1970er-Jahren ist sie fester Bestandteil der Managementliteratur zur strategischen Planung. Im strategischen Informationsmanagement dient die Szenario-Technik der Modellierung alternativer Entwicklungspfade z. B. in Bezug auf den Informationsbedarf des Managements, auf die Leistungsfähigkeit von Hard- und Software oder auf die Verbreitung informationstechnologischer Standards. Dabei gilt es, den technologischen Wandel und die daraus resultierenden strategisch bedeutsamen Einflüsse, insbesondere mögliche qualitative Veränderungen, Strukturbrüche und Innovationsschübe auf dem Gebiet der IuK-Technologien, in die Modellierung einzubeziehen (vgl. Gabriel und Beier 2003, S. 97).

Auf diese Weise bildet die Szenario-Technik eine Grundlage für die Erarbeitung alternativer IV-Strategien als Reaktion auf die verschiedenen möglichen Entwicklungen. So kann z. B. ein Szenario, das von der raschen Ausbreitung eines erst jüngst verabschiedeten Standards für den zwischenbetrieblichen Geschäftsdatenaustauschs ausgeht, zur Herausbildung einer anderen Strategievariante führen als ein Szenario, welches unter der Annahme des Scheiterns dieses Standardisierungsversuchs formuliert wurde.

Um alternative Szenarien im Rahmen der Szenario-Technik zu entwickeln, empfiehlt von Reibnitz (1992) ein Vorgehen in acht Schritten. Abb. 16.12 erläutert diese Schritte jeweils kurz im Kontext des strategischen Informationsmanagements.

Zur Verdeutlichung der Grundidee der Szenario-Technik wird häufig der so genannte „Szenario-Trichter“ herangezogen (vgl. Abb. 16.13). Zu beachten ist, dass es sich dabei lediglich um eine Versinnbildlichung der Vorgehensweise der Szenario-Technik handelt, nicht um ein Instrument für die Szenario-Modellierung.

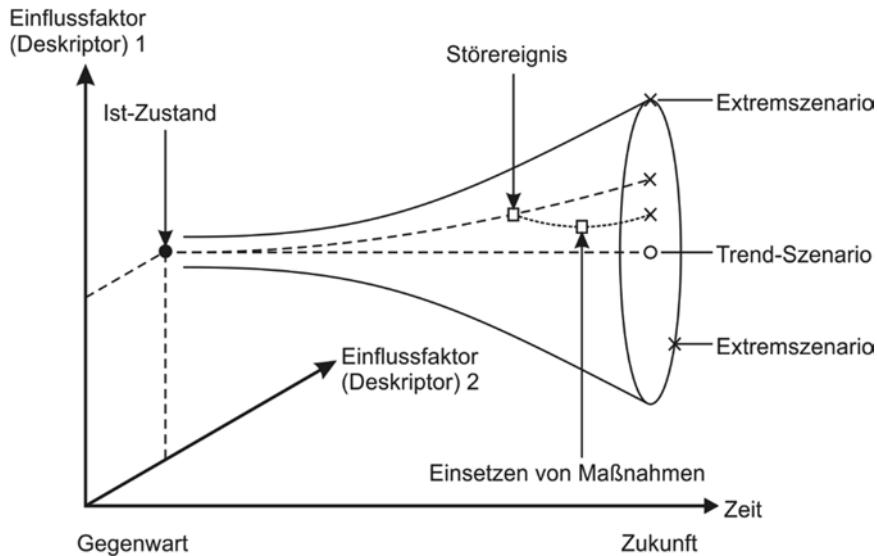
Ausgangspunkt der Szenario-Technik und engste Stelle des Szenario-Trichters ist der Ist-Zustand. Von diesem ausgehend werden über der Zeitachse verschiedene mögliche, in sich konsistente Zustands-Verläufe bezüglich relevanter Einflussfaktoren generiert. Da die zukünftige Entwicklung mit fortschreitendem Zeithorizont immer weniger präzise prognostiziert werden kann, öffnet sich der Trichter immer weiter. Unter den alternativen Szenarien ergibt sich das so genannte Trend-Szenario aus der einfachen Fortschreibung der gegenwärtigen Situation, z. B. durch Extrapolation der bisherigen Entwicklung oder

Aufgaben-analyse	Abgrenzung und Auswahl des Untersuchungsgegenstands und des betrachteten Zeithorizonts, auf die sich die zu entwickelnden Maßnahmen beziehen. Beispiele für Untersuchungsobjekte sind Produkte, Kunden, Ziele, Stärken oder Schwächen bestimmter Bereiche des IuK-Systems der Unternehmung. Typische Zeiträume für die strategische Planung der IV umspannen mindestens drei Jahre.
Einfluss-analyse	Identifikation der strategisch relevanten Einflussfaktoren auf den Untersuchungsgegenstand. Typische Einflussfaktoren sind z. B. die Leistungsentwicklung oder die Verbreitungsgeschwindigkeit bestimmter IuK-Technologien. Zwischen den Einflussfaktoren bestehende Abhängigkeiten sind zu dokumentieren.
Trend-projektion	Definition einer neutralen Merkmalsbeschreibung, eines so genannten Deskriptors, für jeden der ermittelten Einflussfaktoren; darüber hinaus Beschreibung des Ist-Zustandes und plausibler Entwicklungsverläufe für jeden Deskriptor. Beispiel für einen Deskriptor kann die Akzeptanzrate einer innovativen IuK-Technologie in der Belegschaft des eigenen Unternehmens sein.
Alternativen-bündelung	Konsolidierung der möglichen Entwicklungsverläufe einzelner Deskriptoren zu einer überschaubaren Zahl konsistenter Szenarios. Hier sind Abhängigkeiten (Komplementaritäten und Konflikte) zwischen den Deskriptoren bzw. den Einflussfaktoren zu berücksichtigen.
Szenario-Interpretation	Ausführliche Beschreibung und Begründung der ausgewählten Szenarios und ihrer Unterschiede. Typisch sind Gegenüberstellungen alternativer, durch gegensätzliche Begriffspaare charakterisierbarer Szenarios, z. B. konservatives vs. progressives Szenario oder optimistisches vs. pessimistisches Szenario.
Konsequenz-analyse	Untersuchung der Risiken und Chancen, die sich aus den entwickelten Alternativszenarien ergeben können. Chancen sollen so früh wie möglich genutzt werden, dagegen soll den Risiken so früh wie möglich entgegengetreten werden. Die Maßnahmen sind so konkret wie möglich zu formulieren.
Störereignis-analyse	Identifikation möglicher interner oder externer Ereignisse, welche die Entwicklung eines oder mehrerer Szenarios erheblich verändern können. Beispiele sind die unvorhergesehene Insolvenz eines externen Service-Providers oder das unerwartete Auftreten eines neuen Wettbewerbers. Gegebenenfalls sind Präventivmaßnahmen zu definieren, welche Störungen vermeiden oder deren Auswirkungen mildern.
Szenario-transfer	Ableitung von Strategie-Alternativen und Auswahl einer Leitstrategie auf Basis der Ergebnisse der Konsequenz- und Störereignisanalyse. Die Auswahl der Leitstrategie kann sich z. B. an dem wahrscheinlichsten Szenario orientieren oder als robuste, d. h. unter verschiedenen Szenarios aussichtsreiche Strategie formuliert werden.

Abb. 16.12 Acht Schritte der Szenario-Technik (vgl. von Reibnitz 1992)

durch die Fixierung der Einflussfaktoren auf bestimmte, als wahrscheinlich angesehene Werte. Die auf dem Rand des Trichters verlaufenden Szenarien werden als Extrem-Szenarios bezeichnet. Häufig finden bei der Entwicklung von Strategiealternativen das aus Sicht des Unternehmens ungünstigste („worst case“) und das günstigste („best case“) Extrem-Szenario besondere Beachtung. Gegen mögliche Störungen können vorab Maßnahmen geplant werden, die bei Eintritt eines Störereignisses greifen sollen. Der Erfolg der Maßnahmen beeinflusst die weitere Entwicklung des Szenarios.

Da die Zukunft grundsätzlich unsicher ist, sind definitive Aussagen über die Zukunft unmöglich. Sämtliche Prognosemethoden sind kritisch zu hinterfragen, so auch die Szenario-Technik.



Legende:

- X — Szenario zum Ende des Planungshorizonts
- - - - - Szenario-Verlauf
- - - - - Szenario-Verlauf nach Eintritt einer Störung

Abb. 16.13 Szenario-Trichter (erweitert nach von Reibnitz 1992, S. 27)

Die Szenario-Technik ist nicht wertfrei, mit ihr wird zielgerichtete Zukunftsforschung betrieben. Die Auswahl und die Wirkungsbestimmung der Faktoren unterliegen dem subjektiven Urteil von Experten. Die Szenario-Technik ist zudem zeit- und kostenaufwendig. Die Möglichkeiten zur Unterstützung der Szenario-Technik durch grafische Veranschaulichungen sind begrenzt.

Ist man sich der Schwächen bewusst, lässt sich jedoch auch Nutzen aus der Anwendung der Szenario-Technik ziehen: Zum einen regt die Szenario-Technik zur intensiven Auseinandersetzung mit externen Einflussfaktoren und ihrer zukünftigen Entwicklung an. Zum anderen führt die Szenario-Technik durch die Berücksichtigung von Einflussbeziehungen und Abhängigkeiten zu einem besseren Verständnis des Untersuchungsobjekts. Schließlich wird eine qualifizierte Diskussion strategischer Optionen erst durch die begründete Formulierung alternativer Szenarien möglich.

16.2.3.2 Portfolio-Analyse

► Die **Portfolio-Analyse** ist eine Technik zur simultanen Einordnung und Bewertung von Analyseobjekten nach mehreren (meist zwei) Kriterien. Ursprünglich als ein Instrument zur Bewertung von Finanzinvestitionen nach Rendite und Risiko eingesetzt, wurde die Grundidee der Portfolio-Analyse von der Beratungsgesellschaft Boston Consulting Group bei der Entwicklung ihres weithin bekannten Marktanteils-Marktwachstums-Portfolios adaptiert.

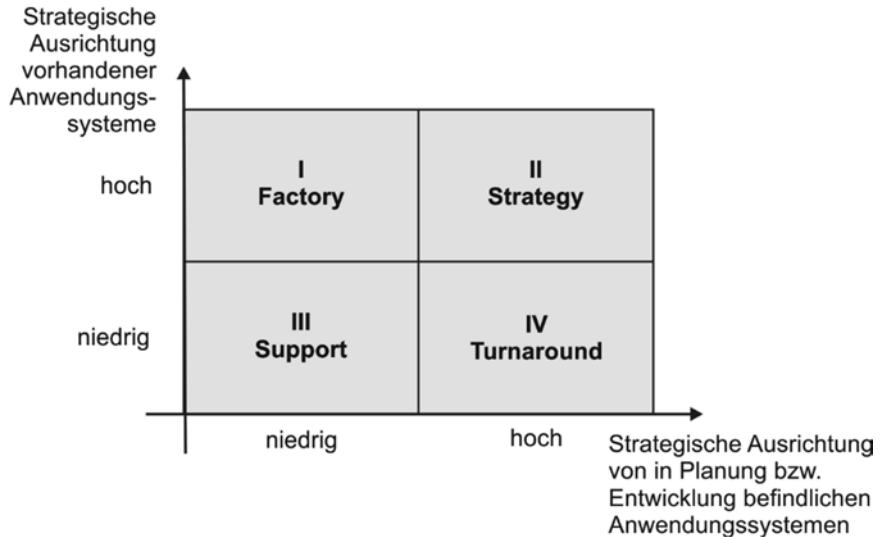


Abb. 16.14 Portfolio zur Bestimmung der strategischen Bedeutung der IV (vgl. McFarlan et al. 1983)

Mittels eines zweidimensionalen, in vier Felder eingeteilten Koordinatensystems erlaubt dieses Portfolio die anschauliche Kategorisierung der Geschäftsfelder eines Unternehmens in „Cash Cows“, „Question Marks“, „Stars“ und „Poor Dogs“.

Als Beispiel für die Anwendung der Portfolio-Analyse im Rahmen des strategischen Informationsmanagements soll im Folgenden ein Portfolio-Ansatz zur Bestimmung der strategischen Bedeutung der Informationsverarbeitung in verschiedenen Geschäftsfeldern eines Unternehmens bzw. in verschiedenen Unternehmen kurz vorgestellt werden (vgl. McFarlan et al. 1983; Gabriel und Beier 2003).

Zur Bestimmung der strategischen Bedeutung der Informationsverarbeitung werden die Analyseobjekte, entweder Unternehmen oder Unternehmensbereiche, entsprechend der strategischen Bedeutung ihrer heutigen und zukünftigen Informations- und Kommunikationssysteme in ein **Vier-Felder-Portfolio** eingeordnet (vgl. Abb. 16.14).

Abhängig davon, ob die strategischen Auswirkungen der in den untersuchten Unternehmen/Unternehmensbereichen eingesetzten oder geplanten Anwendungssysteme hoch oder niedrig sind, werden die Analyseobjekte in vier Kategorien eingeordnet. Dabei entspricht jede Kategorie einem der Felder I bis IV des in Abb. 16.14 dargestellten Portfolios.

- Das Feld I („Factory“) enthält Unternehmen/Unternehmensbereiche, in denen die derzeit eingesetzten Anwendungssysteme bereits alle wesentlichen strategischen Anforderungen abdecken, wohingegen neue, für den zukünftigen Einsatz geplante Anwendungssysteme von eher nachgeordneter Bedeutung sind. Ein Beispiel ist die Online-Abwicklung von Flugbuchungen in Fluggesellschaften, wo bereits seit vie-

len Jahren ein hoher Grad an IV-gestützter Automatisierung vorherrscht. Diese Systeme und ihre laufende Wartung und Pflege besitzen hohe strategische Bedeutung; grundlegende Neuerungen mit strategischer Relevanz sind jedoch eher nicht zu erwarten.

- Dem Feld II („Strategy“) sind solche Unternehmen/Unternehmensbereiche zuzuordnen, in denen sowohl der gegenwärtige Einsatz von IuK-Technologien als auch zukünftige Entwicklungen wesentliche Beiträge zur Erreichung strategischer Ziele leisten oder leisten werden. Beispiele sind Unternehmen des Handels- und Dienstleistungssektors, deren Vertriebssysteme in den letzten Jahren und in absehbarer Zukunft stark von der technologischen Entwicklung getrieben sind und sein werden. Ähnliches gilt für Fertigungsunternehmen, die im Rahmen eines Supply Chain Management eng mit ihren Lieferanten und Kunden zusammenarbeiten.
- Zu Feld III („Support“) gehören Unternehmen/Unternehmensbereiche, bei denen der Einsatz von IuK-Technologien gegenwärtig und zukünftig vor allem klassische Unterstützungsfunktionen bei der Abwicklung operativer Tätigkeiten erfüllt, ohne unmittelbaren Bezug zu strategischen Unternehmenszielen zu besitzen. Ein Beispiel für einen solchen Unternehmensbereich ist das betriebliche Rechnungswesen. Unternehmen der Baubranche lassen sich ebenfalls dieser Kategorie zuordnen.
- In Feld IV („Turnaround“) befinden sich Unternehmen/Unternehmensbereiche, die derzeit nur im geringen Umfang IuK-Technologien einsetzen oder deren IuK-Einsatz bislang nur in geringem Zusammenhang mit der Durchsetzung strategischer Ziele steht. Allerdings birgt der verstärkte IuK-Einsatz in diesen Unternehmen/Unternehmensbereichen in der Zukunft erhebliches Wettbewerbspotenzial. Beispiele für Unternehmen dieser Kategorie sind Speditionen. Hier ist die manuelle Disposition noch vorzufinden, zukünftig jedoch werden Systeme zur Unterstützung der Disposition, auch im Rahmen zwischenbetrieblicher Kooperationen aufgrund der zu erwartenden Rationalisierungswirkungen hohe strategische Bedeutung besitzen.

Die Bestimmung der strategischen Bedeutung der Informationsverarbeitung nach dem Portfolio-Ansatz eignet sich z. B. für die Analyse der internen oder externen Situation im Rahmen der strategischen Informationssystemplanung. Zu beachten ist dabei, dass die jeweilige Einordnung der untersuchten Unternehmen/Unternehmensbereiche nur im Untersuchungszeitpunkt Gültigkeit besitzt. Unvorhergesehene Entwicklungen im Wettbewerbsumfeld und auf dem Gebiet der IuK-Technologien können eine Neupositionierung der Analyseobjekte im Portfolio erforderlich machen.

Über das beschriebene Beispiel hinaus existieren zahlreiche weitere Einsatzfelder der Portfolio-Analyse im Rahmen des strategischen Informationsmanagements. Ein weiteres Beispiel, die Anwendung der Portfolio-Analyse als Instrument zur Bewertung aktueller und zukünftiger IV-Projekte, wird im Zusammenhang mit dem Portfolio-Controlling in Abschn. 16.4.2.1 behandelt.

16.2.4 Organisation der Informationsverarbeitung

Gegenstand dieses Abschnitts sind organisatorische Aspekte der Informationsverarbeitung in Unternehmen. Dabei werden Führungs- und Ausführungsaufgaben nicht getrennt betrachtet; vielmehr stehen die Formen ihrer zusammenfassenden Institutionalisierung innerhalb des Unternehmens im Vordergrund. Es wird daher im Folgenden davon ausgegangen, dass sowohl Führungsaufgaben (Informationsmanagement) als auch administrative Ausführungsaufgaben der Informationsverarbeitung von einer entsprechenden Abteilung wahrgenommen werden. Diese Abteilung wird hier allgemein als „Abteilung Informationsverarbeitung“ oder „IV-Abteilung“ bezeichnet. In der Literatur sind auch andere Bezeichnungen für diese Organisationseinheit üblich, wie z. B. „Abteilung Informationswirtschaft“.

Abschn. 16.2.4.1 stellt zunächst verschiedene Varianten der organisatorischen Eingliederung der IV-Abteilung in die Aufbauorganisation eines Unternehmens vor. Anschließend beleuchtet Abschn. 16.2.4.2 den möglichen internen Aufbau der IV-Abteilung. Ein weiterer bedeutender Aspekt der Organisation der Informationsverarbeitung ist die Frage der Auslagerung oder des Fremdbezugs IV-bezogener Dienstleistungen (Outsourcing), deren Vor- und Nachteile in Abschn. 16.2.4.3 diskutiert werden.

16.2.4.1 Organisatorische Eingliederung der Informationsverarbeitung

Im vorliegenden Abschnitt werden verschiedene Formen der Eingliederung der Aufgaben der Informationsverarbeitung in die Aufbauorganisation eines Unternehmens vorgestellt. Die Aufbauorganisation eines Unternehmens bestimmt die Gliederung und die Koordination der Aktionseinheiten in einem Unternehmen. Aktionseinheiten können z. B. Tochterfirmen, Abteilungen oder einzelne Stellen sein.

Früher war die Verantwortung für die Informationsverarbeitung in einem Unternehmen in der Regel einer Fachabteilung zugeordnet, meist der Abteilung Rechnungswesen. Die Gründe hierfür lagen darin, dass IuK-Technologien lange Zeit vor allem zur Massendatenverarbeitung eingesetzt wurden, wozu vor allem die rationelle Erfassung und automatisierte Verbuchung von Finanz- und Materialbewegungen zählten. Hinsichtlich der Verfolgung strategischer Unternehmensziele spielte die Informationsverarbeitung eine eher untergeordnete Rolle. Aus organisatorischer Sicht kommt dies durch die große hierarchische Distanz zwischen Informationsverarbeitung und Unternehmensleitung zum Ausdruck kommt (vgl. Abb. 16.15).

Mit zunehmender Bedeutung und Verbreitung der IuK-Technologien erwies sich die feste Zuordnung der Informationsverarbeitung zur Fachabteilung Rechnungswesen als ungeeignet. Da die Informationsverarbeitung auch Leistungen für andere Fachabteilungen anbieten sollte, wurde die Abteilung Informationsverarbeitung in der Folgezeit entweder als Stabsstelle oder als eigenständige Linienabteilung in unmittelbarer Nähe zur Unternehmensleitung eingerichtet (vgl. Abb. 16.16 und 16.17).

Als Stabsstelle wird die Informationsverarbeitung jedoch nur tätig, nachdem sie von der Unternehmensleitung beauftragt wurde. Da sie in dieser Variante weder unmittelbare

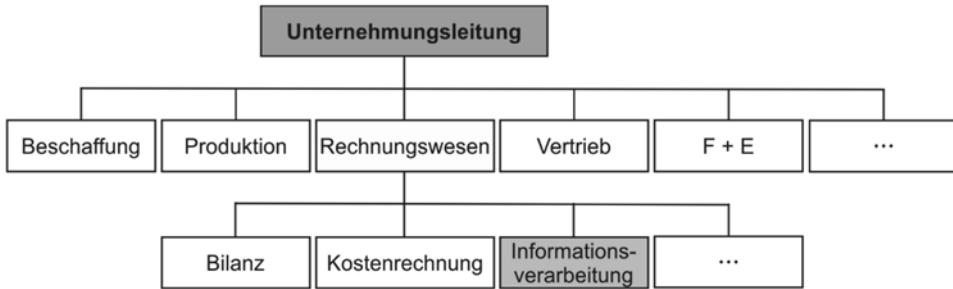


Abb. 16.15 Informationsverarbeitung als Teil einer Fachabteilung (vgl. Gabriel und Beier 2003)

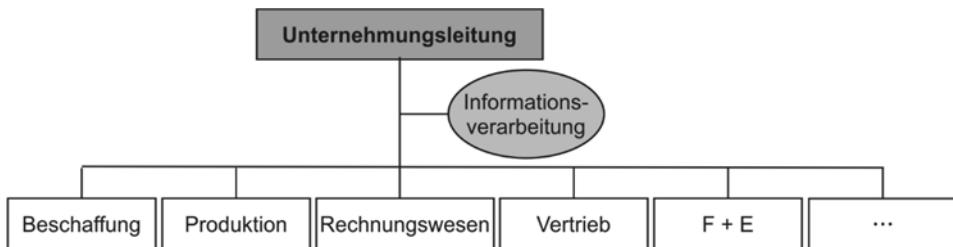


Abb. 16.16 Informationsverarbeitung als Stabsstelle

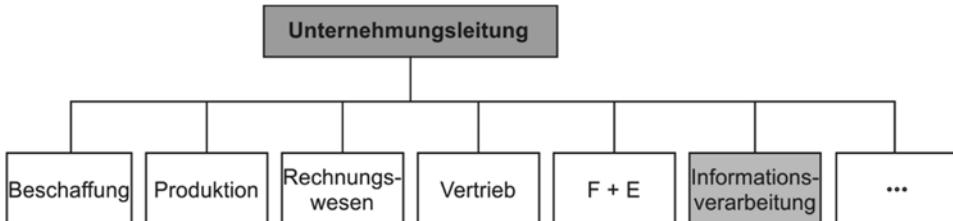


Abb. 16.17 Informationsverarbeitung als Linienabteilung (Gabriel und Beier 2003)

Weisungskompetenz noch entsprechende Linienverantwortung besitzt, ist ihre Rolle eher beratender Natur. Wird die Abteilung Informationsverarbeitung dagegen als Linienabteilung funktional eingegliedert, wird ihre strategische Bedeutung insgesamt stärker betont. Im Unterschied zur Realisierung als Stabstelle kann die Informationsverarbeitung in dieser Variante auch eigenständig Projekte anstoßen und verantworten; sie übernimmt also eine deutlich aktiveren Rolle. Bei der Realisierung als Linienabteilung können Konflikte zwischen Fachabteilungen und der Abteilung Informationsverarbeitung auftreten. Zum einen aufgrund der Konkurrenz um Ressourcen, zum anderen aufgrund der Neigung von Fachabteilungen, bereichsspezifische IV-Kompetenz in der eigenen Abteilung zu entwickeln, was einem ganzheitlichen Informationsmanagement im Wege steht.

Im Laufe der Zeit dehnte sich das Aufgabenspektrum der Informationsverarbeitung kontinuierlich weiter aus. Was zunächst die Zentralisierung der IV in einer Linienabteilung

begünstigte. Inzwischen setzte sich in den Unternehmen ein ganzheitliches Verständnis des Informationsmanagements durch, welches vor allem die Querschnittsfunktion der Informationsverarbeitung betont. Organisatorische Konzepte, die diese Auffassung widerspiegeln, sehen die Bewältigung bereichsspezifischer Informationsverarbeitungsaufgaben in dezentralen Organisationseinheiten vor, die der jeweiligen Fachabteilung zugeordnet sind; übergeordnete, alle Fachbereiche betreffende Aufgaben werden dagegen zentral von einer zentralen (Stabs-)Abteilung Informationsverarbeitung gelöst. Abb. 16.18 zeigt eine derartige Organisationsvariante.

16.2.4.2 Aufbauorganisation einer IV-Abteilung

Nach der Betrachtung verschiedener Möglichkeiten der aufbauorganisatorischen Verankerung der IV-Abteilung in einem Unternehmen wird im vorliegenden Abschnitt die organisatorische Struktur der IV-Abteilung erörtert.

Die Aufbauorganisation der Abteilung Informationsverarbeitung hängt von verschiedenen Faktoren ab, vor allem von der Größe des Unternehmens, der Anzahl der Mitarbeiter der IV-Abteilung und deren Aufgaben. Während in Kleinstunternehmen im Extremfall ein einzelner Mitarbeiter alle Informationsmanagement-Aufgaben praktisch nebenbei erledigt, kann der Bereich Informationsverarbeitung in einem großen Konzern durchaus mehr als 1000 Beschäftigte umfassen (vgl. Krcmar 2005, S. 366). Wird in kleinen bis mittleren Unternehmen eine eigenständige IV-Abteilung gebildet, könnte sie z. B. den in Abb. 16.19 gezeigten Aufbau haben, der eine Zweiteilung in Auswahl, Anpassung und Einführung von Standard-Anwendungssoftware einerseits und Betrieb der vorhandenen Systeme und der Infrastruktur andererseits vorsieht. Die Eigenentwicklung von Anwendungssystemen kommt für kleinere Unternehmen dagegen eher nicht in Betracht.

Mit wachsender Unternehmensgröße nimmt auch der Aufgabenumfang des Informationsmanagements zu, was sich in einer weitergehenden Spezialisierung und Ausdifferenzierung der Aufgaben sowie einer entsprechend komplexeren Aufbauorganisation

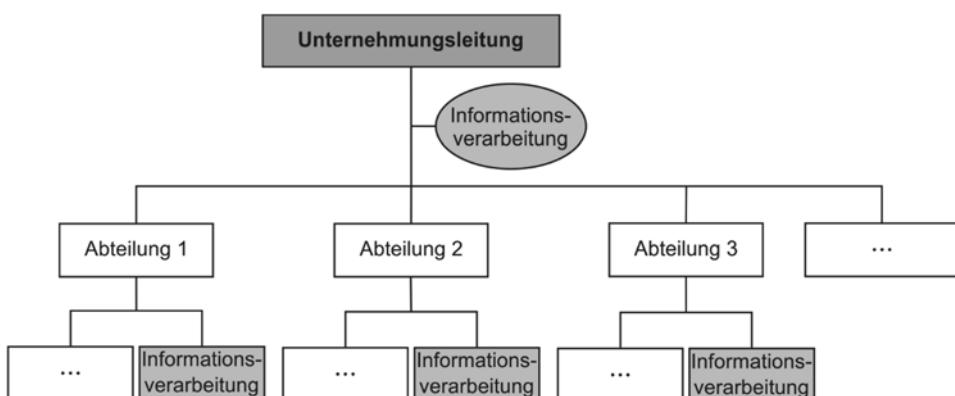


Abb. 16.18 Informationsverarbeitung als Querschnittsfunktion (vgl. Gabriel und Beier 2003)

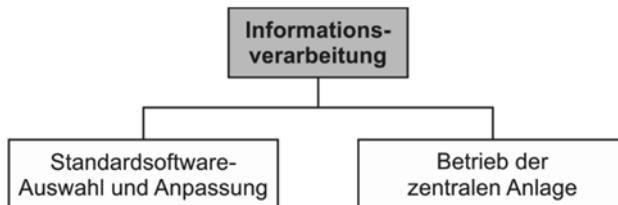


Abb. 16.19 Aufbauorganisation einer kleinen IV-Abteilung (vgl. Krcmar 2005, S. 367)

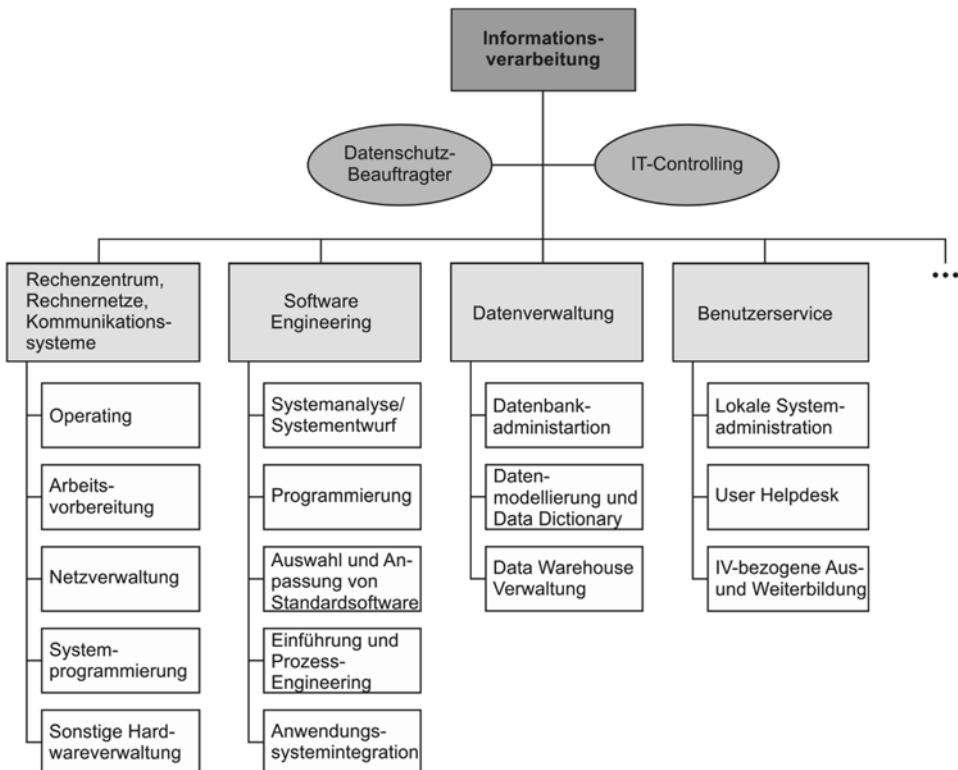


Abb. 16.20 Aufbauorganisation einer größeren IV-Abteilung (vgl. Gabriel und Beier 2003)

der IV-Abteilung niederschlägt. Ein Beispiel für die Struktur einer größeren IV-Abteilung ist in Abb. 16.20 wiedergegeben. Zu beachten ist, dass es sich dabei lediglich um eine exemplarische Darstellung der Aufbauorganisation der IV-Abteilung handelt. So sind auch andere Formen der Aufgabenteilung auf der zweiten und dritten Hierarchieebene denkbar (vgl. z. B. Krcmar 2005, S. 366 ff.).

Die in Abb. 16.20 dargestellte Aufbauorganisation einer IV-Abteilung ist in vier Bereiche gegliedert:

- Rechenzentrum, Rechnernetze, Kommunikationssysteme,
- Software Engineering,
- Datenverwaltung,
- Benutzerservice.

Für das IT-Controlling (vgl. Abschn. 16.4), das in Aufgabenteilung mit dem zentralen Unternehmenscontrolling IV-spezifische Controlling-Aufgaben übernimmt, und für die Stelle des Datenschutzbeauftragten ist jeweils eine Stabsstelle vorgesehen. Beide Bereiche haben somit keine Weisungsbefugnis, sondern vorrangig beratende und unterstützende Funktion.

Die weitgehende Dezentralisierung der Informationsverarbeitung in Unternehmen als Folge der Verbreitung Client-/Server-basierter Anwendungssystem-Architekturen führte zwar zu einem Bedeutungsverlust des zentralen Rechenzentrums-Betriebs. Andererseits wirken Tendenzen hin zu einer teilweisen (Re-)Zentralisierung bestimmter IV-Aufgaben der Auflösung von Rechenzentren entgegen. So erfordern der Einsatz von Client-Server-Technologien und die Durchdringung aller Unternehmensbereiche mit Technologien der netzbasierten Informationsverarbeitung die Bereitstellung zentraler Kapazitäten für die Verwaltung der Rechnernetze und der Kommunikationssysteme.

Im Funktionsbereich Software Engineering sind alle Aufgaben zusammengefasst, die in Zusammenhang mit der Entwicklung, Auswahl, Anpassung, Einführung und Pflege von Anwendungssystemen stehen. Entsprechend einem ganzheitlichen Konzept der Anwendungssystemgestaltung zählen neben Analyse, Entwurf und Implementierung auch Aufgaben der Prozessgestaltung und der funktionsübergreifenden Integration von Anwendungssystemen zu diesem Aufgabenbereich.

Zu den Aufgaben der Datenverwaltung sind alle Aufgaben der Datenbankadministration und der Datenmodellierung im Unternehmen zu rechnen. Neben der Verwaltung und Pflege der operativen Datenbanken gehört auch die Verwaltung der Data-Warehouse-Systeme zu diesen Aufgaben. Besondere Anforderungen an die Datenverwaltung ergeben sich aus der Notwendigkeit, die Konsistenz der Datenbestände und -modelle über alle Funktionsbereiche des Unternehmens hinweg sicherzustellen. In diesem Zusammenhang kommt der laufenden Pflege eines Data Dictionary, in dem alle wesentlichen Datenobjekte mit einer Beschreibung ihrer Bedeutung und Verwendung enthalten sind, große Bedeutung zu.

Die Dezentralisierung der betrieblichen Informationsverarbeitung führte einerseits zu einer größeren Unabhängigkeit der Benutzer in den Fachabteilungen von der zentralen Informationsverarbeitung. Andererseits kann von den Mitarbeitern, die in den meisten Fällen nur über begrenzte informationstechnische Kompetenz verfügen, eine eigenständige Administration z. B. ihrer lokalen PC-Arbeitsplätze und Anwendungssysteme nicht erwartet werden. Eine derart weitgehende Benutzer-Autonomie wäre auch unwirtschaftlich und nicht im Sinne eines ganzheitlichen Informationsmanagements. Vielmehr ist ein unternehmensweit koordinierter Benutzerservice erforderlich, welcher den Fachabteilungen nicht nur bei akuten Problemen Hilfestellungen („Hotline“ oder „Helpdesk“)

anbietet, sondern auch konzeptionelle Unterstützung bei der Beschaffung und Installation von z. B. Büro-Informationssystemen sowie bei der IV-bezogenen Aus- und Weiterbildung leistet.

16.2.4.3 Outsourcing in der Informationsverarbeitung

Der zunehmende Umfang und die wachsende Komplexität der Informationsverarbeitungsaufgaben wirft die Frage auf, ob es mit den Sach- und Formalzielen eines Unternehmens vereinbar ist, diese größtenteils nicht im Bereich der Kernkompetenzen liegenden Leistungen vollständig selbst zu erbringen. Es ist also eine Entscheidung über die Eigenerstellung und den Fremdbezug („**make or buy**“) von IV-Leistungen zu treffen. Die Diskussion um die Ausgliederung von Teilen der IV-bezogenen Leistungserbringung wird unter dem Begriff Outsourcing geführt.

- Der Begriff **Outsourcing** ist ein Kunstwort, das aus den Bestandteilen „Outside“ und „Sourcing“ besteht, und im Kontext der Informationsverarbeitung die zeitlich beschränkte oder dauerhafte, totale oder teilweise Auslagerung von Aufgaben der Informationsverarbeitung an externe Dienstleister bezeichnet.

Outsourcing bedeutet somit den Fremdbezug von Informationsverarbeitungsleistungen, die zuvor im eigenen Unternehmen erbracht wurden. Darunter fällt sowohl die Auslagerung der Aufgaben an ein wirtschaftlich eigenständiges externes Unternehmen (externes Outsourcing), als auch die Ausgliederung der Aufgaben an ein rechtlich verbundenes Unternehmen, z. B. an ein Tochterunternehmen eines Konzerns (internes Outsourcing). Eine spezielle Form des internen Outsourcing liegt vor, wenn der Funktionsbereich Informationsverarbeitung im Haus verbleibt, aber den Status eines Profit-Centers erhält, gegebenenfalls mit der Möglichkeit, die erbrachten Leistungen auch frei am Markt anbieten zu können. Der Vorteil einer engeren Bindung des Dienstleisters an das Unternehmen besteht in den größeren Möglichkeiten der Einflussnahme auf den Dienstleister (vgl. Jäger-Goy 2000b).

Outsourcing von IV-Leistungen fördert die Arbeitsteilung zwischen Unternehmen und führt aufgrund der dadurch entstehenden Konkurrenzsituation häufig zu Produktivitätsfortschritten. Die Effizienz des Anbieters von IV-Leistungen kann durch die gezielte Nutzung von Lerneffekten, die durch intensive Beschäftigung mit der Technologie auftreten, und Skaleneffekten, z. B. beim Einkauf und Entwicklung von Hard- und Software, gesteigert werden. Einen Überblick über ausgewählte Gründe, die für das Outsourcing sprechen, gibt Abb. 16.21.

Den Vorteilen des Outsourcings stehen auch Nachteile gegenüber. Zwar können Kosten oder Risiken auf den Dienstleister verlagert werden, der sie aufgrund seiner Spezialisierung besser beherrschen kann. Eliminiert werden die Risiken dadurch jedoch nicht. Auch wenn sich das auslagernde Unternehmen die gewünschten Leistungen vertraglich zusichern lässt und bei Verstößen entsprechende finanzielle Sanktionen geltend machen kann, können die Nachwirkungen eines eventuellen Schadens an dem nachfragenden

Kategorie	mögliche Vorteile des Outsourcing
Kosten	Kostenreduktion aufgrund von Größenvorteilen (economies of scale) Umwandlung von Fixkosten in variable Kosten Verbesserung der Planbarkeit der IV-Kosten Verursachungsgerechte Leistungsverrechnung von Fachabteilungen über Marktpreise möglich
Personal	Entlastung der internen IV-Abteilung von Routineaufgaben Delegation des Problems der qualifizierten Personalbeschaffung Reduktion der Abhängigkeit von einzelnen Mitarbeitern mit Spezial-Know-how („Kopfmonopol“) Geringerer Personalbedarf in der IV-Abteilung
Risiko	Abwälzung von operativen und strategischen Technologie-Risiken auf den Dienstleister Erhöhung der Datensicherheit, z. B. durch örtlich getrennte Rechenzentren
Fokussierung	Konzentration der Ressourcenverwendung auf das Kerngeschäft Freisetzung von Kapazitäten für die strategischen Aufgaben des Informationsmanagements durch die Auslagerung von operativen Routineaufgaben
Finanzen	Einmalige Verbesserung der Liquidität durch den Verkauf vorhandener Systeme und Infrastruktur an den Dienstleister Vermeidung hoher Investitionsaufwendungen für neue IV-Lösungen
Wissen	Zugang zu Expertenwissen des Dienstleisters, das jederzeit auf der Höhe der technischen Entwicklung ist Einsatz moderner Technologien ohne eigene Investitionen Nutzung der höheren Methoden- und Dokumentationsdisziplin des professionellen Dienstleisters

Abb. 16.21 Vorteile des Outsourcings (Beispiele)

Unternehmen haften bleiben: So kann z. B. eine Direktbank für den Ausfall ihres Onlineangebots vom verantwortlichen Dienstleister finanziell entschädigt werden, der Vertrauensverlust und Imageschaden bei den Kunden besteht aber weiterhin. Weitere mögliche Nachteile des Outsourcings sind dem Überblick in Abb. 16.22 zu entnehmen.

Die Grenzen des IV-Outsourcing sind sinnvollerweise so zu ziehen, dass eng mit dem Kerngeschäft (den primären Wertschöpfungsprozessen) verbundene, strategisch relevante IV-Leistungen möglichst im Hause verbleiben. So kann in vielen Fällen etwa der Betrieb des unternehmenseigenen Rechnernetzes als typischer sekundärer Wertschöpfungsprozess ausgelagert werden. Allerdings ist die Outsourcing-Entscheidung nicht allgemein, sondern unternehmensindividuell zu treffen. Auf keinen Fall sollte im Zuge des Outsourcings der maßgebliche Einfluss auf informationstechnische Entscheidungen und Lösungen aus der Hand gegeben werden. Aufgaben des strategischen Informationsmanagements sind daher grundsätzlich nicht für ein dauerhaftes Outsourcing in Betracht zu ziehen.

Eine moderne Form einer **Outsourcing-Strategie** ist das Cloud-Computing, das in Teil A, Kap. 4 bereits behandelt wurde. Bei dem Cloud-Computing werden bekanntlich verschiedene IT-Dienste von so genannten **Cloud-Service-Providern** angeboten. Man unter-

Kategorie	mögliche Nachteile des Outsourcing
Kosten	Höhere Kosten aufgrund der notwendigen Koordination und Kommunikation mit dem Dienstleister Vereinnahmung eines Teils der entstehenden Größenvorteile durch den Dienstleister Hohe Kosten bei einem Wechsel des Dienstleisters bei ausgeprägter Abhängigkeit
Personal	Fehlende unternehmens- und branchenspezifische Qualifikation der Mitarbeiter des Dienstleisters Geringere Identifikation der Mitarbeiter des Dienstleisters mit dem nachfragenden Unternehmen Personalpolitische und arbeitsrechtliche Probleme beim Wechsel von der Eigenerstellung zum Fremdbezug
Risiko	Risiko des Image- und Vertrauensverlustes selbst bei finanzieller Entschädigung für Fehlleistungen des Dienstleisters Abhängigkeit von unter Umständen minderwertigen und sich im Zeitablauf wandelnden Leistungen des Anbieters
Wissen	Geringere Unternehmens- und Branchenkenntnisse des Dienstleisters Langfristig Verlust von IV-bezogenem Know-how im eigenen Unternehmen Mangelndes Branchen-Know-how des Dienstleisters

Abb. 16.22 Nachteile des Outsourcings (Beispiele)

scheidet verschiedene Anbieterformen (Public, Private, Hybrid und Community Cloud) sowie Service-Modelle (Infrastructure-, Platform- und Software-as-a-Service) (vgl. Abschn. 4.7). Damit sind gute Voraussetzungen für einen bedarfsgerechten Zuschnitt von importierten IV-Leistungen gegeben.

Das Cloud-Computing bietet Kostenvorteile für Unternehmen, da eigene IT-Ressourcen und -Dienste in einem gewählten Umfang nicht vorgehalten werden müssen. Aufgrund der Flexibilität und der variablen Skalierbarkeit der Cloud-Dienste lassen sich wirtschaftlichen Vorteile für Servicenutzer bzw. Unternehmen auch erzielen, wie zahlreiche Beispiele in der Praxis zeigen.

Wie jedes Outsourcing-Konzept ist auch das Cloud-Computing mit Risiken verbunden. Probleme gibt es vor allem im Bereich der Datensicherheit, da die Datenübertragung zwischen Kunden und Servern der Cloud-Systeme Angriffsmöglichkeiten bietet. Zur Reduzierung dieser Risiken wurden leistungsfähige Sicherheitskonzepte entwickelt (vgl. hierzu Kap. 17).

16.2.5 IT-Governance

Bekanntlich ist das Informationsmanagement ein Führungsansatz, der den IT-Einsatz in den Dienst des Unternehmenserfolgs stellt. Ein analoges Ziel verfolgt das Konzept der IT-Governance. Allerdings in einer stärker formalisierten Weise. Dies schlägt sich in so genannten Rahmenwerken der IT-Governance nieder. Der vorliegende Abschnitt befasst

sich mit der IT-Governance, die sich als ein spezielles Teilgebiet in das (klassische) Informationsmanagement einordnen lässt. Nach einer Einführung in Begriff und Wesen der IT-Governance (vgl. Abschn. 16.2.5.1) behandelt der folgende Abschn. 16.2.5.2 die Aufgaben und Ziele der IT-Governance. Abschließend gehen Abschn. 16.2.5.3 auf Rahmenwerke für die IT-Governance und Abschn. 16.2.5.4 auf das verbreitete allgemeine IT-Governance-Rahmenwerk CobiT ein.

16.2.5.1 Begriff und Wesen der IT-Governance

IT-Governance leitet sich aus dem Konzept der Corporate Governance ab. Als **Corporate Governance** bezeichnet man die Menge der Grundsätze, Verfahren und Maßnahmen für eine verantwortliche Unternehmensführung gegenüber allen Interessengruppen eines Unternehmens, insbesondere jedoch den Kapitalgebern (engl. to govern = herrschen, regieren, steuern). Ziele der Corporate Governance in einem Unternehmen sind die Sicherstellung der Konformität mit Richtlinien und Gesetzen, die Transparenz der Rechnungslegung und die Regelung der Trennung von Eigentum und Kontrolle (vgl. Shleifer und Vishny 1997, S. 737; Epstein und Roy 2004). Hintergrund der Diskussion um Corporate Governance sind spektakuläre Firmenkrisen in Europa und den USA seit den 1990er-Jahren, die den Interessenkonflikt zwischen Aktionären einerseits und Unternehmensführung andererseits offen zu Tage treten ließen. In der Folgezeit griffen verschiedene Kodizes und Gesetze Elemente dieses Konzepts auf.

Vom Corporate-Governance-Begriff ist der Begriff der **Business Governance** abzgrenzen. Während ersterer die Konformität in Bezug auf Verantwortlichkeiten, Kontrollmechanismen und die Einhaltung von Richtlinien und Gesetzen in den Vordergrund stellt, konzentriert sich letzterer auf die Leistungs- und Wertschöpfungsdimension. Der Fokus der Business Governance liegt daher auf der Formulierung von Grundsätzen, nach denen in einem Unternehmen strategische Entscheidungen getroffen, geschäftliche Risiken bewertet, Ressourcen genutzt, Zielvorgaben gesetzt und kontrolliert und so der nachhaltige Unternehmenserfolg gesichert werden sollen (vgl. Hamaker 2003). Corporate Governance und Business Governance bilden gemeinsam die zwei Säulen der **Enterprise Governance** (IFAC 2004, S. 4). Die Enterprise Governance ist einerseits eine fundamentale Führungsaufgabe. Andererseits macht sie durch das Setzen normativer Vorgaben das Führungshandeln in einem Unternehmen selbst zum Gestaltungsobjekt. Daher kann man von Enterprise Governance als einer Art „Meta-Management“ sprechen.

Im Zusammenhang mit der Diskussion um Corporate und Business Governance wird auch die besondere Rolle der Informationstechnologien betont, was sich in einschlägigen Gesetzen niedergeschlagen hat. Beispielhaft seien der Sarbanes-Oxley-Act, Basel II und das Gesetz zur Kontrolle und Transparenz im Unternehmensbereich (KonTraG) genannt (vgl. Abschn. 16.1.1). Dabei wird den Informationstechnologien implizit eine Doppelrolle zugeschrieben: Einerseits sind sie als Basis für die Etablierung der geforderten Kontrollsysteme zur effizienten Überwachung der entsprechenden Unternehmensprozesse (die ja selbst meist IT-gestützt abgewickelt werden) unverzichtbar. Zum anderen wird (insbesondere im Kontext der Business Governance) von der Unternehmensführung gefordert,

die strategischen Potenziale des IT-Einsatzes für den Unternehmenserfolg zu erkennen und strategische Entscheidungen auch in Bezug auf den IT-Einsatz zu treffen. Beide Anforderungen berühren unmittelbar das Aufgabenfeld des Informationsmanagements. Informationsmanagement und Enterprise Governance werden somit in enge Beziehung zueinander gesetzt. Die gegenseitigen Wechselwirkungen veranschaulicht Abb. 16.23.

Die aufgezeigten Verflechtungen des Informationsmanagements mit den Governance-Konzepten führten zur Herausbildung der IT-Governance als eigenständig zu behandelndem Bestandteil der Enterprise Governance mit speziellen, auf das Informationsmanagement ausgerichteten Instrumenten. In Anlehnung an einen Vorschlag des IT Governance Institute (ITGI 2003) lässt sich IT-Governance wie folgt definieren:

- **IT-Governance** als wesentlicher Bestandteil der Enterprise Governance spezifiziert Führungs- und Organisationsstrukturen sowie Prozesse mit dem Ziel, den Informations-technologie-Einsatz auf die Unterstützung der strategischen Unternehmensziele auszurichten.

Ähnlich wie die Enterprise Governance als eine Art „Verfassung“ für das gesamte Führungshandeln in einem Unternehmen angesehen werden kann, gibt die IT-Governance dem Informationsmanagement – also dem IuK-bezogenen Führungshandeln in einem Unternehmen – ein normatives Grundgerüst an die Hand, an dem sich die Aufgabenerfüllung innerhalb des Informationsmanagements auszurichten hat. Die IT-Governance kann insgesamt als IT-spezifische Konkretisierung der vergleichsweise abstrakt formulier-

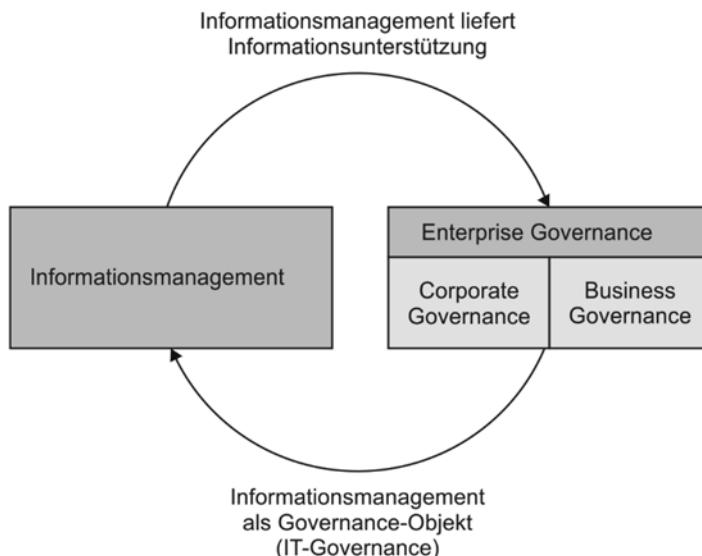


Abb. 16.23 Wechselwirkungen zwischen Enterprise Governance und Informationsmanagement (nach Fremann 2006, S. 25)

ten Anforderungen der Enterprise Governance angesehen werden. Die obige Definition lässt auf folgende Grundelemente der IT-Governance schließen:

- Gegenstand und Gestaltungsobjekt der IT-Governance sind Strukturen und Prozesse zur Erfüllung IT-bezogener Führungsaufgaben im Unternehmen. IT-Governance definiert somit aufbau- und ablauforganisatorische Vorgaben für ein effektives Informationsmanagement.
- Das Hauptziel der IT-Governance besteht darin, durch Etablierung entsprechender Strukturen, Verfahren und Maßnahmen positive Strategiebeiträge der Informationstechnologie im Unternehmen zu fördern.
- IT-Governance-Aufgaben als Bestandteil der Enterprise Governance sind von der obersten Führungsebene des Unternehmens wahrzunehmen, gegebenenfalls unter Beteiligung der IT-Verantwortlichen.

Über die Abgrenzung von IT-Governance auf der einen und Informationsmanagement auf der anderen Seite finden sich in der Literatur divergierende Auffassungen. Diese sind zum Teil darauf zurückzuführen, dass es für den deutschen Begriff „Informationsmanagement“ auf internationaler Ebene kein unmittelbares Pendant gibt. Vor allem Autoren des deutschsprachigen Raumes sehen IT-Governance nicht als eigenständiges und innovatives Konzept, sondern ordnen es innerhalb des Informationsmanagements (nach deutschem Begriffsverständnis) ein. So bezeichnen Heinrich und Lehner (2005, S. 67) IT-Governance als „Rahmenwerk, in dem Teilaufgaben und Prinzipien des Informationsmanagements umgesetzt werden“.

Zweifellos bezieht sich IT-Governance auf Führungsaufgaben im Bereich der Informationsverarbeitung. Dies wird an den oben genannten Grundelementen der IT-Governance deutlich. Das Ziel, zur Ausrichtung des IT-Einsatzes an den strategischen Unternehmenszielen beizutragen, rechtfertigt es auch, die IT-Governance in unmittelbarer Nähe zum strategischen Informationsmanagement anzusiedeln. Darüber hinaus bestehen aufgrund der Betonung von Kontroll- und Steuerungsaspekten enge Bezüge zwischen IT-Governance und IT-Controlling (vgl. Abschn. 16.4).

In diesem Zusammenhang ist zu betonen, dass IT-Governance nicht die IT-bezogenen Führungsaufgaben selbst, sondern die Rahmenbedingungen für die Gestaltung der zur erfolgreichen Bewältigung der Führungsaufgaben benötigten Strukturen und Prozesse zum Gegenstand hat. Krcmar (2005, S. 289) spricht in diesem Zusammenhang von „Metaplanung“ bzw. „Meta-Gestaltung“, deren Aufgabe darin besteht, ein Gestaltungs-, Planungs- und Führungssystem für das Informationsmanagement zu etablieren und laufend weiterzuentwickeln. In diesem Sinne kann IT-Governance als ein Bezugsrahmen für die Gestaltung der Elemente, Strukturen und Prozesse des Informationsmanagements interpretiert werden.

Ein wichtiger Teilbereich der IT-Governance stellt das „**Data Governance**“ dar, das als vielversprechender strategischer Ansatz zur Organisation, Steuerung und Kontrolle der wachsenden Menge und Vielfalt an Daten gilt“ (Gluchowski 2020, S. 3). Gluchowski stellt

in seinem Beitrag auch ein Data Governance Framework vor (vgl. auch die weiteren Beiträge in Gluchowski 2020).

16.2.5.2 Ziele und Aufgaben der IT-Governance

Als übergeordnetes Sachziel der IT-Governance wurde die Ausrichtung der Informationsverarbeitung auf die strategischen Unternehmensziele bereits genannt. Dieses Ziel ist nicht allein im Sinne des **Business Alignment** zu interpretieren, sondern impliziert auch die gezielte Nutzung der Enabler-Funktion der IuK-Technologien. Neben der **Effektivität** verfolgt die IT-Governance auch das Ziel, durch eine entsprechende Gestaltung der Informationsmanagement-Prozesse eine effiziente Nutzung der IT-Ressourcen zu fördern.

Zusätzliche Ziele ergeben sich durch analoge Anwendung und Konkretisierung einschlägiger Gesetze und Empfehlungen zur Corporate Governance. Zu diesen abgeleiteten Zielen zählt zum einen die Beherrschung der IT-bezogenen Risiken. Zu diesen Risiken gehören neben den sogenannten operationellen Risiken, die sich aus dem laufenden Betrieb ergeben (z. B. Gefahren durch Systemausfälle oder Virenbefall), auch strategische Risiken, z. B. die Gefährdung der Wettbewerbsposition aufgrund der Fehleinschätzung der Chancen und Risiken einer neuen Technologie. Zum anderen strebt die IT-Governance als Ziel eine möglichst hohe Transparenz im Bereich des Informationsmanagements an. Merkmale transparenzfördernder Strukturen sind klar geregelte Kompetenzen und Verantwortlichkeiten und der inhärente Zwang zur eindeutigen Operationalisierung von Zielgrößen. Eine Übersicht über die Ziele der IT-Governance gibt Abb. 16.24.

Aus den genannten Zielen der IT-Governance lassen sich fünf korrespondierende thematische Aufgaben- und Aktivitätskomplexe abgrenzen, denen sich die IT-Governance widmet. Diese werden hier in Anlehnung an die Terminologie der ITGI (2003) als IT-Governance-Domänen bezeichnet. Sie werden in Abb. 16.25 genannt und anhand von Aufgabenbeispielen jeweils kurz erläutert.

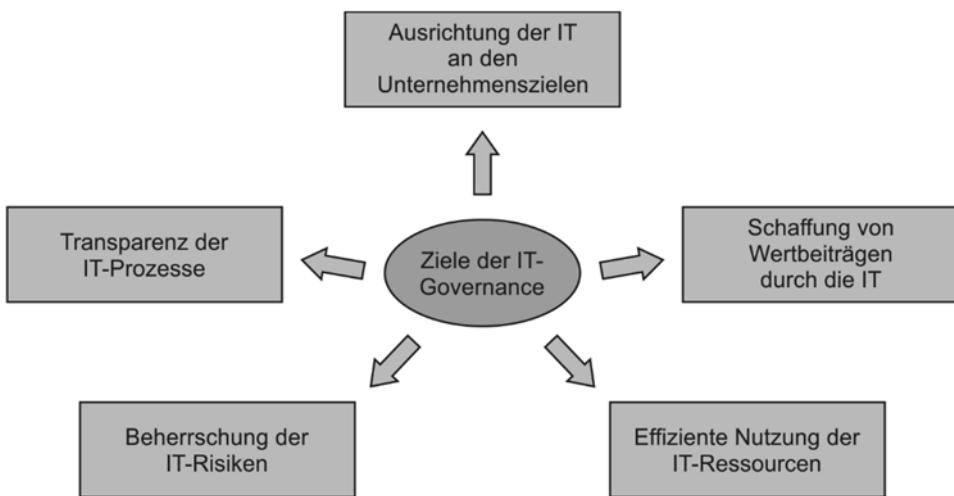


Abb. 16.24 Ziele der IT-Governance (nach Fremann 2006, S. 30)

IT-Governance-Domäne	Enthaltene Aufgaben (Beispiele)
Strategische Ausrichtung	Ableitung der Unternehmensaktivitäten aus der Unternehmensstrategie Ableitung der Anwendungsarchitektur und der technischen Infrastruktur aus den Unternehmensaktivitäten Ableitung der notwendigen Sachmittel- und Personalbeschaffungsaktivitäten aus der Architektur und der Infrastruktur
Schaffen von Werten	Formulierung von Kennzahlen zur Messung des strategischen IT-Nutzens Aufstellung von Richtlinien zur regelmäßigen Evaluierung von IT-Investitionen Definition von Prozessen zur Förderung möglichst objektiver Investitions-Auswahlentscheidungen
Risikomanagement	Einführung von Prozessen zur Aufdeckung und Bewertung von Risiken Maßnahmen zur Absicherung und zum Schutz von IT-Investitionen und Informationen gegen Gefahren Definition von Prozessen für die Wiederherstellung nach Katastrophen
Ressourcenmanagement	Definition von Leistungsvereinbarungen (Service Level Agreements) Aufstellen von Qualifizierungsplänen für die Mitarbeiter Einführung von Prozessen zur Bewältigung des permanenten technischen Wandels
Performance-Messung	Etablierung von Instrumenten zur quantitativen Feststellung des materiellen und immateriellen Wertbeitrags der IT, z. B. IT-Balanced Scorecard Einführung von Prozessen zur laufenden Überwachung der IT-Prozesse in Bezug auf die Einhaltung der Richtlinien und organisatorischen Regelungen sowie ihrer Effektivität und Effizienz im Sinne der IT-Governance-Ziele

Abb. 16.25 Fünf Domänen der IT-Governance (nach ITGI 2003)

Zusammenfassend lassen sich drei allgemeine Aufgabenkategorien der IT-Governance ableiten. Alle der bei den oben genannten Domänen angeführten Aufgaben lassen sich einer dieser Kategorien zuordnen:

- Schaffung organisatorischer Strukturen zur Entscheidungsfindung im IT-Bereich eines Unternehmens. Hierzu werden z. B. die Einrichtung von Gremien, die Definition von Rollen und die Zuordnung von Verantwortlichkeiten gezählt.
- Spezifikation und Dokumentation der IT-bezogenen Managementprozesse, ihrer Beteiligten und ihrer wechselseitigen Schnittstellen. Beispiele sind Prozesse zur Problembehebung im IV-Betrieb oder Änderungsprozesse.
- Vorgabe klarer Richtlinien als Rahmenbedingungen für die Planung, den Betrieb und die Überwachung der Prozesse des Informationstechnologie-Einsatzes im Unternehmen. Ein Beispiel hierfür ist die Formulierung von Überwachungsrichtlinien für die einzelnen IT-bezogenen Prozesse.

16.2.5.3 Rahmenwerke für die IT-Governance

Als Ergebnis verschiedener Standardisierungs- und Normierungsinitiativen sind mittlerweile so genannte Rahmenwerke („Frameworks“) für die IT-Governance verfügbar. Diese enthalten nach unterschiedlichen Kriterien systematisch aufbereitete Sammlungen von Empfehlungen, Prozess-Schablonen und Werkzeugen als Orientierungshilfe bei der Etablierung einer IT-Governance in einem Unternehmen. Ein wesentliches Element gängiger IT-Governance-Rahmenwerke sind dabei so genannte „Best Practices“, d. h. in der Praxis erfolgreicher Unternehmen bewährte Methoden und Vorgehensweisen der IT Governance. Diese sind in den Rahmenwerken generisch formuliert, d. h., sie müssen durch die anwendende Organisation konkretisiert und an die vorhandenen Rahmenbedingungen angepasst werden.

Der Rückgriff auf IT-Governance-Rahmenwerke hat für Unternehmen verschiedene Vorteile, die in ähnlicher Form für jede Art der Standardisierung gelten. Beispielhaft seien folgende Aspekte genannt:

- Die Orientierung an Standards und Best Practices begrenzt die Kosten der IT-Governance-Einführung, da anstelle einer Neuentwicklung von Leitlinien auf bewährte Muster zurückgegriffen werden kann.
- Die meisten IT-Governance-Standards berücksichtigen explizit verschiedene gesetzliche Governance-Vorschriften und tragen damit dazu bei, das Ziel der Konformität zu erfüllen.
- Die Orientierung an IT-Governance-Empfehlungen schafft geordnete und vergleichbare Aufbau- und Ablaufstrukturen im Informationsmanagement. Dadurch wird es möglich, die eigene Organisation mit anderen zu vergleichen und durch Benchmarking den eigenen Standort im Wettbewerb zu bestimmen.
- IT-Governance-Rahmenwerke etablieren eine einheitlich verwendete IT-Terminologie und schaffen damit Ordnung in der durch inhaltliche Überschneidungen und unzureichende definitorische Schärfe gekennzeichneten Welt der IT-Begriffe und -Schlagworte.
- Für Auditoren, welche die IT-Prozesse eines Unternehmens in Bezug auf die Einhaltung von Normen und Standards evaluieren, bietet die Standardisierung der IT-Prozesse die Möglichkeit, auf anerkannte Kontrollgrößen zurückzugreifen. Für einige IT-Governance-Standards werden Zertifizierungen angeboten, wodurch Unternehmen die Möglichkeit gegeben wird, sich im Wettbewerb hervorzuheben.
- IT-Governance-Rahmenwerke entlasten die Verantwortlichen in der Führungsetage, indem sie betriebswirtschaftlich ausgebildeten, technologisch aber weniger versierten Führungskräften einen durch mehrfache Bewährung abgesicherten Leitfaden für die Umsetzung der IT-Governance an die Hand geben.

Andererseits lassen sich auch Nachteile der Anwendung von IT-Governance-Standards anführen. So birgt die starke Ausrichtung an „Best Practices“ die Gefahr, langfristig Mittelmäßigkeit anstelle von herausragenden Leistungen zu fördern. Ungewöhnlich talen-

tierte und kreative Mitarbeiter können durch die jeder Standardisierung inhärente Einschränkung von Freiheitsgraden demotiviert und so an der Entfaltung ihres Potenzials zum Nutzen des Unternehmens gehindert werden. Darüber hinaus schaffen IT-Governance-Standards Transparenz der Prozesse und Strukturen nach außen in einem unter Umständen bedenklichen Ausmaß. Gleichzeitig erleichtert die Standardisierung die Austauschbarkeit von IT-Prozessen, was vermehrt externe Dienstleister auf den Plan ruft. Dem grundsätzlichen Vorteil der erhöhten „Outsourcing-Fähigkeit“ von IT-Prozessen steht die Gefahr gegenüber, aus Kostengründen nicht hinreichend verantwortungsvoll bei der Auswahl der auszulagernden Prozesse vorzugehen.

Eine Auswahl bekannter IT-Governance-Rahmenwerke einschließlich der jeweiligen Herausgeber-Institutionen und IT-Governance-Schwerpunkten ist in Abb. 16.26 aufgeführt. Mit Ausnahme von MOF und HP ITSM handelt es sich dabei durchweg um herstellerunabhängige Rahmenwerke öffentlicher bzw. nicht-kommerzieller Institutionen.

16.2.5.4 Das IT-Governance-Rahmenwerk CobiT

Als Beispiel für ein allgemeines IT-Governance-Rahmenwerk soll im Folgenden das vor allem im US-amerikanischen Raum weithin anerkannte **CobiT-Framework** etwas näher charakterisiert werden. Spezielle Rahmenwerke für das IT-Servicemanagement werden in Abschn. 16.4.4.3.3 wieder aufgegriffen.

CobiT ist ein herstellerunabhängiger, generischer Bezugsrahmen für die Umsetzung einer IT-Governance in Organisationen. Dabei stellt CobiT selbst wiederum eine Synthese

Rahmenwerk/Standard	verantwortliche Institution	IT-Governance-Schwerpunkt
CobiT (Control Objectives for Information and Related Technology)	IT Governance Institute (ITGI), USA	IT-Governance (allgemein)
ITIL (Information Technology Infrastructure Library)	Office of Government Commerce (OGC), Großbritannien	IT-Servicemanagement
BS15000	British Standardisation Institute (BSI), Großbritannien	IT-Servicemanagement
ISO17799 und ISO27001	British Standardisation Institute (BSI), Großbritannien	IT-Risiko- und Sicherheitsmanagement
IT-Grundschutzkataloge (The IT Grundschutz Manual)	Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI), Deutschland	IT-Risiko- und Sicherheitsmanagement
AS8015	Standards Australia Committee IT-030, Australien	IT-Governance (allgemein)
MOF (Microsoft Operational Framework)	Microsoft Corporation, USA	IT-Servicemanagement
HP ITSM (Hewlett Packard IT Service Level Model)	Hewlett Packard Consulting, USA	IT-Servicemanagement

Abb. 16.26 IT-Governance-Rahmenwerke (Auswahl)

aus insgesamt 41 internationalen Standards dar, die sich mit der Kontrolle, Revision, Sicherheit und Qualität von IT-Anwendungen und -Prozessen befassen. Ziel der Entwicklung von CobiT war es, eine Verbindung zwischen allgemeinen Corporate-Governance-Standards einerseits und eher technisch orientierten IT-Standards andererseits herzustellen.

CobiT richtet sich an drei Adressatenkreise, für die es spezifische Unterstützung bieten soll:

- Manager werden dabei unterstützt, unter den Bedingungen einer dynamischen Umwelt Risiken abzuschätzen und IT-spezifische Investitionen im Sinne der strategischen Ausrichtung und der Wertgenerierung zu steuern.
- Anwender sollen sichergehen können, dass ihnen IT-Dienstleistungen mit angemessener Qualität, Sicherheit und Ordnungsmäßigkeit von internen oder externen Dienstleistern zur Verfügung gestellt werden.
- Auditoren erhalten Instrumente, um ihr Urteil zu begründen und Empfehlungen für das Management hinsichtlich der Steuerung der IT zu untermauern.

Eine Schwerpunktsetzung im Sinne einer Fokussierung auf bestimmte IT-Governance-Domänen – wie z. B. bei den Rahmenwerken für das IT-Service-Management – sieht CobiT nicht vor. Alle fünf Domänen werden weitgehend abgedeckt. Bezuglich der drei allgemeinen Aufgabenkategorien der IT-Governance allerdings ist eine klare Ausrichtung von CobiT auf die Kontrolle und Steuerung von IT-Prozessen gegeben. Hauptgegenstand von CobiT ist dementsprechend die Formulierung von Steuerungs- und Kontrollzielen („Control Objectives“) mit unterschiedlichem Detaillierungsgrad. Diese sollen einen Idealzustand der definierten IT-Prozesse beschreiben, um so eine bestmögliche Unterstützung zu sichern.

Ausgangspunkt des CobiT-Rahmenwerks ist die Annahme, dass die Hauptaufgabe von IT-Prozessen in der Erzeugung von Informationen besteht. Um zu einem erfolgreichen Geschäftsbetrieb beizutragen, müssen diese Informationen bestimmte Anforderungen bezüglich ihrer Qualität, Sicherheit und Ordnungsmäßigkeit erfüllen. Insgesamt unterscheidet CobiT sieben solcher „Informationskriterien“ (vgl. Abb. 16.27).

Weiter geht der CobiT-Standard davon aus, dass die IT-Prozesse zur Erzeugung und Bereitstellung von Informationen Ressourcen benötigen, nämlich Personal, Anwendungssysteme, Technologien, Einrichtungen (z. B. Gebäude) und Daten. Um sicherzustellen, dass einerseits die Geschäftsanforderungen für Informationen erfüllt, andererseits aber auch die dazu benötigten Ressourcen wirtschaftlich eingesetzt werden, definiert CobiT prozessbezogene Steuerungs- oder Kontrollziele (Control Objectives). Im Einzelnen umfasst CobiT 34 Haupt- und 318 Teilprozesse, denen 34 aggregierte („high-level“) und 318 detaillierte („detailed“) Steuerungs- und Kontrollziele zugeordnet sind. Die Prozesse werden in vier Prozess-„Domänen“ (nicht zu verwechseln mit den oben erwähnten IT-Governance-Domänen) gruppiert:

Informations-kriterium	Erläuterung
Effektivität	Relevanz und Angemessenheit der Information für den Geschäftsprozess-Zweck sowie ihre pünktliche, korrekte, konsistente und brauchbare Bereitstellung.
Effizienz	Bereitstellung der Information unter möglichst ökonomischer Nutzung der Ressourcen.
Vertraulichkeit	Schutz sensibler Daten vor unautorisiertem Zugriff.
Integrität	Korrektheit und Vollständigkeit der Informationen sowie ihre Gültigkeit (d. h. Übereinstimmung mit der tatsächlichen Situation).
Verfügbarkeit	Sicherung der gegenwärtigen und zukünftigen Bereitstellung der Informationen zum Bedarfszeitpunkt, außerdem Überwachung der nötigen Ressourcen und Kapazitäten.
Konformität	Übereinstimmung der Daten mit externen, d. h. gesetzlichen, regulativen und vertraglichen Vorschriften, die sich auf die Geschäftsprozesse beziehen.
Zuverlässigkeit	Bereitstellung von geeigneten Informationen für das Management, damit dieses die jeweilige Unternehmens-Einheit steuern und seine Pflichten hinsichtlich der Finanz- und anderer Berichterstattung erfüllen kann.

Abb. 16.27 Informationskriterien des CobiT-Rahmenwerks (nach Fremann 2006, S. 91)

- Planung und Organisation (Plan & Organize, PO): hierzu zählen Prozesse wie die strategische IT-Planung (PO1), die Festlegung der IT-Organisation (PO4), die Kommunikation der Managementziele (PO6) sowie das Risiko-, Projekt- und Qualitätsmanagement (PO9 bis PO11).
- Beschaffung und Einführung (Acquire & Implement, AI): Beispiele für Prozesse dieser Kategorie sind die Beschaffung und Wartung von Anwendungssoftware (AI2), die Beschaffung und Wartung der technischen Infrastruktur (AI3) sowie das Veränderungsmanagement (AI6).
- Bereitstellung und Unterstützung (Deliver & Support, DS): Dieser Domäne sind Prozesse wie das Service Level Management (DS1), die Sicherstellung der Systemsicherheit (DS5), die Aus- und Weiterbildung der Anwender (DS7), das Vorfall- und Problemmanagement (DS10) und das Gebäudemanagement (DS12) zugeordnet.
- Überwachung und Bewertung (Monitor & Evaluate, ME): Als Beispiele für Prozesse dieses Bereichs seien genannt: Überwachung der Prozesse (ME1), Überprüfung der Angemessenheit der internen Kontrollen (ME2), Vorsorge für unabhängige Audits (ME4).

Die Verknüpfung von Prozessen, Ressourcen und Informationskriterien wird in einer tabellarischen Übersicht, dem sog. „CobiT-Summary“ hergestellt. In dieser werden für jeden Prozess die jeweils benötigten Ressourcen-Kategorien genannt sowie ausgewiesen, ob und in welchem Ausmaß („primary“ oder „secondary“) der jeweilige Prozess Einfluss auf die einzelnen Informationskriterien ausübt.

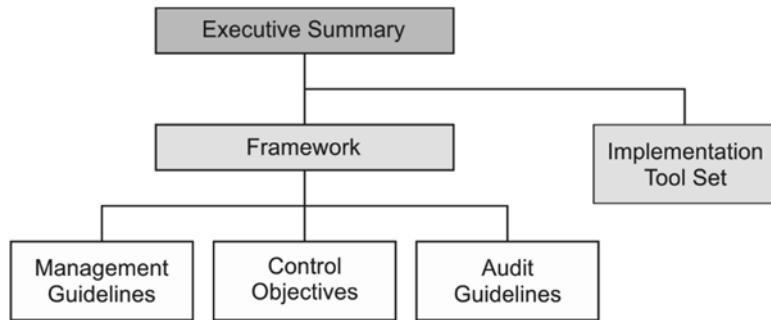


Abb. 16.28 Struktur des CobiT-Rahmenwerks

Der Aufbau des CobiT-Rahmenwerks ist modular angelegt und umfasst sechs Module, die so genannten „Bücher“, die in einer hierarchischen Beziehung zueinander stehen (vgl. Abb. 16.28). Die einzelnen Module werden im Folgenden erläutert.

Das Modul „Executive Summary“ vermittelt Entscheidungsträgern der oberen Management-Ebenen in übersichtlicher Form die wesentlichen Grundlagen und Prinzipien von CobiT und gibt einen Überblick über die vier Prozess-Domänen von CobiT mit den zugehörigen 34 Hauptprozessen.

Im Modul „Framework“ wird jedes der 34 aggregierten Steuerungs- und Kontrollziele mit Hilfe eines Wasserfall-Schemas erläutert und präzisiert. Dazu werden der referenzierte Prozess, das in Bezug auf diesen Prozess verfolgte Kontroll- und Steuerungs-Ziel, Maßnahmen zur Erreichung dieses Ziels sowie dabei zu berücksichtigende Aspekte genannt. Abb. 16.29 verdeutlicht dies am Beispiel des Prozesses DS10 (Vorfall- und Problemmanagement).

Im Modul „Control Objectives“, neben den „Audit-Guidelines“ das ausführlichste Modul, werden zu den 318 detaillierteren Steuerungs- und Kontrollzielen Empfehlungen für die Umsetzung gegebenen. Die Empfehlungen reichen von relativ abstrakten Anforderungen – z. B. einen Kommunikationsplan aufzustellen (PO1.6) – bis hin zu konkreten Hilfen, z. B. für die Gestaltung von Dialogmasken (AI2.9).

Das Modul „Audit Guidelines“ enthält Anleitungen für Auditoren und Prüfer, wie bestehende Prozesse auf ihre Effektivität hinsichtlich der von CobiT vorgegebenen Kontrollziele zu prüfen sind. Nach allgemeinen Anforderungen an solche Beurteilungsprozesse werden für jeden der 34 CobiT-Prozesse Empfehlungen für zu befragende Personen und zu evaluierende Steuerungsmechanismen formuliert sowie Hinweise gegeben, wie deren korrekte Arbeitsweise festgestellt und noch zu korrigierende Schwachstellen analysiert werden können.

Das Modul „Management Guidelines“, das in der dritten Version von CobiT ergänzt wurde, erweitert die aggregierten Steuerungs- und Kontrollziele um verschiedene prozessorientierte Benchmarking-Instrumente wie Reifegrad-Modelle, kritische Erfolgsfaktoren, so genannte Key Goal Indicators zur Definition von Leistungszielen und Key Performance Indicators zur Messung der prozessbezogenen Zielerreichung.

Die Steuerung und Kontrolle
des Prozesses

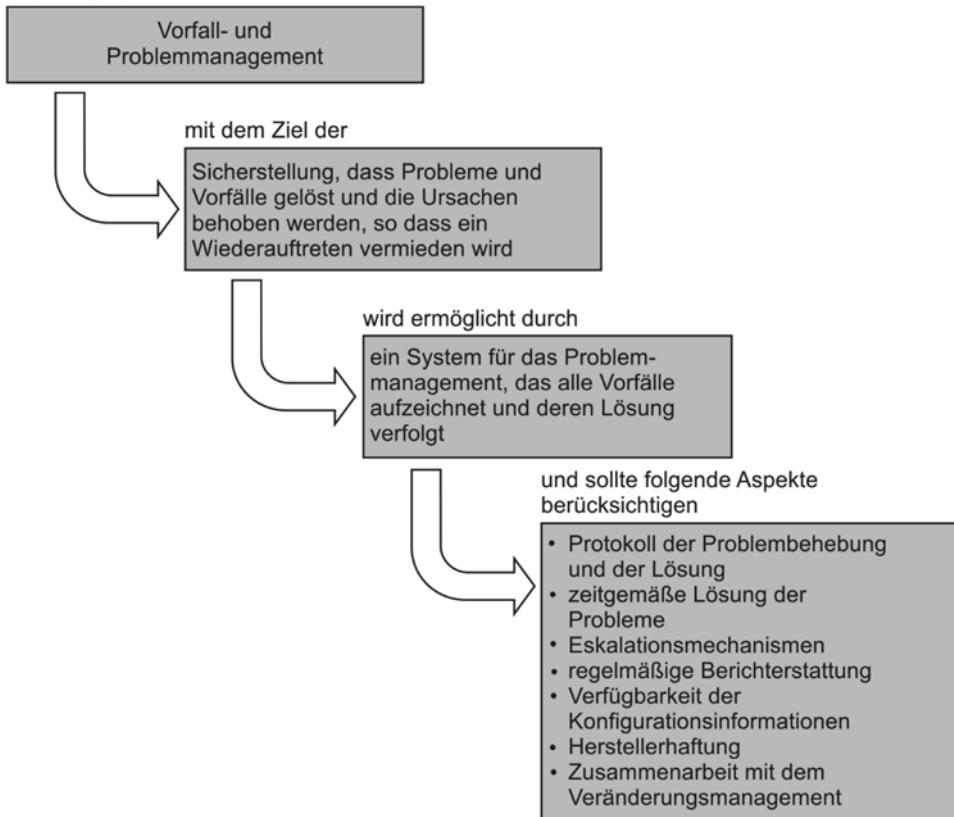


Abb. 16.29 Wasserfallmodell der aggregierten Steuerungs- und Kontrollziele am Beispiel des Problemmanagements (vgl. ITGI 2000, S. 50)

Das „Implementation Tool Set“ enthält Hilfen zur Umsetzung von CobiT in einer Organisation. So enthält das Modul verschiedene Anregungen zur Vermittlung der Prinzipien von CobiT an die betroffenen Personen. Formulare und Checklisten sollen dabei helfen, die gegenwärtige Situation einzuschätzen und Schwachstellen zu erkennen. Zusätzlich findet man einige Erfahrungsberichte über CobiT-Implementierungen in verschiedenen internationalen, hauptsächlich amerikanischen Unternehmen.

16.3 Operatives Informationsmanagement

Analog zum strategischen Informationsmanagement werden unter dem Begriff des **operativen Informationsmanagements** Aufgaben, Konzepte und Methoden zur Erfüllung der operativen Aufgaben des Informationsmanagements zusammengefasst. Wesentliche Auf-

gaben des operativen Informationsmanagements wurden bereits in Abschn. 16.1.2.2 erläutert. Der vorliegende Abschnitt befasst sich vertiefend mit ausgewählten Aufgaben und Instrumenten des operativen Informationsmanagements. Ein erster Schwerpunkt des operativen Informationsmanagements, die Einführung von Anwendungssystemen, wird in Abschn. 16.3.1 behandelt, und ein zweiter Schwerpunkt, das Management des IV-Betriebs in Abschn. 16.3.2. Abschließend geht Abschn. 16.3.3 auf Instrumente des operativen Informationsmanagements ein.

16.3.1 Einführung von Anwendungssystemen

Unabhängig davon, ob es sich um Individual- oder Standardsoftware handelt, wird für die Einführung eines Anwendungssystems in den produktiven Betrieb in vielen Fällen ein eigenständiges Projekt definiert. Die Art und Weise, in der die Einführung vollzogen wird, hängt davon ab, ob es für den Anwendungszweck bereits ein bestehendes System gibt und wie umfangreich, komplex und weit reichend die mit der Einführung verbundenen Änderungen gegenüber dem bisherigen Zustand sind. Kritisch ist insbesondere der Wechsel vom bisherigen Betrieb (mit oder ohne Alt-System) zum Betrieb auf Basis des neu einzuführenden Anwendungssystems. Handelt es sich um die Umstellung von einem vorhandenen auf ein neues Anwendungssystem, spricht man von **Software-Migration**. Üblicherweise werden vier Vorgehensweisen für die Einführung eines neuen Anwendungssystems unterschieden, die jeweils spezifische Vor- und Nachteile aufweisen. Sie werden im Folgenden jeweils kurz erläutert.

- Umstellung zum Stichtag. Zu einem ausgewählten Zeitpunkt wird ausschließlich die bisherige Unterstützungsform betrieben, dann wird schlagartig und vollständig auf den ausschließlichen Betrieb des neuen Anwendungssystems umgestellt. Bei diesem Vorgehen können sofort sämtliche neuen Funktionen genutzt werden, ohne dass auf Inkompatibilitäten mit Altsystemen Rücksicht genommen werden muss. Die Nutzer sind gezwungen, sich sofort mit dem neuen System auseinander zu setzen und die neuen Funktionen zu erlernen. Jedoch birgt dieser Ansatz auch ein hohes Risiko, da vor allem bei großen Projekten die Überführung der Daten in das neue System erheblichen Aufwand verursacht und bei dem Auftreten unvorhergesehener Fehler nur sehr schwer auf das alte System zurückgewechselt werden kann. Folgendes Beispiel verdeutlicht dies an einem Praxisfall: Bei der Gebühreneinzugszentrale (GEZ) wurde z. B. im Juli 2005 das 30 Jahre alte hierarchische Datenbanksystem samt zugehörigem proprietären Anwendungssystem – geschrieben in der Programmiersprache PL 1 – per Stichtagsumstellung von einem modernen System abgelöst. Dabei wurden 40 Millionen Kunden, 2 Milliarden Geschäftsvorfälle und 700 Millionen Abrechnungspositionen migriert. Ein teilweiser Übergang war praktisch nicht möglich, da ansonsten beide Systeme parallel hätten gepflegt werden müssen (vgl. Vogel 2006, S. 16).

- Befristeter Parallelbetrieb. Um das Risiko bei der Stichtagsumstellung zu verringern, kann das Altsystem für eine Übergangszeit noch neben dem neuen System betrieben werden. Bei Funktionsstörungen kann somit auf das alte System gewechselt werden. Bei dieser Einführungsvariante ist jedoch darauf zu achten, dass zur Wahrung der Konsistenz Änderungen am Datenbestand des einen Systems im jeweils anderen System nachgeführt werden. Zudem könnten Mitarbeiter versucht sein, aus Unwissenheit oder Bequemlichkeit bevorzugt die bekannten Funktionen im Altsystem weiter zu nutzen. Dadurch verzögert sich die endgültige Umstellung weiter.
- Schrittweise Einführung. Ausgewählte Teilsysteme oder Komponenten des neuen Anwendungssystems werden zu einem Stichtag eingeführt. Die übrigen Funktionen werden zunächst im alten Zustand weiterbetrieben. War die partielle Umstellung im ersten Schritt erfolgreich, werden sukzessive weitere Funktionen der bisherigen Unterstützungsform nach dem Stichtagsprinzip durch entsprechende Komponenten des neuen Anwendungssystems abgelöst.
- Versionsumstellung. Geringe Änderungen durch Versionsupdates können häufig im laufenden Betrieb vorgenommen werden. Dabei kann es kurzfristig zu Einschränkungen bei der Nutzung kommen. Größere Umstellungen (Versionssprünge) können es jedoch erforderlich machen, in Schritten über niedrigere Zwischenversionen zur Zielversion zu gelangen.

In der betrieblichen Praxis zielen zahlreiche IV-Projekte auf die Einführung von **Standard-Anwendungssystemen** ab. Häufig handelt es sich dabei um betriebswirtschaftliche Komplettlösungen auf der operativen Ebene, so genannte Enterprise-Ressource-Planning-Systeme (ERP-Systeme). Die Merkmale sowie Vor- und Nachteile von Standardsoftware im Vergleich zur Individualentwicklung wurden in Kap. 6 ausführlich behandelt. Für die Einführung eines prozessorientierten ERP-Systems lässt sich der Projektablauf in Anlehnung an Krcmar (2005, S. 185 ff.) in vier Grobphasen einteilen, die in Abb. 16.30 aufgeführt und jeweils kurz erläutert werden.

Ergänzend zur Abb. 16.30 sei auf die Zusammenhänge zwischen den Phasen der Prozessabgrenzung und der Prozessmodellierung und den gleichnamigen Phasen im Prozessmanagement-Zyklus hingewiesen (vgl. Kap. 14). Die Arbeiten in der vierten Phase (Software-Einstellung) werden häufig von externen Beratern mit entsprechendem Produkt- und Prozess-Wissen durchgeführt.

16.3.2 Management des IV-Betriebs

Das Management des IV-Betriebs widmet sich nicht nur dem anforderungsgerechten Betrieb der technischen Informationsverarbeitungs-Komponenten, sondern umfasst gemäß den strategischen Rahmenvorgaben alle Planungs-, Koordinations- und Kontrollaufgaben, die den wirtschaftlichen Betrieb aller betrieblicher Informationsverarbeitungsprozesse sicherstellen.

Grobphase	Erläuterung
Projekt-Kick-Off	Start des Einführungsprojekts Einführung der Mitarbeiter in die prozessorientierte Denk- und Vorgehensweise Einteilung der Mitarbeiter in Teilprojektgruppen Benennung der kritischen Erfolgsfaktoren des Projekts
Prozessabgrenzung	Identifikation der zu unterstützenden (Haupt-)Prozesse Identifikation der prozessbezogenen Funktionalitätsanforderungen Ausschluss unwesentlicher Prozesse
Prozessmodellierung	Entwicklung eines Soll-Prozessmodells Herstellung eines gemeinsamen Begriffsverständnisses innerhalb des betrachteten Realitätsausschnitts Ermittlung des Reorganisationsbedarfs Ggf. Anpassung von Referenz-Geschäftsprozessmodellen
Software-Einstellung	Deaktivierung nicht benötigter Prozessvarianten und Funktionen im ERP-System Anpassung der Datenbanktabellen des ERP-Systems, z.B. Bereinigung um nicht benötigte Tabellen, Felder, Attribute Einstellung weiterer Systemparameter

Abb. 16.30 Grobphasen eines ERP-Einführungsprojekts (in Anlehnung an Krcmar 2005)

Der vorliegende Abschnitt unterteilt die Management-Aufgaben des IV-Betriebs in drei Bereiche:

- Das IT-Infrastruktur-Management (vgl. Abschn. 16.3.2.1) betrifft das Management der Basistechnik, bestehend aus Verarbeitungs-, Speicherungs- und Kommunikationstechnik.
- Das Anwendungssystem-Management (vgl. Abschn. 16.3.2.2) widmet sich der Planung, Steuerung und Kontrolle des Anwendungssystem-Bestandes.
- Das IT-Service-Management (vgl. Abschn. 16.3.2.3) ist für alle operativen Führungsaufgaben rund um die Bereitstellung IV-bezogener Dienstleistungen zur Unterstützung der Unternehmensprozesse verantwortlich.

16.3.2.1 IT-Infrastruktur-Management

Für den Betrieb von Anwendungssystemen und die Erbringung von IT-Services sind gewisse Basis-Funktionen erforderlich, nämlich grundlegende Verarbeitungs-, Speicherungs- und Kommunikationsfunktionen. Zur Bereitstellung dieser Funktionen werden grundlegende technologische Komponenten benötigt, die so genannte Basis-Technik (vgl. Krcmar 2005, S. 248). Diese besteht aus Rechnern und Betriebssystemen, Netzwerken und Kommunikationsprotokollen sowie Speichermedien. Die Gesamtheit dieser Komponenten wird als IT-Infrastruktur bezeichnet (vgl. hierzu auch Abschn. 13.1.1, wo die als

„Systemplattform“ bezeichnete IT-Infrastruktur in Rechnerhard- und -software sowie Netzwerkhard- und -software unterteilt wurde):

- Unter **IT-Infrastruktur** wird hier die Gesamtheit aller technologischen Einrichtungen eines Unternehmens verstanden, welche Basis-Funktionen für die IV-gestützte Verarbeitung, Speicherung und Kommunikation von Informationen im Unternehmen bereitstellen.

Die Aufgaben des **IT-Infrastruktur-Managements** umfassen die Planung, Koordination, Steuerung und Kontrolle aller IT-Infrastruktur-Komponenten unter Beachtung strategischer Vorgaben sowie der Budget- und Wirtschaftlichkeitsziele.

Wie für alle Bereiche des operativen Informationsmanagements stellt die Dezentralisierung der Informationsverarbeitung auch für das IT-Infrastruktur-Management eine besondere Herausforderung dar. Einige Beispiele für typische Aufgaben des IT-Infrastruktur-Managements sind in Abb. 16.31 zusammengestellt.

Die technologischen Grundlagen der Verarbeitungs-, Speicherungs- und Kommunikationstechnik werden ausführlich in Teil A dargelegt. Sie bilden die Basis für die technologischen Gestaltungsoptionen des IT-Infrastruktur-Managements. Besonders hingewiesen sei auch auf die Bedeutung von Kommunikationsstandards, wie sie in Teil C behandelt werden, für das IT-Infrastruktur-Management der Kommunikation. Im Folgenden werden die Aufgaben des IT-Infrastruktur-Managements weiter vertieft. Dabei steht das IT-Infrastruktur-Management der Verarbeitung im Vordergrund.

Bereich des IT-Infrastruktur-Managements	Aufgaben des IT-Infrastruktur-Managements (Beispiele)
Management der Verarbeitung	Auswahl und Verwaltung von Rechnern aller Leistungsklassen Auswahl und Verwaltung von Rechner-Betriebssystemen Überwachung und Allokation der Verarbeitungskapazitäten Sicherstellung der Verfügbarkeit von Verarbeitungskapazitäten Bestimmung des optimalen Ersatzzeitpunkts für Rechner Performance-Überwachung der Verarbeitung
Management der Speicherung	Auswahl von Spechertechnologien, auch für die verteilte Datenhaltung Verwaltung und Integration verteilter Speichermedien Sicherstellung der Datensicherheit Performance-Überwachung der Speichermedien
Management der Kommunikation	Auswahl und Verwaltung von Netzwerkkomponenten Auswahl und Verwaltung von Netzwerkprotokollen und Kommunikationsstandards Bandbreiten-Verwaltung und -Allokation Integration heterogener Netze Performance-Überwachung der Netze

Abb. 16.31 Aufgaben des IT-Infrastruktur-Managements (Beispiele)

Zu den Aufgaben des IT-Infrastruktur-Managements bezüglich der Verarbeitungstechnik gehört es, die Anforderungen der Anwendungssysteme und IT-Prozesse an die Funktionen der grundlegenden Verarbeitungstechnik unter Beachtung betriebswirtschaftlicher Kriterien zu erfüllen. Die Anforderungen an die Verarbeitung sind vielfältig und variieren in Abhängigkeit von verschiedenen nutzungsbezogenen Faktoren, z. B. (vgl. Krcmar 2005, S. 249):

- der zeitlichen Abwicklung der Verarbeitung,
- der Zahl der Nutzer, die gleichzeitig mit dem System arbeiten,
- der Art der Programmnutzung bei Mehrbenutzersystemen,
- dem Ort der Programmausführung sowie
- der Herkunft der Daten.

Zur Erfüllung dieser Anforderungen hat das IT-Infrastruktur-Management die Wahl zwischen folgenden technischen Verarbeitungsalternativen:

- Single- und Multitasking Betrieb,
- Ein- oder Mehrprozessor-Systeme,
- Online- oder Offline-Betrieb,
- lokale oder entfernte Verarbeitung sowie
- Stapel(Batch)- oder Echtzeitverarbeitung.

Die technischen Details dieser Verarbeitungs- und Nutzungsformen wurden ausführlich in Teil A behandelt und werden hier nicht weiter vertieft. Zudem interessiert sich das Informationsmanagement in diesem Zusammenhang weniger dafür, wie die jeweilige Lösung technisch realisiert wird, sondern vielmehr dafür, welche Auswirkungen bezüglich der Kosten und des Nutzens damit verbunden sind. Dabei ist häufig zwischen gegenläufigen Zielen und Interessen abzuwegen. So kann ein Mehrprozessor-System zwar die Verarbeitungsgeschwindigkeit bei moderaten Anschaffungskosten signifikant erhöhen; allerdings stehen dem unter Umständen erhöhte Softwarelizenzkosten gegenüber.

Eine weitere wichtige Entscheidung des IT-Infrastruktur-Managements betrifft die Wahl zwischen zentraler und dezentraler Verarbeitung, die im Einzelfall und unter Abwägung betriebswirtschaftlicher und technischer Aspekte zu treffen ist. Einen Überblick über wichtige Argumente für und gegen eine verteilte Informationsverarbeitung gibt Abb. 16.32.

Bei allen Entscheidungen muss das IT-Infrastrukturmanagement die zukünftige technologische Entwicklung berücksichtigen, soweit diese absehbar ist. In Zusammenhang mit Prognosen zum Entwicklungsfortschritt bei der Rechenleistung von Prozessoren wird z. B. „**Moore's Law**“ eine gewisse Bedeutung beigemessen. Es handelt sich dabei um eine von Gordon Moore (1965) empirisch ermittelte Aussage, der zufolge die Dichte der Transistoren je Chip in der Zeit exponentiell zunimmt und sich etwa alle 12 Monate verdoppelt.

Pro dezentrale Verarbeitung	Pro zentrale Verarbeitung
Geringe Anfangskosten	Größere Fähigkeiten der Hardware
Bessere Größenvariation	Bessere Lastverteilung (zeitlich und kapazitativ)
Innovativ	Weniger Datenredundanz
Autonome Nutzer (Motivation)	Höhere Datenintegrität
Einfachere Datenpflege	Anwendung einheitlicher Verarbeitungsverfahren
Individuelle Verarbeitungsverfahren anwendbar	Besser qualifiziertes Personal
Zurechenbarkeit der Kosten	Weniger Aus- und Fortbildungsaufwand

Abb. 16.32 Argumente für und gegen eine verteilte Informationsverarbeitung (vgl. Helber 1981)

Später änderte er diesen Wert auf 24 Monate. Im gleichen Zeitraum fallen jedoch die Kosten pro Leistungseinheit.

Obwohl es sich eher um eine Faustregel denn um ein Gesetz im naturwissenschaftlichen Sinne handelt, hat sich Moore's Law mittlerweile zu einer Art Benchmark für die Chipindustrie entwickelt. Das Gesetz hat somit inzwischen den Charakter einer selbsterfüllenden Prophezeiung angenommen. Die Industrie setzt alles daran, wettbewerbsfähig zu bleiben und nicht hinter den Anforderungen des Moore'schen Gesetzes zurückzubleiben. Das Gesetz gilt daher nach Mann (2000) als einer der wichtigsten Treiber für Innovationen in der Chipindustrie.

Eine weitere aktuelle Entwicklung auf dem Gebiet der verteilten Informationsverarbeitung und des Hochleistungsrechnens ist das so genannte **Grid Computing** (vgl. Abschn. 2.4.2). Nach anfänglich rein wissenschaftlichen Anwendungen wird Grid Computing inzwischen verstärkt in Unternehmen und staatlichen Organisationen eingesetzt (vgl. Neumann et al. 2006). Ein bekannt gewordenes Beispiel für eine Anwendung im nicht-kommerziellen Bereich ist das Cancer Project, bei dem mehr als 3.600.000 Teilnehmer ihre ungenutzte Rechenkapazität unentgeltlich zur Verfügung stellten, um einzelne Moleküle daraufhin zu untersuchen, wie wirksam sie im Kampf gegen Krebs eingesetzt werden können. In kommerziellen Szenarien können Unternehmen Ressourcen eines Grid nutzen, um für Spitzenlasten ausreichend Kapazitäten zu besitzen. Spitzenlasten können bei Geschäftsmodellen mit stark saisonalen Abhängigkeiten auftreten, z. B. an Weihnachten. Gleicher gilt, wenn an einem Stichtag enorm viele Transaktionen verarbeitet werden müssen, z. B. bei Jahresabschlüssen von Finanzdienstleistern oder in der Rechnungsstellung von Telekommunikations- und Energiekonzernen. Ohne Grid Computing müssen diese Unternehmen benötigte Spitzen-Kapazität selbst vorhalten, obwohl im Regelbetrieb deutlich weniger benötigt wird. Dies führt zu hohen Kosten, die durch Grid Computing vermieden werden können.

Bei der Nutzung des Grid Computing in kommerziellen Anwendungen ist die Sicherstellung der Verfügbarkeit der aus dem Grid bezogenen Rechenleistung nicht ganz un-

problematisch. Weitere Probleme stellen sich im Zusammenhang mit der dynamischen Allokation freier Ressourcen zu den Ressourcen-Nachfragern. Welche Mechanismen (z. B. Auktionsverfahren) für diese Allokation von Ressourcen konkret geeignet sind, welche rechtlichen (z. B. Datenschutz, Softwarelizenzen) und organisatorischen (z. B. Marktplätze für Grid-Ressourcen) Fragestellungen sich daraus ergeben, ist Gegenstand der Forschungsrichtung Grid Economics.

16.3.2.2 Anwendungssystem-Management

Nach Abschluss eines Entwicklungs- oder Einführungs-Projekts geht ein Anwendungssystem in den laufenden Betrieb über. Während dieser Nutzungszeit, die in der Regel mehrere Jahre umfasst, entwickelt sich das Umfeld, in dem ein Anwendungssystem eingesetzt wird, ständig weiter. Aus diesen Umfeldveränderungen resultieren wiederum Änderungen der Anforderungen an die in einem Unternehmen eingesetzten Anwendungssysteme, die eine permanente Anpassung des Anwendungssystem-Bestandes erfordern. Dafür zuständig ist das Anwendungssystem-Management.

► Als **Anwendungssystem-Management** bezeichnet man die laufende Überwachung und Anpassung des in Betrieb befindlichen Anwendungssystem-Bestandes unter Wirtschaftlichkeitsgesichtspunkten sowie unter Berücksichtigung der Vorgaben der strategischen Informationssystemplanung.

Als Ursachen dieses Anpassungsbedarfs lassen sich folgende Änderungsfaktoren nennen (vgl. Heinrich und Lehner 2005, S. 236 f.):

- Die laufende Weiterentwicklung der IuK-Technologien bezüglich ihrer Leistungsfähigkeit, Wartbarkeit, Sicherheit und Benutzerfreundlichkeit führt gegenüber den im Einsatz befindlichen Anwendungssystemen zu einer im Zeitablauf immer größer werdenden **Technologielücke**.
- Organisatorische Umstrukturierungen, wie z. B. der Übergang zur Geschäftsprozessorientierung, oder Veränderungen am Geschäftsmodell eines Unternehmens führen zu neuen Aufgaben und damit zu neuen Anforderungen an die Leistungsfähigkeit und den Funktionsumfang der Anwendungssysteme.
- Schließlich sind Veränderungen bezüglich der menschlichen Aufgabenträger, z. B. eine höhere Qualifikationsanforderung oder höhere Ansprüche an die Benutzerfreundlichkeit und Ergonomie der eingesetzten Technologien, eine weitere Ursache für gestiegene Anforderungen an Leistung und Funktionalität der im Unternehmen eingesetzten Technologien und Anwendungssysteme.

Zur Deckung des Anpassungsbedarfs stehen dem Anwendungssystem-Management folgende Maßnahmen zur Verfügung:

- Die Wartung von Anwendungssystemen, d. h. die inkrementelle Anpassung einzelner Anwendungssysteme während der Nutzungsdauer mit dem Ziel, die Verwendbarkeit und Betriebssicherheit der Software zu erhalten. Dies kann z. B. durch die Fehler-Korrektur oder -Vorbeugung (korrektive oder präventive Wartung), durch die Anpassung an geänderte technische Bedingungen (adaptive Wartung) sowie durch die Ergänzung oder Verbesserung von Funktionen (perfektionierende Wartung) geschehen.
- Die Modernisierung von Anwendungssystemen, d. h. die grundlegende, über die Wartung hinausgehende Veränderung eines bestehenden Anwendungssystems. Beispiele für eine Modernisierung sind die Umstellung von einer Datei-orientierten Datenhaltung auf eine relationale Datenbank oder der Übergang von einem traditionellen Kommissioniersystem mittels Pickliste in einem Handelskonzern zu einem Pick-by-Vision-Verfahren (vgl. Abschn. 6.1.3).
- Die Abschaffung eines Anwendungssystems aus dem Bestand. Wird die Funktionalität des Altsystems nicht mehr benötigt, z. B. weil die damit unterstützten Prozesse obsolet geworden sind oder durch andere Anwendungssysteme bereits besser abgedeckt werden, wird es ersatzlos aus dem Betrieb genommen. Andernfalls wird das Altsystem durch eine funktionsähnliche neue Individual- oder Standardsoftware ersetzt.

Zu den zentralen Aufgaben des Anwendungssystem-Managements gehört die Planung von Wartungs- und Modernisierungsmaßnahmen sowie des Zeitpunktes der Abschaffung oder des Ersatzes eines Anwendungssystems. Die diesbezüglichen Entscheidungen sind abhängig von verschiedenen Faktoren wie der Dauer der bisherigen Nutzung, der zu erwartenden Gesamtnutzungsdauer, den kumulierten bisherigen und den zukünftig zu erwartenden Kosten sowie dem bisherigen und dem zukünftig zu erwartenden Nutzen des Anwendungssystems. Dabei muss das Management z. B. abwägen, ob eine subjektiv stark empfundene Technologielücke zwingend die Ablösung eines Anwendungssystems erfordert, oder ob objektiv betrachtet die Anforderungen mit dem Altsystem nach wie vor in vertretbarer Qualität erfüllt werden.

Betriebswirtschaftlich fundierte Entscheidungen des Anwendungssystem-Managements müssen daher die dynamische Entwicklung der Nutzungsintensität sowie die Entwicklung von Kosten und Nutzen über den gesamten Nutzungszeitraum eines Anwendungssystems von seiner Entwicklung bis zu seiner Abschaffung berücksichtigen. Man spricht in diesem Zusammenhang von dem Lebenszyklus eines Anwendungssystems. Ein exemplarischer Lebenszyklus eines Anwendungssystems (Individualentwicklung) ist in Abb. 16.33 wiedergegeben.

Die Kurvenverläufe in Abb. 16.33 geben zeitbezogen die Kosten, den Nutzen und die Nutzungsintensität eines typischen Anwendungssystems wieder. Dabei werden sechs Phasen des Lebenszyklus unterschieden (vgl. Krcmar 2005, S. 146 f.; Heinrich und Lehner 2005, S. 238 f.):

- Während der Entwicklung ist das Anwendungssystem noch nicht einsatzbereit, stiftet somit auch noch keinen Nutzen. Zwar fallen in dieser Phase die höchsten Kosten im

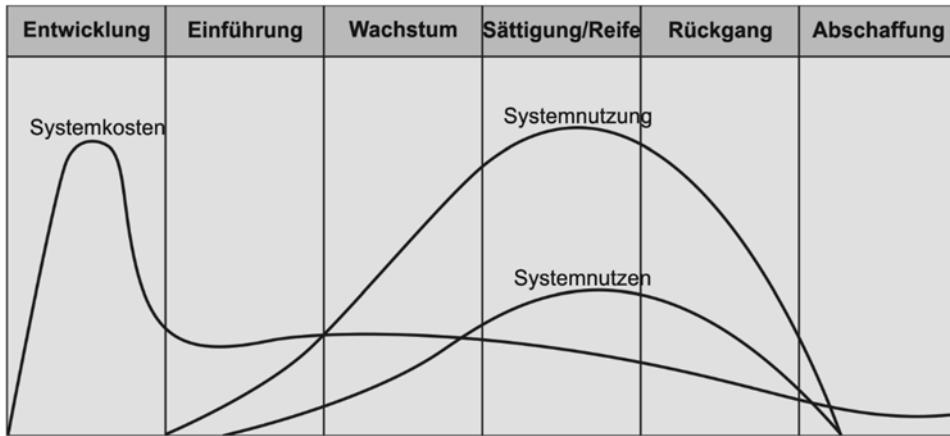


Abb. 16.33 Lebenszyklus eines Anwendungssystems (vgl. Krcmar 2005, S. 147)

Vergleich zu allen anderen Phasen an. Für betriebswirtschaftliche Entscheidungen sind jedoch die kumulierten Kosten relevant; diese können während der folgenden Nutzungsphasen durchaus das Niveau der Entwicklungskosten erreichen.

- In der Einführungsphase – eine schrittweise Einführung unterstellt – nimmt die Nutzung kontinuierlich zu. Kosten fallen vor allem für die Beseitigung von Fehlern und der Schulung der Mitarbeiter an.
- In der folgenden Wachstumsphase kann das System in vollem Umfang genutzt werden. Die Nutzungsintensität nimmt mit der produktiven Bewährung und aufgrund der noch wachsenden Anwenderzahl weiter zu.
- Mit Eintritt in die Phase der Sättigung/Reife erreicht die Nutzungsintensität ihren Höhepunkt und stagniert. Die Benutzer ziehen jetzt den größtmöglichen Nutzen aus dem Anwendungssystem. Gleichzeitig treten erste Veränderungen im Umfeld zu Tage, wie z. B. das Aufkommen konkurrierender Anwendungssysteme und verbesserter Technologien oder eine Änderung der unterstützten Aufgaben.
- Der rasch fortschreitende Rückgang der Nutzungsintensität in der nächsten Phase ist eine Folge der weiter abnehmenden komparativen Vorteile des Anwendungssystems.
- Ist ein wirtschaftlicher Betrieb des Anwendungssystems nicht mehr gewährleistet, ist eine Entscheidung über die Ablösung des Anwendungssystems oder seine ersatzlose Abschaffung zu fällen. Kosten entstehen in dieser Phase im Zuge der Außerbetriebnahme und gegebenenfalls aufgrund nicht sofort kündbarer Lizizenzen. Bei der Entscheidungsfindung wird das Anwendungssystem-Management durch das IT-Produkt-Controlling (vgl. Abschn. 16.4.3.2) unterstützt.

16.3.2.3 IT-Service-Management

Mit der Zunahme der Verbreitung, der Komplexität und der Kosten der in Unternehmen eingesetzten IuK-Technologien hat sich das Verständnis der Rolle des IV-Bereichs ge-

wandelt. Die Sichtweise der IV-Abteilung als bloßen Bereitsteller von Hard- und Softwaresystemen ist dem Bild eines Servicegebers gewichen, der die Geschäftsprozesse der Servicenehmer – interner Fachabteilungen, aber auch externer Unternehmen – mit IV-Dienstleistungen (in der Literatur meist als IT-Services bezeichnet) unterstützt. Damit einher ging oftmals auch eine Statusänderung der IV-Abteilung in ein Cost-Center, Profit-Center oder Service-Center. Was den Dienstbegriff betrifft, sei auf eine allgemeine Definition in Abschn. 4.3.4 sowie die Definition eines Webservice in Abschn. 4.6 verwiesen. Ähnlich grenzen Heinrich und Lehner (2005, S. 290) den Begriff des IT-Service unter Betonung des Zwecks eines IT-Service ab:

- Ein **IT-Service**, seltener als IV-Dienstleistung oder IT-Dienstleistung bezeichnet, ist ein Verbund von IT-Funktionen, welche der Unterstützung eines oder mehrerer Geschäftsprozesse dienen und vom Servicenehmer als Einheit wahrgenommen werden.

Aufgrund der großen Abhängigkeit der Geschäftsprozesse von der informationstechnologischen Unterstützung stellt die jederzeit anforderungsgerechte Bereitstellung der IT-Services eine für den Unternehmenserfolg kritische Aufgabe dar. Stehen IT-Services über einen längeren Zeitraum nicht oder in unzureichender Zuverlässigkeit und Qualität zur Verfügung, kann dies für ein Unternehmen schwerwiegende wirtschaftliche Folgen haben.

Vor diesem Hintergrund besteht die Aufgabe des **IT-Service-Managements** darin, durch die laufende Koordination, Steuerung und Kontrolle aller Prozesse der IV-Leistungserstellung die Bereitstellung aller benötigten IT-Services, unter Beachtung von Wirtschaftlichkeits- und Kostenzielen, in der geforderten Qualität und Verfügbarkeit zu gewährleisten (vgl. OGC 2005).

Angesichts der Vielfalt und Komplexität der IT-Services bedarf es detaillierter Regelungen, um Effektivität und Effizienz des Service-Betriebs sicher zu stellen. Von verschiedenen Initiatoren werden inzwischen umfassende Referenz-Regelwerke für das IT-Service-Management vorgelegt, die in engem Zusammenhang mit der Veröffentlichungen von Rahmenwerken für die IT-Governance stehen. Sie betreffen die Planung, Vereinbarung, Koordination und Kontrolle von Leistungsvereinbarungen zwischen IT-Servicegebern und -nehmern. Rahmenwerke zum IT-Service-Management wurden bereits in Abschn. 16.2.5.3 erwähnt. Diese Rahmenwerke bieten einen umfassenden und strukturierten Überblick über die Aufgaben des IT-Service-Managements. Die weiteren Ausführungen gehen daher näher auf Rahmenwerke für das IT-Service-Management ein.

Rahmenwerke zum IT-Service-Management lassen sich in zwei Gruppen einteilen (vgl. z. B. Häusler et al. 2005):

- herstellerunabhängige Rahmenwerke und
- herstellerabhängige Rahmenwerke.

Ein Beispiel für ein verbreitetes herstellerunabhängiges Rahmenwerk für das IT-Service-Management ist **ITIL**. Auch **CobiT** als herstellerunabhängiges, allgemeines IT-

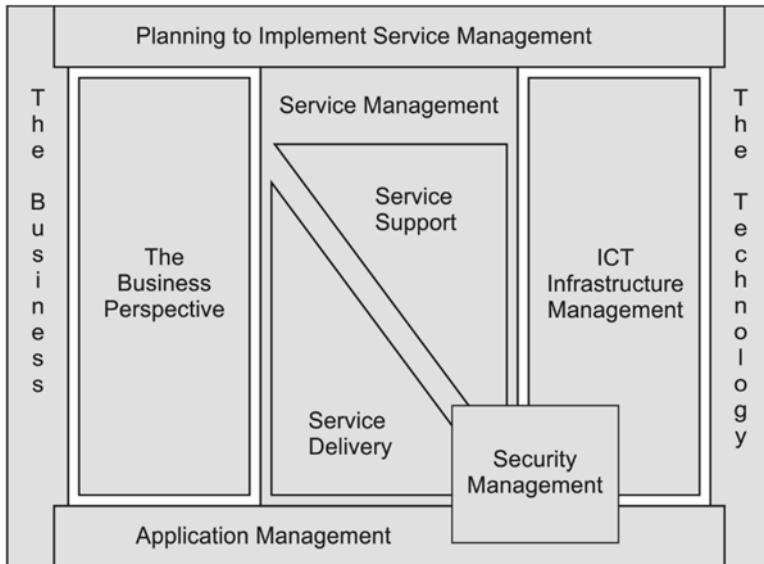


Abb. 16.34 Rahmenstruktur der ITIL-Publikationen (vgl. OGC 2005)

Governance-Rahmenwerk enthält Empfehlungen zum IT-Service-Management, insbesondere im Modul Deliver & Support. Da CobiT bereits in Abschn. 16.2.5.3 vorgestellt wurde, soll im Folgenden lediglich auf ITIL etwas näher eingegangen werden.

ITIL (Information Technology Infrastructure Library) wurden von der CCTA (Central Computer and Telecommunications Agency) im Auftrag der britischen Regierung entwickelt und Ende der 1980er-Jahre vorgelegt. Seit 2001 wird ITIL vom OGC (Office of Government Commerce) weiterentwickelt. ITIL zielte ursprünglich auf die Gewährleistung eines zweckmäßigen IT-Einsatzes in britischen Ministerien ab. Als Sammlung von Best Practices beschreibt es vor allem, „was“ zu regeln ist, und überlässt die Spezifikation des „wie“ weitgehend den anwendenden Organisationen. ITIL umfasst – über mehrere so genannte Bücher verteilt – eine große Anzahl von Prozessbeschreibungen, die sich in sieben Hauptbereiche einteilen lassen (vgl. Abb. 16.34).

Die Basis der ITIL-Bibliothek bildet das **Service Management**, das die beiden Hauptbereiche Service Delivery (vgl. OGC 2002a) und Service Support (vgl. OGC 2002b) umfasst. Mit beiden Hauptbereichen – die zu den wichtigsten und am häufigsten umgesetzten ITIL-Bereichen gehören – wird ein prozess- und serviceorientierter Ansatz für das IT-Service-Management vorgegeben.

Der Bereich **Service Support** umfasst folgende (Referenz-)Prozesse:

- Das Configuration Management, das das logische Modell der IT-Infrastruktur und die Verwaltung aller Konfigurationen der eingesetzten Anwendungssysteme betrifft.
- Das Problem Management, das auf die nachhaltige Minimierung der Auswirkungen von Störungen durch die Behebung der grundlegenden Ursachen von IT-Problemen in den unterstützten Geschäftsprozessen abzielt.

- Das Incident Management, das dafür sorgt, dass der Service-Betrieb bei Störungen schnell wiederhergestellt wird. Im Gegensatz zum Problem Management strebt es kurzfristige Lösungen an.
- Das Change Management, das Verfahrensweisen anbietet, um Änderungen an der IT-Infrastruktur zu bewältigen.
- Das Service bzw. Help Desk, das eine Voraussetzung für die Bearbeitung von Support-Fragen der Anwender darstellt.
- Das Release Management, das der Koordination von Release-Änderungen dient und somit im Rahmen von Änderungen an Soft- oder Hardware tätig wird.

Der Bereich **Service Delivery** erstreckt sich auf folgende (Referenz-)Prozesse:

- Das Service Level Management, das sicherstellt, dass klare Vereinbarungen zwischen IT-Service-Erbringer und -nehmer über die bereitzustellenden IT-Services getroffen und dokumentiert werden, und deren Einhaltung überwacht.
- Das Capacity Management, das die bedarfsgerechte Bereitstellung von IT-Ressourcen (z. B. Rechenleistung, Speicherkapazität) für die Unternehmensprozesse sichert und deren Kapazitätsauslastung verwaltet.
- Das Financial Management, das Empfehlungen zur Budgetierung und Verrechnung der Kosten der IT-Komponenten enthält.
- Das Availability Management, das die Sicherstellung der Verfügbarkeit von IT-Services im Bedarfsfall betrifft.
- Das Continuity Management, das Pläne zur Sicherung und Wiederherstellung des IT-Service-Betriebs bei Total- oder Teilausfall von IT-Ressourcen innerhalb vereinbarter Zeiten bereitstellt.

Die Leistungsvereinbarungen (engl. **Service Level Agreements**) des Service-Level-Managements sind ein zentrales Instrument des operativen IT-Controllings. Die Ziele und Aufgaben des Service-Level-Managements sowie Inhalt und Zweck von Service Level Agreements werden daher im Zusammenhang mit dem operativen IT-Controlling in Abschn. 16.4.4.3 näher erläutert.

ITIL ist ein umfassender und verbreiteter Ansatz, auf den insbesondere auch Consulting-Unternehmen und Zertifizierungsorganisationen zurückgreifen. Allerdings ist die Einführung von ITIL mit erheblichen Kosten verbunden und nur für größere Organisationen/Unternehmen angezeigt. Kritisch anzumerken ist auch, dass ITIL zwar detaillierte Prozessbeschreibungen enthält, von den Zusammenhängen zwischen den Prozessen jedoch abstrahiert, da wechselseitige Input-Output-Beziehungen nicht dargestellt werden (vgl. Krcmar 2005, S. 366). So bleiben wichtige Möglichkeiten zur Optimierung unberücksichtigt. Teilweise sind die ITIL-Modelle insofern inkonsistent, als die einzelnen Prozessbereiche auf unterschiedlichen Detaillierungsniveaus beschrieben sind. Trotz dieser Schwachpunkte besitzt ITIL als umfassendes Referenzwerk mit Musterprozessen für alle Bereiche des IT-Service-Managements eine große praktische Bedeutung. Dies machen auch zahlreiche Adaptionen von ITIL durch namhafte Unternehmen deutlich.

Als Beispiele für herstellerabhängige Rahmenwerke für das IT-Service-Management wurden in Abschn. 16.2.5.3 bereits MOF und HP ITSM genannt. Sie sollen hier jeweils nur kurz charakterisiert werden.

MOF (Microsoft Operational Framework) ist eine Weiterentwicklung von ITIL, die eine Anpassung des Rahmenwerks an Microsoft-Technologien zum Ziel hat. MOF wurde im Jahre 2000 vorgestellt und umfasst die drei Teilmodelle: Prozessmodell, Teammodell und Risikomodell.

HP ITSM (IT Service Level Model) wurde 1996 in der 1. Version vorgestellt und von der HP Consulting (Hewlett Packard Consulting) zur zwischenzeitlich 3. Version weiterentwickelt. Insbesondere wurde das Werk um ITIL-Themen ergänzt. HP ITSM sieht fünf Hauptprozesse vor: Service Delivery Assurance, Business IT Alignment, Service Design and Management, Service Development and Deployment sowie Service Operations.

Die im Vergleich zu den anderen Rahmenwerken hervorgehobene Rolle von ITIL wird daran deutlich, dass ITIL inzwischen als De-facto-Standard gilt.

16.3.3 Instrumente des operativen Informationsmanagements

Analog zu den **Instrumenten des strategischen Informationsmanagements** werden hier als Instrumente des operativen Informationsmanagements alle Methoden, Verfahren und Techniken bezeichnet, die der Unterstützung der Aufgaben des operativen Informationsmanagements dienen. Zu diesen Instrumenten gehören grundsätzlich auch die Methoden und Techniken zur Geschäftsprozessmodellierung und zur Entwicklung von Anwendungssystemen. Darüber hinaus weisen die Instrumente des operativen Informationsmanagements enge Bezüge zu den Instrumenten des operativen IT-Controllings auf. Dies betrifft insbesondere die Methoden und Verfahren zur Steuerung und Kontrolle des IV-Betriebs. Da diese Instrumente jeweils an anderer Stelle behandelt werden, wird im Folgenden lediglich auf die Function-Point-Methode als weithin anerkanntes Instrument zur Aufwandsschätzung von IV-Entwicklungsprojekten eingegangen.

Die **Function-Point-Methode** zur Aufwandsschätzung von IV-Entwicklungsprojekten wurde 1979 entwickelt und gilt bis heute als eine der wichtigsten Methoden zur Aufwandsschätzung für Projekte zur Entwicklung von betriebswirtschaftlichen Anwendungssystemen. Der Function-Point-Methode liegt die Annahme zu Grunde, dass der Aufwand zur Durchführung eines Entwicklungsprojekts neben dem Umfang auch vom Schwierigkeitsgrad der zu lösenden Teilaufgaben abhängt. Die Grundidee des Verfahrens besteht daher darin, die Gesamtaufgabe in Teilaufgaben zu zerlegen und diesen anschließend entsprechend ihrem Umfang und ihrer Schwierigkeit Punktewerte, so genannte „Function Points“, zuzuweisen. Auf Basis dieser Punktewerte lässt sich schließlich der gesamte zeitliche Aufwand des Entwicklungsprojekts abschätzen.

Die Function-Point-Methode gliedert sich in folgende Schritte, die im Weiteren jeweils kurz erläutert werden:

- (1) Ermittlung und Kategorisierung der Teilfunktionen des Gesamtsystems,
- (2) Gewichtung der Funktionen,
- (3) Einbeziehung der Einflussfaktoren,
- (4) Berechnung der Function Points sowie
- (5) Ermittlung des gesamten Projektaufwands.

Im ersten Arbeitsschritt wird die gesamte Entwicklungsaufgabe nach funktionalen Kriterien zerlegt. Die auf diese Weise ermittelten Einzelfunktionen werden jeweils einer der folgenden Funktionskategorien zugeordnet:

- Dateneingaben: Hierzu zählen Bildschirmeingaben, Eingaben über Speichermedien und Belegleser sowie über sonstige Schnittstellen.
- Datenausgaben: Diese Kategorie umfasst Bildschirm-, Listen- und Formularausgaben sowie Ausgaben auf Datenspeicher und über sonstige Schnittstellen.
- Abfragen: Hierzu gehören alle Suchvorgänge in Datenbeständen, die nicht zu Datenänderungen führen und deren Ergebnis am Bildschirm angezeigt wird.
- Datenbestände: Jeder Datenbestand, der für die Zwecke des zu entwickelnden Anwendungssystems gepflegt und gesichert werden muss, fällt in diese Kategorie.
- Referenzdaten: Dieser Kategorie gehören alle Datenbestände an, die nicht von dem zu entwickelnden Anwendungssystem angelegt, sondern von anderen Anwendungssystemen bereitgestellt werden.

Am Ende des ersten Arbeitsschritts liegt das Mengengerüst vor, d. h. der gesamte Funktionsumfang des Projekts geordnet nach Funktionskategorien.

Im zweiten Arbeitsschritt werden die ermittelten Funktionen nach ihrer Komplexität gewichtet. Dazu liefert die Function-Point-Methode für jede Funktionskategorie Kriterien zur Komplexitätsbewertung. Diese bilden die Grundlage für die Klassifizierung jeder einzelnen Funktion als „einfach“, „mittel“ oder „komplex“. Jede dieser drei Komplexitätsklassen erhält abhängig von der jeweiligen Funktionskategorie einen Gewichtungsfaktor. Abb. 16.35 veranschaulicht die Klassifizierung der Teilfunktionen am Beispiel der Funktionskategorie „Dateneingaben“. Schließlich wird die Summe der Komplexitätsgewichte über alle Einzelfunktionen ermittelt. Als Ergebnis dieses Arbeitsschritts erhält man den mit der Komplexität gewichteten Funktionsumfang des Projekts.

Der dritte Arbeitsschritt bewertet besondere Einflussfaktoren des Anwendungsumfeldes in Bezug auf den Projektaufwand. Zu diesen Einflussfaktoren gehören z. B. die Verflechtung mit anderen Anwendungssystemen, eine außergewöhnlich schwierige und komplexe Verarbeitungslogik, ein großer Konvertierungsaufwand bei der Übernahme von Datenbeständen, sowie dezentrale Datenhaltung und -verarbeitung. Jeder Einflussfaktor wird auf einer Skala von 0 (kein Einfluss auf den Projektaufwand) bis 5 (starker Einfluss auf den Projektaufwand) bewertet.

Im vierten Arbeitsschritt werden die Function Points berechnet. Dazu wird der im zweiten Arbeitsschritt ermittelte Funktionsumfang – die Summe der Komplexitätswerte –

Merkmale	einfach	mittel	komplex
Anzahl unterschiedlicher Datenelemente	1 bis 5	6 bis 10	>10
Eingabeprüfung	formal	formal logisch	formal logisch Datenbank-Zugriff
Anforderung an die Bedienerführung	gering	normal	hoch
Cursor-Handhabung	einfach	mittel	schwierig
Gewicht	3	4	6

Abb. 16.35 Klassifizierung der Komplexität von Funktionen der Kategorie „Dateneingaben“ (vgl. Heinrich und Lehner 2005, S. 440)

mit dem so genannten Einflussgrad multipliziert. Letzterer errechnet sich aus der Summe der bewerteten Einflussfaktoren, deren Streubreite durch Normierungsparameter begrenzt wird.

Schließlich kann im fünften Arbeitsschritt der zu erwartende Projektaufwand aus den Function Points des vorangehenden Arbeitsschritts abgeleitet werden. Dazu wird auf eine unternehmensspezifische Projektaufwandsdaten-Tabelle zurückgegriffen. Diese weist für alle Projekte der Vergangenheit jeweils die ermittelten Function Points und den tatsächlich entstandenen Projektaufwand (Kosten oder Personen-Monate) aus.

Die Vorteile der Function-Point-Methode liegen vor allem in ihrer Klarheit und Strukturiertheit, die einerseits eine differenzierte Aufwandsschätzung erlauben und andererseits die Verständlichkeit der Methode auch für Mitarbeiter und Führungskräfte ohne vertiefte IT-Kenntnisse sicherstellen. Darüber hinaus erlaubt sie bereits zu einem frühen Projektstadium eine fundierte Schätzung. Ein weiterer Vorteil besteht darin, dass alle Schritte der Function-Point-Methode implementierungsunabhängig sind, d. h. von der Art und Weise der späteren Implementierung, z. B. der Wahl der Programmiersprache oder des Entwicklungsparadigmas, wird weitgehend abstrahiert.

16.4 IT-Controlling

In den vergangenen Dekaden hat sich die Rolle der IuK-Technologien in den Unternehmen grundlegend gewandelt, vom bloßen Rationalisierungsinstrument hin zum gewichtigen Wettbewerbsfaktor. Damit einher gingen eine starke Zunahme der Breite und Intensität des Einsatzes von IuK-Technologien sowie ihrer Komplexität und Heterogenität. So ist es nicht verwunderlich, wenn die Kosten der Informationsverarbeitung inzwischen – je nach Branche – zwischen 3 % und 15 % des Umsatzes eines Unternehmens erreichen (vgl. Krcmar und Son 1994). Für das Informationsmanagement stellt sich daher die Aufgabe, mit der Ressource Information in wirtschaftlicher Weise umzugehen und einen Planungs-,

Steuerungs- und Kontrollmechanismus einzurichten, der sowohl einen effektiven als auch effizienten Einsatz von IuK-Technologien gewährleistet. Der mit dieser Aufgabe grob umrissene Aktivitätsbereich wird gemeinhin als IT-Controlling bezeichnet. Das IT-Controlling als Teilgebiet des Informationsmanagements wird im vorliegenden Abschnitt näher betrachtet.

In Abschn. 16.4.1 werden zunächst einige begriffliche und konzeptionelle Grundlagen des IT-Controllings betrachtet, wobei die gängige Unterscheidung zwischen strategischen und operativen Aspekten besondere Beachtung findet. Abschn. 16.4.2 behandelt daher das strategische und Abschn. 16.4.3 das operative IT-Controlling. Im Vordergrund stehen dabei spezifische Aufgaben und konzeptionelle Aspekte. Auf die Vielzahl der Methoden und Instrumente, die zur Unterstützung der Aktivitäten des IT-Controllings herangezogen werden können, geht der Abschn. 16.4.4 ein. Präsentiert werden eine Übersicht sowie ausgewählte Instrumente des strategischen und des operativen IT-Controllings.

16.4.1 Grundlagen des IT-Controllings

Im vorliegenden Abschnitt werden einige grundlegende begriffliche und konzeptionelle Aspekte des IT-Controllings beleuchtet. Behandelt werden im Einzelnen: Begriff und Wesen des IT-Controllings (vgl. Abschn. 16.4.1.1), Objekte und Ebenen des IT-Controllings (vgl. Abschn. 16.4.1.2) und ein Rahmenkonzept des IT-Controllings (vgl. Abschn. 16.4.1.3).

16.4.1.1 Begriff und Wesen des IT-Controllings

Ähnlich wie das Prozesscontrolling (vgl. Abschn. 14.5) stellt das IT-Controlling eine Spezialisierung des allgemeinen Controllings dar, das auf die Unterstützung der Unternehmensführung abzielt. So soll z. B. nach Horvath (2003, S. 148 ff.) das Controlling durch Koordination der Planungs-, Steuerungs- und Überwachungsmaßnahmen sowie durch Informationsversorgung der Unternehmensführung die Effektivität und Effizienz der Unternehmensaktivitäten in den einzelnen Unternehmensbereichen sicherstellen. Gegenstand des IT-Controllings ist dagegen der Einsatz von IuK-Technologien bzw. die Informationsverarbeitung in einem Unternehmen. Auf diesen Aktivitätsbereich lassen sich die Ansätze und Konzepte des allgemeinen Controllings in analoger Weise übertragen (vgl. Kärgel 2000; Küpper 2001)).

Wie das allgemeine Controlling wird auch das IT-Controlling als eine Querschnittsfunktion aufgefasst, jedoch in Bezug auf das Informationsmanagement. Sie lässt sich etwa wie folgt abgrenzen.

- Das **IT-Controlling** soll durch Koordination der Planungs-, Steuerungs- und Überwachungsmaßnahmen sowie durch Informationsversorgung des Informationsmanagements die Effektivität und Effizienz der Informationsverarbeitung in den einzelnen Unternehmensbereichen sicherstellen.

Als Ziele des IT-Controllings werden vor allem genannt (vgl. z. B. Krcmar 2005, S. 289; Gabriel und Beier 2003, S. 16):

- Herstellung von Transparenz zur Sicherung und Unterstützung unternehmerischer Entscheidungen im IT-Bereich und in der Informationswirtschaft.
- Planung, Steuerung und Kontrolle der Wirtschaftlichkeit und der Wirksamkeit aller IT-Prozesse, deren Ressourcen und der Infrastruktur im Unternehmen.
- Informationsversorgung und Koordination der primären Führungsfunktionen (Planung, Entscheidung, Steuerung und Kontrolle) des Informationsmanagements.

Eine Einteilung in Formal- und Sachziele des IT-Controllings nehmen Krcmar und Buresch (2000) vor. Sie ordnen

- Effektivität und Effizienz der Informationsverarbeitungsprozesse den Formalzielen und
- Qualität, Funktionalität und Termineinhaltung den Sachzielen

zu.

Aus den umrissenen Zielen resultieren für das IT-Controlling etwa Aktivitäten wie Planung der Informationsversorgung und der Kommunikation im Unternehmen, Planung und Durchführung von IT-Projekten, Ermittlung der Wirtschaftlichkeit von IT-Projekten und installierten IT-Systemen, Verrechnung von IT-Kosten und -Leistungen sowie Überlegungen zum Outsourcing von IT-Bereichen. Nicht zuletzt hat das IT-Controlling auch sicherzustellen, dass die strategischen Ziele des Einsatzes von IuK-Technologien mit den strategischen Unternehmenszielen im Einklang stehen.

16.4.1.2 Objekte und Ebenen des IT-Controllings

Die weitere Präzisierung des IT-Controllings erfordert eine Untergliederung in Teilgebiete. Hierzu bieten sich unterschiedliche Einteilungskriterien an:

- Einteilung nach Controlling-Objekten bzw. Teilbereichen des gesamten IT-Komplexes.
- Einteilung nach der zeitlichen Reichweite des IT-Controllings in die beiden Ebenen des strategischen und des operativen Controllings.
- Einteilung nach dem Leistungserstellungsprozess in die beiden Bereiche der Erstellung und der Verwendung von IT-Leistungen.

Als Einteilungskriterien sind vor allem die Objekte und Ebenen des IT-Controllings von Bedeutung. Sie werden im Folgenden betrachtet.

In der Literatur werden verschiedene Ansätze zur Unterteilung der Objekte des IT-Controllings vorgestellt. Eine Auswahl von Ansätzen zeigt Abb. 16.36.

Mehrfach genannte und damit auf breitere Zustimmung stoßende Objekte oder Bereiche sind:

Quelle	RUTHEKOLCK (1990)	KRCMAR/ BURESCH (1994)	KARGL (1996)	VON DOBSCHÜTZ U.A. (2000)
Bezeichnung	Objekte	Elemente	Koordinationsfelder	Objekte
Unterteilung	IV-Infrastruktur Informations- systeme Daten Informationen	Ressourcen- Controlling Portfolio- Controlling Projekt- Controlling Produkt- Controlling Infrastruktur- Controlling	Strategische IuK- Planung Planung und Durchführung von IuK-Projekten Wirtschaftlichkeit Anwendungsbetrieb und DV-Infrastruktur Kosten- und Leistungs- verrechnung IuK-Organisation Outsourcing	Infrastruktur: Entwicklung und Wartung Produktion Service Anwendungen: Portfolio Projekte Produkte mit den Verbindun- gen: Wirtschaftlichkeit Leistungs- abrechnung Outsourcing

Abb. 16.36 Ansätze zur Unterteilung der Objekte des IT-Controllings

- Portfolio-Controlling,
- Projekt-Controlling,
- Produkt-Controlling,
- Infrastruktur-Controlling,
- Wirtschaftlichkeit,
- Kosten- und Leistungsverrechnung und
- Outsourcing.

Von diesen Nennungen stellen die Wirtschaftlichkeit ein Formalziel, die Kosten- und Leistungsverrechnung eher einen Methodenkomplex und das Outsourcing einen weniger zentralen Bereich dar. Die im Weiteren betrachteten Objekte des IT-Controllings werden daher auf die Bereiche Portfolio-, Projekt-, Produkt- und Infrastruktur-Controlling begrenzt.

Hinsichtlich der zeitlichen Reichweite der Controlling-Aufgaben lassen sich, wie bereits erwähnt, zwei Ebenen unterscheiden: Die strategische Ebene, die an den strategischen Zielen des IT-Controllings ausgerichtet und langfristig wirksame Planungs- und Steuerungsmaßnahmen umfasst, sowie die operative Ebene, auf der die regelmäßige und eher mittel- bis kurzfristige Überwachung der laufenden IT-Prozesse anzusiedeln ist. Auf der strategischen Ebene stellt sich die Frage nach der Effektivität des IT-Einsatzes oder anders formuliert: „Are we doing the right things?“. Dagegen geht es auf der operativen Ebene um die Effizienz des IT-Bereichs oder anders formuliert um die Frage: „Are we

Beschreibungsaspekte	Strategisches IT-Controlling	Operatives IT-Controlling
Formalziel	Effektivität (to do the right things)	Effizienz (to do the things right)
Zeitliche Reichweite	Langfristiger Zeithorizont	Mittel- bis kurzfristiger Zeithorizont
Erfolgspotentiale	Orientiert an der Schaffung neuer Erfolgspotentiale	Orientiert an der Ausnutzung vorhandener Erfolgspotentiale

Abb. 16.37 Kurze Charakterisierung der beiden Ebenen des IT-Controllings

doing the things right?“. Stellt man auf den Aspekt des Unternehmenserfolgs ab, so lässt sich die Beschreibung der beiden Ebenen analog der Charakterisierung des strategischen und operativen Managements wie folgt ergänzen: Das strategische IT-Controlling orientiert sich an der Schaffung neuer Erfolgspotenziale und das operative IT-Controlling an der Ausnutzung vorhandener Erfolgspotenziale. Abb. 16.37 fasst die Ausführungen zu den beiden Ebenen des IT-Controllings kurz zusammen.

Abb. 16.37 vermittelt lediglich ein erstes, grobes Bild des strategischen und operativen IT-Controllings. Es wird in den Abschn. 16.4.2 und 16.4.3, auch unter Einbeziehung der Objekte des IT-Controllings, verfeinert.

16.4.1.3 Rahmenkonzept des IT-Controllings

Aufgezeigt wurden bislang einige wesentliche Aspekte des IT-Controllings, die sich jedoch nicht zu einem vollständigen Bild zusammenfügen. In diesem Abschnitt wird daher ein auf Krcmar und Buresch (2000) zurückgehendes Rahmenkonzept vorgestellt, das sich durch eine umfassende Sicht auf das IT-Controlling auszeichnet (vgl. Abb. 16.38). Neben Objekten und Aufgabenbereichen bezieht es auch Ziele, Methoden und Werkzeuge sowie mit der Prozessorientierung auch Aspekte der konzeptionellen Ausrichtung ein.

Was den Bereich der Ziele betrifft, korrespondieren die Formalziele Effektivität und Effizienz mit den bereits erläuterten Ebenen des strategischen und des operativen Controllings. Die Sachziele beziehen sich dagegen auf konkret einzusetzende oder eingesetzte IuK-Technologien. Die damit zu erbringenden oder erbrachten IT-Leistungen müssen den jeweiligen qualitativen, funktionalen und terminlichen Anforderungen der Leistungsempfänger genügen.

Auf die besondere Bedeutung der integrierten Prozess- und Systemgestaltung für die Sicherung der Wettbewerbsfähigkeit eines Unternehmens wurde bereits hingewiesen. Ein derartiger Effekt wird sich jedoch nur erzielen lassen, wenn Prozessdefinition und -gestaltung sowie die Gestaltung unterstützender IuK-Technologien in wirksamer Weise aufeinander abgestimmt und verzahnt werden. Überlegungen des IT-Controllings zur effektiven und effizienten Nutzung von IuK-Technologien müssen daher grundsätzlich auch die Abstimmung mit der Prozessgestaltung einschließen. Dies kommt in der Prozessorientierung als einer tragenden Säule des IT-Controllings zum Ausdruck.

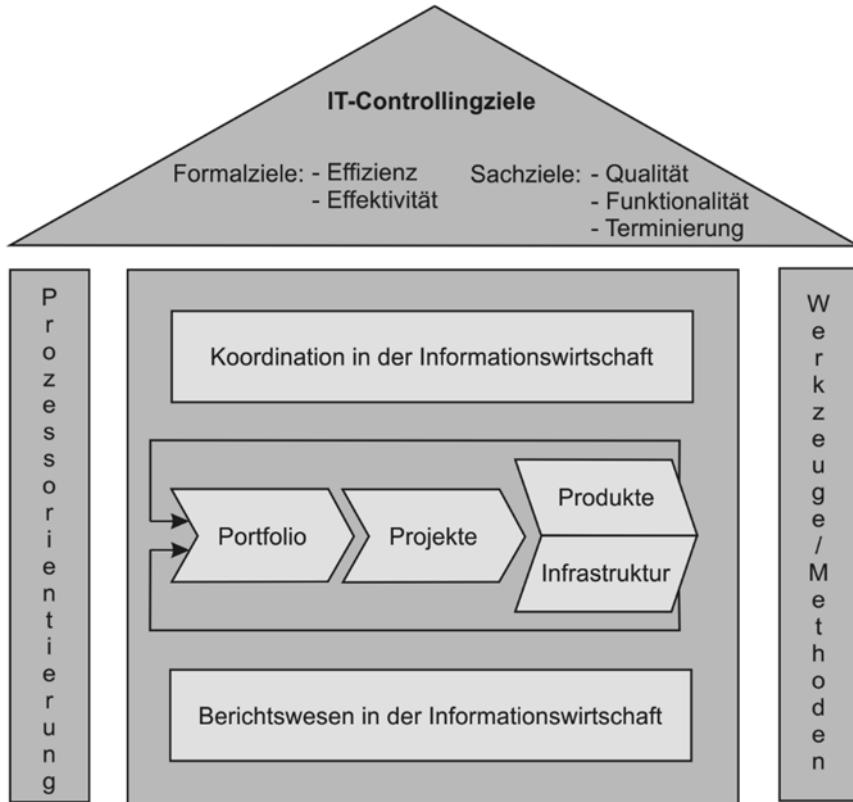


Abb. 16.38 Rahmenkonzept des IT-Controllings (vgl. Krcmar und Buresch 2000)

Als eine weitere tragende Säule können die verschiedenen Methoden und Werkzeuge angesehen werden, die für die Erfüllung der Controlling-Aufgaben unverzichtbar sind. Hierbei handelt es sich teils um allgemeine Controlling-Instrumente und teils um Instrumente, die speziell auf das Informationsmanagement zugeschnitten sind. Auf die Methoden und Werkzeuge des IT-Controllings geht der Abschn. 16.4.4 näher ein.

Den konzeptionellen Kern des IT-Controllings bildet der mittlere Block mit den Aufgabenkomplexen

- Koordination in der Informationswirtschaft,
- Portfolio-, Projekt-, Produkt- und Infrastruktur-Controlling sowie
- Berichtswesen in der Informationswirtschaft.

Die Koordinationsaufgabe betrifft und durchsetzt alle übrigen Bereiche der Rahmenkonzeption. Sie ist deshalb als übergeordneter Bereich positioniert.

Darunter folgt eine Serie von Controlling-Objekten, die in der Abfolge Portfolio-, Projekt- und Produkt-/Infrastruktur-Controlling einen Systemlebenszyklus beschreiben. Wie

die eingezeichneten Rückführungslinien andeuten, wird die Aufgabenfolge zyklisch durchlaufen. Die einzelnen Aufgaben und Objekte werden in den Abschn. 16.4.2 und 16.4.3 behandelt.

Den unteren Abschluss des mittleren Blocks bildet das Berichtswesen, das in ähnlicher Weise wie die Koordinationsaufgabe alle übrigen Bereiche überdeckt. Kennzahlen und Kennzahlensysteme, auf die sich das Berichtswesen stützt, werden als Instrumente in Abschn. 16.4.4.3.1 betrachtet.

16.4.2 Strategisches IT-Controlling

Das **strategische IT-Controlling** berät das Informationsmanagement bei der Festlegung der langfristigen Rahmenbedingungen der inner- und zwischenbetrieblichen Informationsverarbeitung. Wesentliche Beratungsfelder sind das Abstimmen der IT-Strategie mit den strategischen Zielen des Unternehmens, das Erkennen der das Kerngeschäft betreffenden Potenziale von IuK-Technologien und das Anstoßen entsprechender informationswirtschaftlicher Projekte. Hierbei kommt dem Portfolio-Controlling, d. h. dem Initiiieren, Beurteilen und Priorisieren von IT-Projekten, eine zentrale Bedeutung zu (vgl. Abschn. 16.4.2.1). Wie angedeutet, nimmt das strategische IT-Controlling daneben noch weitere Aufgaben wahr, die mit der Schaffung von Erfolgspotenzialen zusammenhängen (vgl. Abschn. 16.4.2.2).

16.4.2.1 Portfolio-Controlling

In der Regel reichen die in einem Unternehmen zur Verfügung stehenden Ressourcen nicht aus, um die Vielzahl der im Rahmen der strategischen Planung erwogenen IT-Projekte durchzuführen. Es ergibt sich folglich eine Konkurrenzsituation zwischen den verschiedenen strategischen Handlungsoptionen. Im Hinblick auf die zu treffenden Entscheidungen kommt dem **Portfolio-Controlling** eine richtungsweisende Rolle zu: Zu bestimmen ist ein Portfolio von durchzuführenden und in Durchführung befindlichen IT-Projekten derart, dass unter Berücksichtigung der begrenzten Ressourcen und sonstiger Randbedingungen ein größtmöglicher Beitrag zur Erreichung der Ziele des Unternehmens erzielt wird. Eine drei Schritte umfassende Vorgehensweise zur Bildung eines Portfolios aus IT-Projekten zeigt Abb. 16.39.

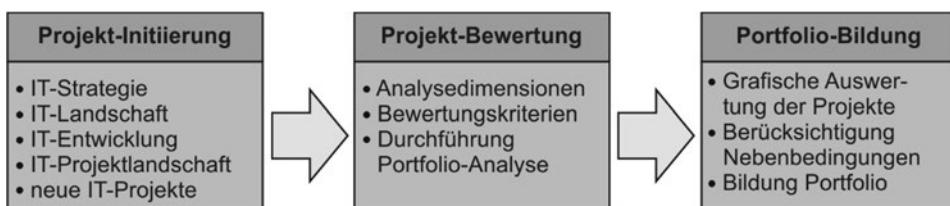


Abb. 16.39 Schritte des IT-Portfolio-Controllings

In den einzelnen Schritten sind etwa folgende Aktivitäten durchzuführen:

- Der Schritt „Projekt-Initiierung“ dient der Formulierung von neu durchzuführenden IT-Projekten. Dies setzt allerdings genaue Kenntnisse über folgende Bereiche voraus: die verfolgte IT-Strategie, die gegebene IT-Landschaft (eingesetzte/betriebene Netze, Geräte, Systeme), die zu erwartenden technologischen Entwicklungen und Neuerungen sowie die bestehende Landschaft von in Durchführung befindlichen IT-Projekten. Auf dieser Basis können nun Ideen, Vorschläge und Wünsche für neue IT-Projekte einer Vorauswahl unterzogen und relevante neue IT-Projekte formuliert werden.
- Der Schritt „Projekt-Bewertung“ umfasst die Etablierung eines Bewertungssystems und die Durchführung der Bewertung in Form der Portfolio-Analyse. Wesentliche Elemente des Bewertungssystems sind die verwendeten Analysedimensionen (z. B. Nutzen) und die den Dimensionen zugeordneten Bewertungskriterien (z. B. Verbesserung der Entscheidungsprozesse). Die Portfolio-Analyse besteht in der Bewertung eines jeden neuen IT-Projekts in Bezug auf die Analysedimensionen.
- Der Schritt „Portfolio-Bildung“ sieht zunächst eine grafische Auswertung der im zweiten Schritt vorgenommenen Projekt-Bewertungen vor. Unter Berücksichtigung von Nebenbedingungen für die Priorisierung von IT-Projekten (z. B. gesetzliche Vorschriften) ist schließlich das Gesamt-IT-Projekt-Portfolio zu bilden. Es setzt sich aus in Durchführung befindlichen und neu durchzuführenden IT-Projekten zusammen.

Was das Bewertungssystem und seine grafische Repräsentation anbelangt, werden bei der herkömmlichen Portfolio-Analyse zwei Bewertungsdimensionen verwendet, nämlich Risiko und Nutzen. Ermöglicht wird so die bekannte grafische Darstellung von Portfolios in einem zweidimensionalen Koordinatensystem. Die Analysedimensionen Risiko und Nutzen scheinen jedoch – anders als etwa bei Finanzinvestitionen – nicht ausreichend zu sein, um die bei IT-Projekten gegebene Dimensionsvielfalt zu erfassen. Weitere relevante Analysedimensionen betreffen z. B. die IT-Strategie, die Technologieentwicklung, die IT-Landschaft und die Prozesslandschaft. Eine derart erweiterte Dimensionsvielfalt lässt sich mit multidimensionalen Bewertungsverfahren wie beispielsweise der Nutzenwertanalyse abbilden. Bei mehr als zwei Dimensionen ist aber die herkömmliche grafische Portfolio-Darstellung nicht mehr anwendbar. Als Ausweg bietet sich hier ein kaskadenartiger bzw. mehrstufiger Ansatz an, wie er von Krcmar und Buresch (1994) vorgeschlagen wird (vgl. Abb. 16.40).

Bei dem in Abb. 16.40 skizzierten zweistufigen Ansatz werden **vier** Analyse-Dimensionen verwendet:

- Das Risiko eines Projektes, das z. B. mit Hilfe von Bewertungskriterien wie Risiko in Bezug auf das Projekt selbst, das Projektmanagement, das Projektteam und die Systemeinführung gemessen werden kann.
- Der Nutzen eines Projektes, der sich z. B. mittels Kriterien wie Kostensenkungspotenzial, Verbesserung von Entscheidungsprozessen und Erhöhung der Informationsqualität erfassen lässt.

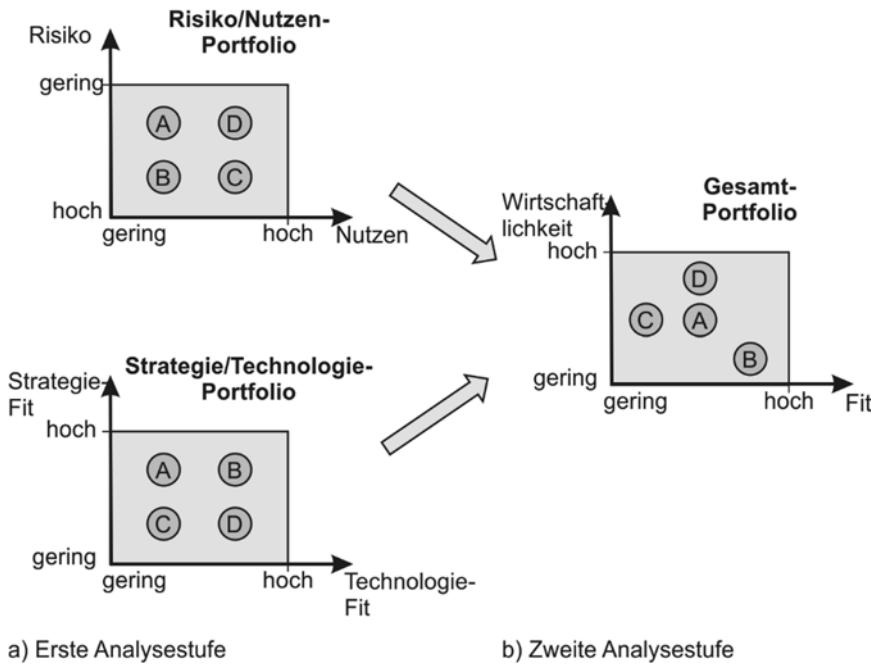


Abb. 16.40 Zweistufiger Ansatz der Portfolio-Analyse (vgl. Krcmar und Buresch 1994)

- Der Strategie-Fit eines Projektes, der das Ausmaß der Unterstützung der Unternehmensstrategie ausdrücken soll und auf Kriterien wie Kundenorientierung, Prozessorientierung und Imagegewinn basieren kann.
- Der Technologie-Fit eines Projekts, der die Verträglichkeit mit der IT-Strategie und Landschaft erfasst und auf Kriterien wie Systemintegration, Prozessintegration und Netzintegration zurückgreifen kann.

In der ersten Bewertungsstufe werden ein Risiko/Nutzen-Portfolio und ein Strategie-Fit/Technologie-Fit-Portfolio erstellt. Beide Portfolios werden in der zweiten Bewertungsstufe zu einem Gesamt-Portfolio konsolidiert. In Abb. 16.39 sind beispielhaft die Projekte A, B, C und D in den Darstellungen positioniert worden. Gemäß dem Gesamt-Portfolio wäre dem Projekt D die höchste und dem Projekt C die geringste Priorität beizumessen.

Die Priorisierung auf der Grundlage eines Gesamt-Portfolios kann mehr oder weniger zwingenden Randbedingungen unterworfen sein, die zu Abweichungen bei der Prioritätenvergabe führen. So schlagen Schönwalder et al. (2000) folgende Abstufung vor:

- Zuerst werden gesetzlich vorgeschriebene IT-Projekte berücksichtigt. Man denke hierbei etwa an Änderungen im Steuerrecht.
- Es folgt eine Auswahl von Wartungs- und Hotline-Projekten, die für die Sicherung des laufenden IT-Betriebs unabdingbar sind.

- Anschließend werden strategisch relevante IT-Projekte ausgewählt.
- Den Abschluss bildet eine Selektion operativer IT-Projekte.

16.4.2.2 Gestaltung der IT-Landschaft

Weitere Aufgaben des strategischen IT-Controllings betreffen vor allem die Unterstützung von Entscheidungen über die Gestaltung der IT-Landschaft und ihre Anpassung an technologische Entwicklungen. Bei solchen Entscheidungen geht es letztlich um die Schaffung technologischer Voraussetzungen für die Generierung von Erfolgspotenzialen. Als Beispiele für wesentliche Entscheidungsfelder seien genannt:

- Die Frage, ob und wann einem Technologiesprung, wie z. B. der Verfügbarkeit einer neuen Mobilfunktechnologie, gefolgt werden soll, um technologische Voraussetzungen für neue Formen des Endkundengeschäfts zu schaffen.
- Überlegungen zur Reorganisation von Geschäftsprozessen, die z. B. durch neue technologische Entwicklungen und damit eröffnete Möglichkeiten zur Erhöhung der Prozesseffizienz angestoßen werden.
- Erwägungen zum Outsourcing von Teilbereichen der Informationsverarbeitung, um die vorhandenen, knappen IT-Ressourcen auf die unabdingbar in Eigenregie zu betreibenden IT-Bereiche zu konzentrieren.

Nachfolgend wird exemplarisch auf das Outsourcing eingegangen. Das Outsourcing bietet vielfältige Möglichkeiten zur Gestaltung der IT-Landschaft. Sie reichen von kleineren Änderungen bis hin zur vollständigen Auslagerung des IT-Bereichs.

Aufgrund der in den Unternehmen zu beobachtenden Tendenz zur Ausrichtung des IT-Bereichs auf die Kernkompetenzen, der knappen Ressourcenausstattung des IT-Bereichs und der Notwendigkeit der Begrenzung der generell steigenden IT-Kosten gewinnt das IT-Outsourcing mehr und mehr an Bedeutung. Damit einher geht eine Ausdifferenzierung der Formen des IT-Outsourcing. Einige wesentliche Grundformen des IT-Outsourcing sind (vgl. z. B. Jaeger-Goy 2000a, S. 554):

- Der **Professional Service**, d. h. das Beziehen bestimmter IT-Leistungen, wie z. B. IT-Beratung, Software-Entwicklung oder Wartung, von einem externen Dienstleister.
- Die **System-Integration**, d. h. die Übernahme bzw. der Betrieb abgegrenzter, komplexer Aufgaben oder Systeme, wie z. B. Benutzerunterstützung, Netzbetrieb oder Desktop-Management, durch einen externen Dienstleister.
- Das **Facility Management**, d. h. die Übernahme der kompletten Informationsverarbeitung für Teilbereiche des Unternehmens oder das ganze Unternehmen, wie z. B. das Betreiben des Rechenzentrums oder – im Extremfall – die Abgabe der Gesamtverantwortung für den IT-Bereich.

Für das **IT-Outsourcing** sprechen einige Vorteile, andererseits ist es mit gewissen Nachteilen und Risiken verbunden. Ein Vorteil kann in der Reduzierung der IT-Kosten bestehen, da Outsourcing-Anbieter durch Nutzung von Synergieeffekten IT-Dienstleistungen meist günstiger anbieten können als die unternehmensinterne IT-Abteilung. Zudem bietet IT-Outsourcing eine gewisse Gewähr für professionelle Dienstleistungen, was bei Defiziten des unternehmensinternen IT-Betriebs von Bedeutung ist. Auch können durch die Technologieentwicklung eröffnete Nutzenpotenziale leichter erschlossen werden, da Outsourcing-Anbieter aus Wettbewerbsgründen meist auf moderne Technologien zurückgreifen werden. Nachteile sind insbesondere der Verlust an IT-Know how im Unternehmen, der vielfältige Konsequenzen haben kann: Die (Wieder-)Aufnahme der Eigenerstellung von IT-Dienstleistungen, die Beurteilung der Leistungen von Outsourcing-Anbietern und die Berücksichtigung interner Anforderungen sowie von IT-bezogenen Verbesserungsvorschlägen werden erschwert.

Dem IT-Controlling kommt in Verbindung mit dem IT-Outsourcing die Rolle zu, Wege zur Ausschöpfung der potenziell vorhandenen Vorteile und zur Verhinderung des Eintritts von Risiken aufzuzeigen. Entsprechende Aufgaben des IT-Controllings lassen sich, wie in Abb. 16.41 in exemplarischer Weise veranschaulicht wird, in ein Phasenschema einordnen.

Demnach geht es in Phase 1 um die Präzisierung eines Outsourcing-Vorhabens und die Vorbereitung der Outsourcing-Entscheidung. Sofern der Weg des Outsourcings beschritten wird, folgen in Phase 2 die Begleitung des Aufsetzens und der Abwicklung eines entsprechenden Outsourcing-Projekts. Es schließt sich in Phase 3 die laufende Inanspruchnahme der in Phase 2 aufgesetzten bzw. vereinbarten IT-Dienstleistung einschließlich der begleitenden Überprüfung der Leistungsparameter (z. B. Qualität und Kosten) an. Wirtschaftlichkeitsanalysen und Vergleiche mit alternativen Leistungsangeboten können zu einer Beendigung eines Leistungsverhältnisses führen (Phase 4).

16.4.3 Operatives IT-Controlling

Das **operative IT-Controlling** unterstützt das Informationsmanagement bei der Ausgestaltung und dem Betrieb der inner- und zwischenbetrieblichen Informationsver-

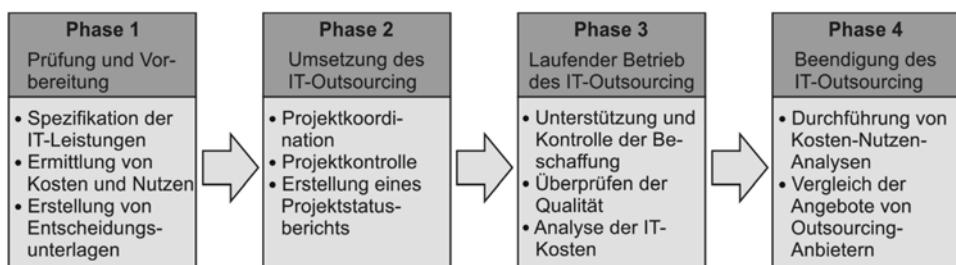


Abb. 16.41 Aufgaben des IT-Controllings im IT-Outsourcing-Prozess (vgl. Jaeger-Goy 2000a, S. 555)

arbeitung im Rahmen vorgegebener langfristiger Rahmenbedingungen. Die hierbei wahrzunehmenden Aufgaben lassen sich etwa in die Bereiche Projekt-, Produkt- und Infrastruktur-Controlling einteilen. Das Projekt-Controlling betrifft die im gegebenen Gesamt-Portfolio ausgewiesenen IT-Projekte und das Produkt-Controlling den laufenden Betrieb der aus diesen Projekten resultierenden Produkte und Systeme. Das Infrastruktur-Controlling schließlich bezieht sich auf die gesamte IT-Architektur bzw. IT-Landschaft, die ja aufgrund neu angestoßener IT-Projekte einem beständigen Wandel unterworfen ist. In den folgenden Abschn. 16.4.3.1, 16.4.3.2, 16.4.3.3 werden das Projekt-, Produkt- und Infrastruktur-Controlling näher betrachtet, wobei sich die Darstellung der Aufgabenbereiche an Krcmar und Buresch (2000) anlehnt.

16.4.3.1 Projekt-Controlling

Gegenstand des **Projekt-Controllings** sind die vom strategischen Informationsmanagement angestoßenen und vom operativen Informationsmanagement abzuwickelnden IT-Projekte. Wie andere Projekte sind auch IT-Projekte durch ein klar definiertes Projektziel, einen vorgegebenen Zeit- und Ressourcenrahmen, eine bestimmte Organisationsform sowie vom Projektgegenstand abhängige Erfolgsrisiken gekennzeichnet. Der Gegenstand von IT-Projekten kann erheblich variieren und sich von Software-Entwicklungsprojekten über die Einführung von Standard-Software oder mobiler Technologien bis hin zum Outsourcing von IT-Leistungen erstrecken.

In einer Landschaft heterogener IT-Projekte ist es das Anliegen des IT-Projekt-Controllings, einen einheitlichen Rahmen für die methodisch-instrumentelle Unterstützung sowie die Informationsversorgung des für die Projektabwicklung verantwortlichen operativen Informationsmanagements zu schaffen. Insbesondere sollen damit die Effizienz der Projektdurchführung und die Umsetzung der mit den Projekten verfolgten strategischen Vorgaben bzw. IT-Strategien gewährleistet werden. Wesentliche Dimensionen für das Projekt-Controlling sind in diesem Zusammenhang:

- Termine, Kosten und Kapazitäten, was die Projektdurchführung anbelangt, sowie
- Qualität, Funktionalität und Verfügbarkeit, was die Projektergebnisse anbelangt.

Diese und weitere Dimensionen sind in einen Planungs-, Steuerungs- und Kontrollzyklus für IT-Projekte einzubeziehen, dessen Gestaltung dem Projekt-Controlling und dessen jeweiliger Vollzug dem operativen Informationsmanagement obliegen. Die umrissenen Aufgabenbereiche des Projekt-Controllings veranschaulicht die in Abb. 16.42 gezeigte schematische Darstellung.

Die Unterstützung der Projektplanung durch das Projekt-Controlling kann sich auf folgende Aktivitäten erstrecken:

- Prüfung der Projektstrukturplanung, d. h. der Zerlegung des Projektes in Arbeitspakete; die Zerlegung sollte in einer Weise erfolgen, die eine einfache und klare Zuordnung von Terminen, Kosten und Ressourcen zu den Arbeitspaketen ermöglicht.

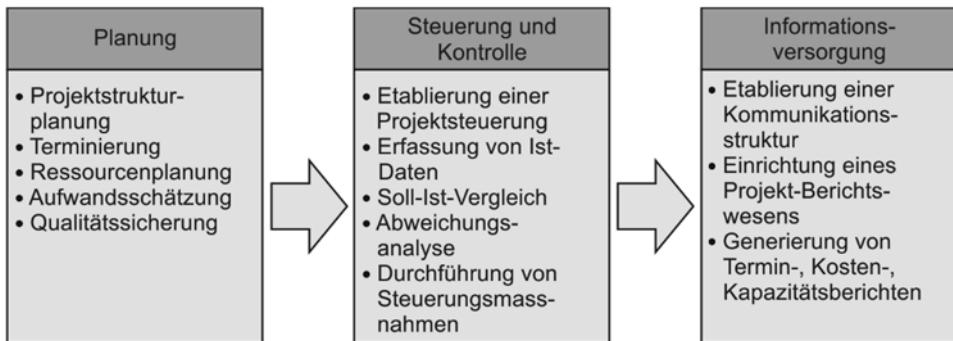


Abb. 16.42 Aufgabenbereiche des IT-Projekt-Controllings (vgl. auch Krcmar und Buresch 2000, S. 10)

- Überprüfung der Termin- und Ressourcenplanung, d. h. der den Arbeitspaketen zugeordneten Ausführungszeiten und Ressourcen (Mitarbeiter, Werkzeuge usw.); insbesondere sollten zu optimistische Terminvorgaben und (verborgene) Kapazitätsengpässe aufgedeckt werden, um die in der Praxis regelmäßig auftretenden Projektverzögerungen zu vermeiden.
- Verbesserung der Qualität von Aufwandsschätzungen durch die Bereitstellung geeigneter Schätzverfahren; auf diese Weise sollen realistische Budgetansätze ermöglicht und eine wirtschaftliche Mittelverwaltung erreicht werden.
- Qualitätssicherung, und zwar in Bezug auf die erstellten Projektleistungen (z. B. Komponenten eines Softwaresystems) sowie den Erstellungsprozess selbst; so sollten z. B. im Falle der Softwareentwicklung die Berücksichtigung einschlägiger Software-Qualitätsmerkmale sowie die Verwendung anerkannter Software-Entwicklungsmethoden und entsprechender CASE-Tools sichergestellt werden.

Im Bereich der Projektsteuerung und -kontrolle kann das Projekt-Controlling z. B. folgende unterstützenden Aktivitäten wahrnehmen:

- Entwurf und Etablierung eines Projektsteuerungsprozesses, der dem Regelkreis-Gedanken folgt und Projektplanung, -steuerung und -kontrolle miteinander verbindet.
- Erfassung von Ist-Daten, wie sie aus der Projektdurchführung resultieren, Vergleich der erhobenen Ist-Daten mit korrespondierenden Soll-Daten und Analyse der Soll-Ist-Abweichungen; mit regelmäßig und systematisch durchgeföhrten Abweichungsanalysen sollen unerwünschte Entwicklungen möglichst frühzeitig aufgedeckt werden.
- Analyse der Ursachen und der Konsequenzen von aufgedeckten Fehlentwicklungen und Unterbreitung von Vorschlägen für gegensteuernde Maßnahmen.

Neben diesen projektbegleitenden Aktivitäten umfasst das Projekt-Controlling auch abschließende und nachbereitende Aktivitäten. Hierzu gehören nach Kargl (2000, S. 40 f.)

z. B. ein abschließendes Projektaudit, das auf die Überprüfung der Effizienz der Projektarbeit abzielt, die Nachkalkulation und Endabrechnung des Projektes und die Ermittlung der Kundenzufriedenheit. Erkenntnisse und Erfahrungen, die bei dem laufenden und abschließenden Projekt-Controlling gewonnen werden, sollten, wie Krcmar und Buresch (2000) vorschlagen, in einer Erfahrungsdatenbank bereitgehalten werden.

Zur Informationsversorgung des in IT-Projekte involvierten operativen Informationsmanagements kann das Projekt-Controlling z. B. durch folgende Aktivitäten beitragen:

- Etablierung einer Kommunikationsstruktur, die auf die Organisationsform des Projektes abgestimmte Kommunikationswege vorsieht und eine effiziente Koordination der Projektaktivitäten ermöglicht.
- Etablierung eines Projekt-Berichtswesens, das dem nach Inhalt, Detaillierungsgrad, Darstellung und Häufigkeit variierenden Informationsbedarf der Projektbeteiligten Rechnung trägt.
- Periodische und fallweise Generierung von Projektberichten und Meldungen, die Soll/Ist-Gegenüberstellungen von Terminen und Kosten beinhalten, Kapazitätsauslastungen und Ressourcenverbräuche ausweisen, den Projektfortschritt dokumentieren und Abweichungen, Engpässe und nicht zielkonforme Trends besonders kennzeichnen und ausweisen.

16.4.3.2 Produkt-Controlling

Produkte im hier betrachteten Sinne sind die Ergebnisse von abgeschlossenen IT-Projekten wie entwickelte und beschaffte Anwendungssysteme oder deren Komponenten, Netzwerkerweiterungen und mobile Technologien. Nach dem Abschluss von IT-Projekten wird für die jeweiligen Produkte der laufende Betrieb aufgenommen. Eben in dieser Lebenszyklusphase unterstützt das **Produkt-Controlling** das für die Durchführung der Informationsverarbeitung verantwortliche operative Informationsmanagement in Fragen der Nutzung, Wartung, Anpassung und Weiterentwicklung der Produkte/Systeme (vgl. Abschn. 16.3.2.2).

In der Phase des Betriebs stehen für das IT-Controlling Effizienz- und Effektivitätsaspekte im Vordergrund. Einerseits sollen die mit den fraglichen Produkten abgewickelten Informationsverarbeitungsprozesse eine möglichst hohe Effizienz aufweisen. Andererseits sind die im laufenden Betrieb befindlichen Produkte immer wieder daraufhin zu überprüfen, ob sie (noch) hinreichend zum ursprünglichen Einsatzziel beitragen und damit den Anforderungen an die Effektivität genügen. Die auf die Gewährleistung der Effektivität und Effizienz des Produkteinsatzes abzielenden Aufgaben des Produkt-Controllings lassen sich etwa in die drei Bereiche Produktpflege, Produktanwendung und Leistungsverrechnung unterteilen (vgl. Abb. 16.43).

Für das IT-Controlling ist die Produktpflege aufgrund des stark angestiegenen Pflegeaufwandes ein sehr bedeutsamer Bereich. So überschreiten die Kosten für die Produktwartung, -anpassung und -weiterentwicklung häufig die Entwicklungskosten. Es empfiehlt sich daher, die Pflegeaktivitäten als effizient strukturierte Geschäftsprozesse zu organisie-

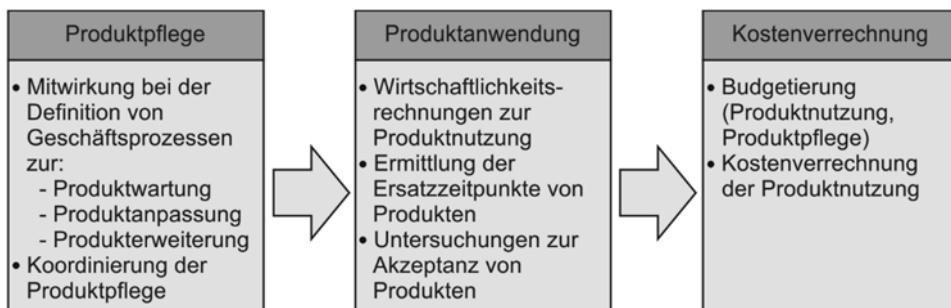


Abb. 16.43 Aufgaben des IT-Produkt-Controllings (vgl. hierzu auch Krcmar und Buresch 2000, S. 13)

ren und das Produkt-Controlling an der Prozessdefinition zu beteiligen. Die Kernaufgabe im Bereich der Produktpflege besteht jedoch in der Koordination der Vielfalt der Wartungs-, Anpassungs- und Erweiterungsaktivitäten.

Im Bereich der Produktanwendung stehen Fragen der Eignung und der Einsatzdauer der Produkte im Vordergrund. Wesentliche Hilfestellungen kann das IT-Controlling hier geben durch:

- Wirtschaftlichkeitsrechnungen, die Anhaltspunkte über die Vorteilhaftigkeit der laufenden Produktnutzung liefern.
- Die Ermittlung der Ersatzzeitpunkte der Produkte, wenn sich ein Ersatzbedarf – beispielsweise aus Abschreibungsgründen oder aufgrund technologischer Innovationen – abzeichnet.
- Untersuchungen zur Akzeptanz von Produkten, die z. B. Hinweise auf die fachliche Eignung, die ergonomische Gestaltung und die Stabilität im Betrieb liefern.

In den Bereich der Kostenverrechnung fällt zum einen die Budgetierung, d. h. die Einräumung eines Mittelrahmens für die Produktpflege mit Differenzierung nach z. B. Pflegemaßnahmen (Wartung, Anpassung), aber auch die Produktnutzung. Andererseits sind die Kosten, die durch die Inanspruchnahme der Produkte in den Fachabteilungen anfallen, mit dem IT-Bereich als Leistungserbringer zu verrechnen.

16.4.3.3 Infrastruktur-Controlling

Bezugsobjekt des **Infrastruktur-Controllings** ist die IT-Landschaft eines Unternehmens, wobei allerdings Architekturaspekte (Netzarchitektur, Rechnerplattformen, Client/Server-Architektur und Anwendungssystemarchitektur) im Vordergrund stehen. Infrastrukturelle Fragen haben aufgrund technologischer Innovationen und Umbrüche beständig an Bedeutung gewonnen. Beispiele für solche Entwicklungen sind das Client/Server-Computing, verteilte Systeme, Mobile und Cloud Computing. Dem Infrastruktur-Controlling obliegt es, das operative Management bei der Ausgestaltung der IT-Architektur zu unterstützen

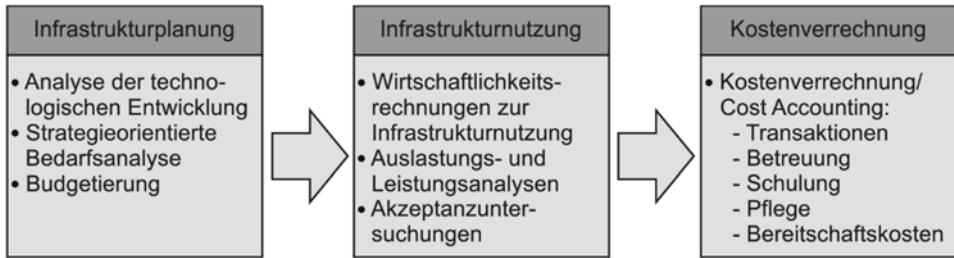


Abb. 16.44 Aufgaben des IT-Infrastruktur-Controllings (vgl. hierzu Krcmar und Buresch 2000, S. 15)

(vgl. Abschn. 16.3.2.1). Effektivitäts- und Effizienzzielen ist hierbei durch die Berücksichtigung strategischer Vorgaben und technologischer Entwicklungen Rechnung zu tragen. Die Aufgaben des Infrastruktur-Controlling lassen sich grob in die drei Bereiche Infrastrukturplanung, Infrastruktturnutzung und Kostenverrechnung unterteilen (vgl. Abb. 16.44).

Zur Unterstützung der Infrastrukturplanung kann das IT-Controlling z. B. durch folgende Aktivitäten beitragen:

- Beobachtung und Analyse von IT-Architekturen und Beurteilung ihrer Relevanz für das eigene Unternehmen.
- Analyse der Anforderungen der Benutzer in den verschiedenen Fachabteilungen an die IT-Unterstützung und Ableiten von Schlussfolgerungen hinsichtlich der Gestaltung der IT-Architektur.
- Mitwirkung bei der Budgetierung, z. B. Überwachung der Einhaltung der den Fachabteilungen zugeordneten IT-Budgets und Analyse der Ursachen von Abweichungen.

Für die Ausgestaltung und Weiterentwicklung der IT-Infrastruktur sind Informationen über die tatsächliche Infrastruktturnutzung unverzichtbar. Hier kann das IT-Controlling einen wesentlichen Beitrag leisten durch Aktivitäten wie:

- Durchführung von Wirtschaftlichkeitsrechnungen zur Inanspruchnahme von IT-Komponenten durch die verschiedenen Nutzergruppen;
- Durchführung von Leistungsmessungen an IT-Komponenten sowie Ermittlung ihrer tatsächlichen Auslastung;
- Untersuchungen zur Benutzerakzeptanz.

Die Schaffung dezentraler IT-Infrastrukturen in den Fachabteilungen eines Unternehmens hat das Problem der verursachungsgerechten Verrechnung von IT-Leistungen nicht entschärft. So bestehen noch immer Leistungsverflechtungen zwischen dem zentralen IT-Bereich und den Fachabteilungen sowie nunmehr auch zwischen den Fachabteilungen. Der Leistungsaustausch weist ein erhebliches Spektrum auf und erstreckt sich etwa auf

Transaktionen, Betreuungs-, Schulungs- und Pflegeaktivitäten. Die verursachungsgerechte Verrechnung der Kosten für empfangene Leistungen ist eine wesentliche Aufgabe des IT-Controllings. Ihre Wahrnehmung erfordert die Einrichtung eines transparenten Verrechnungssystems, das insbesondere eine Cost-Accounting-Komponente zur laufenden Aufzeichnung von ausgetauschten Leistungsmengen (z. B. Transaktionszeiten) enthält.

16.4.4 Instrumente des IT-Controllings

Instrumente des IT-Controllings unterstützen das Informationsmanagement bei der Wahrnehmung von Aufgaben des IT-Controllings. Nach Jäger-Goy (2000a, S. 23) ist der Bedarf an Instrumenten tendenziell umso höher, je wichtiger die Rolle des IT-Bereichs in einem Unternehmen ist. Im vorliegenden Abschnitt wird zunächst eine Übersicht über Instrumente gegeben, die für das IT-Controlling empfohlen werden (vgl. Abschn. 16.4.4.1). Danach wird auf Instrumente des strategischen IT-Controllings (vgl. Abschn. 16.4.4.2) und des operativen IT-Controllings (vgl. Abschn. 16.4.4.3) näher eingegangen.

16.4.4.1 Übersicht der Instrumente des IT-Controllings

Angesichts der vielen in der Literatur genannten IT-Controlling-Instrumente kann hier keine Übersicht mit Anspruch auf Vollständigkeit präsentiert werden. Zudem ist die überschneidungsfreie Strukturierung der Instrumente keineswegs trivial. Als Strukturierungsmöglichkeiten bieten sich z. B. an:

- Unterteilung nach Objekten des IT-Controllings,
- Unterteilung nach Ebenen des IT-Controllings,
- Unterteilung nach Perspektiven der Balanced Scorecard und
- Kombinationen dieser Unterteilungen.

Abb. 16.45 zeigt eine nach Ebenen und Objekten gestufte Übersicht. Nennung und Zuordnung der Instrumente gehen auf Ausführungen von Gabriel und Beier (2003) zurück. Allerdings ist die Zuordnung zu Ebenen und Objekten nicht immer eindeutig. So eignet sich z. B. die der strategischen Ebene zugeordnete **TCO-Methode** (Total Cost of Ownership) auch zur Kostenverrechnung auf der operativen Ebene. Dariüber hinaus stellen z. B. das hier nicht berücksichtigte Berichtswesen sowie Kennzahlen/Kennzahlensysteme übergreifend einsetzbare Instrumente dar.

Eine Einteilung der IT-Controlling-Instrumente nach Perspektiven der **Balanced Scorecard (BSC)** schlägt Jäger-Goy (2000a) vor (vgl. Abb. 16.46). Diese Kategorisierung betont die Bedeutung der BSC als allgemeines Controlling-Konzept, das auch für den IT-Bereich relevant ist. Die für die einzelnen Perspektiven angegebenen Instrumente sind entweder a priori IT-spezifisch, wie z. B. Service Level Agreements und IT-Kennzahlen, oder sie sind an den IT-Bereich anzupassen, wie z. B. Methoden der Wirtschaftlichkeitsrechnung.

Ebenen des IT-Controllings	Objekte des IT-Controllings	Instrumente des IT-Controllings
Strategisches IT-Controlling	Portfolio-Controlling	Portfolio-Analyse Balanced Scorecard Erfolgsfaktoren-Analyse Total Cost of Ownership Szenario-Technik Investitionsrechnungsverfahren Nutzwertanalyse bzw. Kosten-Nutzen-Analyse
Operatives IT-Controlling	Projekt-Controlling	Netzplantechnik Schätzverfahren zur Ressourcen- und Kostenplanung (z. B. Function-Point-Methode)
	Produkt-Controlling	Technikbezogene Kennzahlensysteme Verfahren der internen Leistungsverrechnung Benchmarking-Verfahren Prozesskostenrechnung
	Infrastruktur-Controlling	Kostenverrechnung

Abb. 16.45 Einteilung der IT-Controlling-Instrumente nach Ebenen und Objekten

Perspektiven der Balanced Scorecard	Instrumente des IT-Controllings
Finanzielle Perspektive	Budgetierung Kosten- und Leistungsrechnung (z. B. Total Cost of Ownership, Deckungsbeitragsrechnung) Target Costing Wirtschaftlichkeitsrechnung (z. B. Amortisationsrechnung, Kapitalwertmethode, Kosten-Nutzen-Analyse, Rentabilitätsrechnung) Sonstige Instrumente (z. B. Make-or-Buy-Analyse, Benchmarking, ABC-Analyse)
Kundenperspektive	Service Level Agreements Target Costing
Interne Prozessperspektive	Prozess-Benchmarking Prozesskostenrechnung und -management Verfahren zur Qualitätsplanung, -sicherung und -kontrolle Wertanalyse
Lern- und Entwicklungs-perspektive	Strategische Planung (z. B. Portfolio-Analyse, Potenzial-Analyse, Problemfeldanalyse, Konzept der kritischen Erfolgsfaktoren, Umweltanalyse, Unternehmensanalyse, Stärken-Schwächen-Analyse, Szenario-Technik) Instrumente des Personal-Controllings (z. B. Fluktuationsanalyse, Personalbedarfsanalyse, Personalkostenplanung, Vergütungsplanung und -analyse)

Abb. 16.46 Einteilung der IT-Controlling-Instrumente nach Perspektiven der Balanced Scorecard (vgl. Jäger-Goy 2000a)

Beide Kategorisierungen verdeutlichen die Vielfalt und Vielzahl der für das IT-Controlling verfügbaren Instrumente. In Verbindung mit den Ausführungen zum strategischen und operativen IT-Controlling lassen sie auch Rückschlüsse auf die Komplexität und Differenziertheit der Aufgaben des IT-Controllings zu. Die Behandlung sämtlicher Instrumente ist hier nicht möglich. Im Folgenden werden daher nur einige ausgewählte Instrumente näher betrachtet.

16.4.4.2 Instrumente des strategischen IT-Controllings

Zu den zentralen Zielen des strategischen IT-Controllings gehören die Ausrichtung der Informationsverarbeitung an der Unternehmensstrategie (Effektivitätsziel) und die Kontrolle der Kosten der Informationsverarbeitung (Effizienzziel). Exemplarisch werden nachfolgend zwei Instrumente, die zur Erreichung dieser Ziele beitragen können, behandelt: die Balanced Scorecard (vgl. Abschn. 16.4.4.2.1) und das Konzept des Total Cost of Ownership (vgl. Abschn. 16.4.4.2.2).

16.4.4.2.1 Balanced Scorecard für das IT-Controlling

In Abschn. 7.2.3 wurde die **Balanced Scorecard (BSC)** bereits als konzeptionelle Komponente von Führungsinformationssystemen vorgestellt und in Abschn. 16.2.3 als Instrument des strategischen Informationsmanagements eingeordnet. Ursprünglich als ein Konzept für das allgemeine Controlling konzipiert, kann die Balanced Scorecard prinzipiell auch im IT-Bereich genutzt werden. Erforderlich ist jedoch eine auf das IT-Controlling zugeschnittene Ausgestaltung. Zudem muss eine Balanced Scorecard für das IT-Controlling mit der Balanced Scorecard für das gesamte Unternehmen und insbesondere den strategischen Unternehmenszielen abgestimmt sein, um Zieldivergenzen zu vermeiden.

Für die Anpassung des **BSC-Konzepts** an die Anforderungen des IT-Controllings bestehen z. B. folgende Möglichkeiten:

- Beibehaltung der vier von Kaplan und Norton (1997) eingeführten Perspektiven und Anpassung der den Perspektiven zugeordneten Ziele/Kennzahlen.
- Modifikation der Art und/oder Anzahl der BSC-Perspektiven sowie, notwendigerweise, der zugeordneten Ziele/Kennzahlen.

Entsprechend der ersten Anpassungsvariante entwickelte Tewald (2000) ein BSC-Konzept, bei dem gegenüber dem Vorschlag von Kaplan und Norton (1997) einerseits die den Perspektiven zugeordneten Ziele/Kennzahlen modifiziert sind. Andererseits dienen ein IV-Leitbild und eine IV-Strategie als Ausgangspunkt für die Ausgestaltung der Perspektiven. Abb. 16.47 veranschaulicht die zentrale Positionierung von IV-Leitbild und IV-Strategie in dem resultierenden BSC-Konzept.

Im Sinne der zweiten Anpassungsalternative weist Tewald (2000) darauf hin, dass für Zwecke der Informationsverarbeitung auch andere oder zusätzliche Perspektiven eingebunden werden können. So etwa die Kommunikationsperspektive, die Lieferantenperspektive oder die Projektperspektive. Einen weiteren Vorschlag unterbreiten Buchta

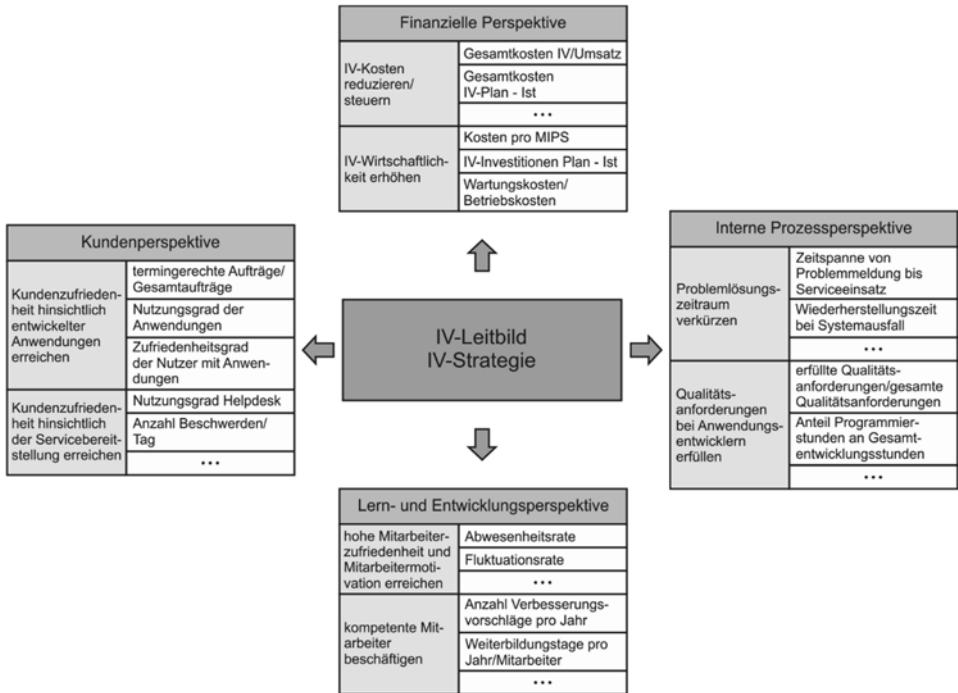


Abb. 16.47 Balanced Scorecard für die Informationsverarbeitung (vgl. hierzu [Tewald 2000](#))

et al. (2003, S. 279), der die Einbeziehung der folgenden fünf Perspektiven in eine Balanced Scorecard für das IT-Controlling vorsieht: IT-Mitarbeiter, IT-Projekte, Kunden in der IT, Betrieb von IT-Systemen und Finanzen.

16.4.4.2.2 Total Cost of Ownership

Mit der zunehmenden Verbreitung von IuK-Technologien in den Unternehmen sind nicht nur die Kosten der Informationsverarbeitung erheblich gestiegen, sondern auch die Anforderungen an Instrumente zur Analyse der IT-Kosten. Herkömmliche Verfahren der Kosten- und Leistungsrechnung bzw. des Rechnungswesens sind für Analysezwecke nur bedingt geeignet, da sie eine eindeutige Zuordnung der heterogenen IT-Kosten zu Kostenarten, -stellen und -trägern nicht durchgängig gestatten. Entwickelt wurden daher verfeinerte Ansätze, die der genaueren Kostenerfassung über den ganzen Lebenszyklus von IT-Komponenten hinweg dienen. Bekannt geworden sind sie unter dem Oberbegriff **Total Cost of Ownership (TCO)**.

Ursprünglich wurde das TCO-Konzept von der Beratungsfirma Gartner Group zur Analyse der gesamten Kosten, die ein PC während seiner Nutzung in Unternehmen verursacht, eingesetzt. Verwendung fand hierbei eine Kostengliederung nach Anschaffung (Hard-, Software), Betrieb (anteilige Server- und Netzkosten), technischer Support (War-

tungs-, Schulungs-, Help-Desk-Kosten) und Kosten „sonstiger Benutzeraktivitäten“ (für private Zwecke). Die zuletzt genannten Kosten sind insofern von Bedeutung als die Analyse einen erheblichen Kostenblock für die private PC-Nutzung auswies.

Inzwischen erstreckt sich die Anwendung des TCO-Konzepts auch auf Software-systeme und andere IT-Komponenten. Berücksichtigt werden die kumulierten Kosten im gesamten Lebenszyklus, also in den Phasen:

- Beschaffung (z. B. Hardware-, Softwarekosten),
- Entwicklung (z. B. Analyse-, Entwurfs-, Implementierungs-, Testkosten),
- Systemeinführung (z. B. Beratungs-, Schulungskosten),
- Betrieb (z. B. Kosten für Nutzung, Wartung, Systemmanagement),
- Entsorgung (z. B. Kosten für Datenhaltung nach Ersatz).

Neben diesen direkten, d. h. auch in der klassischen Kostenrechnung explizit ausgewiesenen Kosten, werden im Rahmen von TCO-Konzepten auch indirekte Kosten erhoben. Hierzu zählen (vgl. Gabriel und Beier 2003, S. 34):

- versteckte betriebsbezogene Endbenutzerkosten (z. B. Kosten der gegenseitigen Unterstützung der Anwender),
- versteckte nicht-betriebsbezogene Endbenutzerkosten (z. B. Kosten von privaten Internet-Recherchen),
- Downtime-Kosten (z. B. Kosten infolge von Systemausfällen).

Mit der präziseren, auf den IT-Bereich zugeschnittenen Kostenerfassung schafft das TCO-Konzept eine zuverlässige Informationsbasis für Zwecke wie:

- Bewertung von IT-Investitionsalternativen,
- Ermittlung der Rentabilität von IT-Produkten,
- Verdeutlichung der Nutzenstiftung für IT-Kunden.

Über derartige Planungshilfen hinaus zielen verschiedene TCO-Konzepte auch auf die TCO-Senkung ab. Die hierzu unterbreiteten Vorschläge beziehen sich auf Maßnahmen zur Senkung:

- der direkten Kosten, wie etwa Standardisierung der Rechnerplattformen oder Outsourcing von Wartungsaktivitäten,
- der indirekten Kosten, wie z. B. Reorganisation der IT-Prozesse oder intensivere Benutzerschulung.

Den Vorteilen, die aus dem skizzierten Analyse- und Gestaltungspotenzial des TCO-Konzepts resultieren, stehen einige Nachteile gegenüber. So die Vernachlässigung von

Erlös- und Nutzenaspekten, die in mehrperiodischen TCO-Vorschlägen fehlende Berücksichtigung von Zahlungszeitpunkten und die Einengung des Betrachtungsfokus auf die Informationstechnik. Was die „technikzentrierte Sichtweise“ anbelangt, regen Gabriel und Beier (2003, S. 34) die Berücksichtigung der Personalkosten für die menschlichen Aufgabenträger in den IT-Prozessen als Kostenbestandteil und die Verknüpfung des TCO-Konzepts mit neueren Ansätzen der Prozesskostenrechnung an.

16.4.4.3 Instrumente des operativen IT-Controllings

Unter Berücksichtigung strategischer Vorgaben strebt das operative IT-Controlling primär die Gewährleistung einer effizienten Informationsverarbeitung an. Dies erfordert eine genaue Erfassung und Dokumentation erbrachter IT-Leistungen, eine verursachungsgerechte Zuordnung der IT-Kosten zu Leistungsempfängern und eine präzise Leistungsdefinition. Im Folgenden werden einige Instrumente vorgestellt, die geeignet sind, das operative IT-Controlling hierbei zu unterstützen: Berichtswesen und IT-Kennzahlensysteme (vgl. Abschn. 16.4.4.3.1), IT-Kosten- und Leistungsverrechnung (vgl. Abschn. 16.4.4.3.2) sowie Leistungsvereinbarungen (vgl. Abschn. 16.4.4.3.3). Mit dieser Auswahl wichtiger oder gar unverzichtbarer Instrumente erschöpft sich keinesfalls die instrumentelle Unterstützung des IT-Controllings. Je nach Fragestellung sind vielmehr weitere Instrumente hinzuzuziehen oder andere Instrumente einzusetzen.

16.4.4.3.1 Berichtswesen und IT-Kennzahlensysteme

In Abschn. 16.4.1.3 wurde das Berichtswesen in der Informationswirtschaft als Komponente eines Rahmenkonzepts des IT-Controllings eingeführt (vgl. Abb. 16.38). In Verbindung mit IT-Kennzahlensystemen zielt das Berichtswesen auf die Versorgung des IT-Controllings mit den Informationen ab, die eine Beurteilung der Effektivität und Effizienz sowie der Qualität, Funktionalität und Terminierung der Informationsverarbeitung gestatten. Geschaffen wird damit eine Grundlage für die IT-Planung und die laufende Steuerung und Kontrolle der IT-Prozesse.

Berichtswesen und IT-Kennzahlensysteme weisen einen unmittelbaren Zusammenhang auf. Während das Berichtswesen eher die formal-organisatorischen Aspekte sowie die Bereiche und Adressaten der Informationsbereitstellung abdeckt, betreffen Kennzahlen/Kennzahlensysteme die bereit gestellten Inhalte. Im Folgenden wird zunächst auf das Berichtswesen und danach auf **IT-Kennzahlensysteme** eingegangen.

Was allgemeine Aspekte des Berichtswesens im IT-Controlling betrifft, sollen Berichte hinsichtlich Umfang, Detaillierungsgrad und Darstellungsform so gestaltet sein, dass relevante Informationen leicht entnommenen werden können. Insbesondere sollten die bereitgestellten Informationen den Adressaten Schlussfolgerungen auf die Auswirkungen früher getroffener Entscheidungen gestatten (vgl. Reb und Herr 2000, S. 92).

Strukturieren lässt sich das Berichtswesen z. B. nach organisatorisch abgegrenzten Aktivitätsbereichen bzw. Prozessen in der Informationswirtschaft. So z. B. nach:

- IT-Infrastruktur, d. h. Beschaffung und Betrieb der Hard- und Softwareausstattung;
- Systementwicklung und -pflege, d. h. Entwicklung, Wartung, Anpassung und Weiterentwicklung von IT-Produkten;
- Benutzer-Service, d. h. Bereitstellung von Serviceleistungen für die Benutzer in den Fachabteilungen.

Eine beispielhafte Zusammenstellung von Berichtsarten für das IT-Controlling, aber auch das gesamte IT-Management, zeigt Abb. 16.48.

Mit den angegebenen IT-Bereichen und Berichtsarten sind die Berichtsmöglichkeiten für das IT-Controlling keinesfalls erschöpft. Die nachfolgend dargestellten Kennzahlen geben Anhaltspunkte für weitere Berichtsarten.

Auf Begriff, Zweck und Arten von Kennzahlen wurde bereits bei der Behandlung von Berichts- und Kontrollsystmen (vgl. Abschn. 7.2.2) eingegangen. Wie in anderen Unternehmensbereichen auch dienen Kennzahlen in der Informationswirtschaft

- der Vorgabe quantitativer Ziele für die Leistungserstellung und die Wirtschaftlichkeit der Leistungserstellung,
- der Kontrolle der Erreichung der vorgegebenen Leistungs- und Wirtschaftlichkeitsziele und
- der Verdeutlichung zeitlicher Entwicklungen, falls Kennzahlen über der Zeit betrachtet werden.

Nicht unproblematisch ist die Wahl geeigneter Kennzahlen für den IT-Bereich, da Kennzahlen einerseits aussagefähig und andererseits leicht ermittelbar sein sollen. Eine gewisse Orientierung liefert z. B. die von Gadatsch und Mayer (2005) durchgeführte

IT-Bereich	IT-Berichte
IT-Infrastruktur	Aktueller Bestand an installierten Hard- und Softwarekomponenten Rechner- und Netzauslastung gegliedert nach Anwendungssystemen sowie nach Batch- und Dialog-Anwendungen Laufende IT-Kosten gegliedert nach Rechnern, Kommunikationswegen, System- und Anwendungssoftware Verhältnis zwischen IT-Personalkosten und Infrastrukturkosten
Systementwicklung und -pflege	Übersicht der Entwicklungs- und Pflegeprojekte gegliedert nach: Projektart (Entwicklung, Anpassung, Wartung, Weiterentwicklung) Projektstatus (abgeschlossen, in Bearbeitung, geplant) Kosten des Personaleinsatzes gegliedert nach Projekten und Personalart (Entwickler, Systemspezialist, Systemtechniker usw.)
Benutzer-Service	Inanspruchnahme der Benutzerberatung gegliedert nach Benutzern und Problemarten Art und Dauer der Benutzerunterstützung Personalkosten der Benutzerunterstützung

Abb. 16.48 Berichtsarten für Informationsmanagement und IT-Controlling (vgl. auch Stahlknecht und Hasenkamp 2005, S. 468 ff.)

Bereich	IT-Kennzahl	Häufigkeit [%]
Wirtschaftlichkeits- und Produktivitäts-Kennzahlen	Deckungsbeitrag Produktivitäts-Kennzahlen Wirtschaftlichkeits-Kennzahlen Return on Investment (ROI)	20 23 27,5 30
Mitarbeiterbezogene Kennzahlen	Mitarbeiterzufriedenheit Mitarbeiterleistung Mitarbeiterauslastung Mitarbeiterqualifikation	29 30 32,5 32,5
Benutzerbezogene Kennzahlen	Benutzerzufriedenheit Antwortzeiten von IT-Systemen Erfüllung von Service Level Agreements Termineinhaltung Verfügbarkeit von IT-Systemen	35 45 50 50 67,5
Kennzahlen zum Finanzbereich	IT-Umsatz Budgetausschöpfung Anteil IT-Kosten am Umsatz	50 50 72,5

Abb. 16.49 Häufigkeit der Verwendung ausgewählter IT-Kennzahlen (vgl. Gadatsch und Mayer 2005)

Untersuchung der Verbreitung von IT-Kennzahlen in Unternehmen (vgl. Abb. 16.49). Demnach scheinen Kennzahlen zur Wirtschaftlichkeit/Produktivität im IT-Bereich eine eher geringe und Kennzahlen zum Finanzbereich sowie einige benutzerbezogene Kennzahlen eine relativ große Verbreitung aufzuweisen. Ein etwa mittlerer Verbreitungsgrad wurde für mitarbeiterbezogene sowie für einige benutzerbezogene Kennzahlen festgestellt.

Über diese Angaben hinaus veranschaulicht Abb. 16.50 die Bandbreite potenzieller Kennzahlen für IT-Controlling-Zwecke. Teils handelt es sich um Absolut-, teils um Verhältniszahlen. Bei einigen der Kennzahlen ist eine Mittelung sinnvoll (z. B. bei Zeitanlagen wie Wiederanlaufzeiten oder Wiederherstellungszeiten). Zwei aus Benutzersicht wesentliche Kennzahlen sind:

- die Verfügbarkeit, d. h. das Verhältnis zwischen der tatsächlichen und der geplanten Nutzungszeit von IT-Systemen;
- die Antwortzeit, d. h. die zwischen der Anforderung und der Bereitstellung einer Systemleistung (z. B. Bereitstellung gesuchter Informationen) verstrechende Zeit.

Allgemein werden hohe Verfügbarkeiten (nahezu 100 %) und geringe Antwortzeiten (wenige Sekunden) erwartet.

Kennzahlensysteme bestehen bekanntlich aus mehreren Kennzahlen, zwischen denen logische, inhaltliche oder gar rechnerische Beziehungen bestehen. Sie weisen eine hierarchische Struktur auf, falls sie auf hierarchischen Beziehungen basieren. Handelt es sich zudem um quantitative Beziehungen, so lassen sich die Werte übergeordneter Kennzahlen stufenweise aus den Werten untergeordneter Kennzahlen ermitteln (vgl. z. B. das DuPont-Schema in Abb. 7.15 in Kap. 7).

Controlling-Bereich	IT-Kennzahlen
Strategische IT-Planung und Portfolio-Controlling	Durchdringungsquote: IT-Kosten/Gesamtkosten des Unternehmens Innovationsquote: Entwicklungskosten/IT-Gesamtkosten Prioritätskennzahl eines Projekts im Portfolio Risikokategorie eines Projekts im Portfolio Nicht-monetärer Nutzen eines Projekts im Portfolio
Pojet-Controlling (Systementwicklung und -pflege)	Soll-/Ist-Kosten eines Gesamtprojekts und der Teilprojekte Soll-/Ist-Termine eines Gesamtprojekts und der Teilprojekte Prozentuale Terminüber- und -unterschreitungen in Bezug auf die Projektdauer Anteil der Überstunden am Gesamtaufwand Kostensteigerungsfaktor: Ist-Kosten/Soll-Kosten Projektfertigstellungsgrad: Anzahl fertiger Arbeitspakete/Gesamtanzahl von Arbeitspaketen Prozentualer Anteil des Analyse-, Entwurfs-, Implementierungs-, Testaufwands am Gesamtaufwand Verhältnis zwischen Entwicklungs- und Wartungsaufwand
Produkt-Controlling (insbesondere Anwendungssysteme und Systemstruktur)	Verfügbarkeit eines interaktiven Systems Antwortzeit eines interaktiven Systems Anzahl abgewickelter Transaktionen pro Tag Systembetreuungsgrad: Systembetreuungskosten/Wert des Systemportefeuilles Benutzerfreundlichkeit: Einarbeitungszeit/Gesamtbearbeitungszeit Verarbeitungseffizienz: Eingabezeit/Gesamtbearbeitungszeit
Infrastruktur-Controlling	Kapazitätsauslastung von Prozessoren, Speichern, Servern Druckerleistung in gedruckten Seiten pro Tag Kapazitätsauslastung von Kommunikationswegen Wiederanlaufzeit nach Systemausfällen Anzahl von Systemzusammenbrüchen pro Monat Anzahl und Dauer von Netzausfällen Wartungskostenanteil: Wartungskosten/IT-Gesamtkosten Anteil vernetzter Rechner am Rechnerbestand Anzahl von PCs pro Mitarbeiter
Benutzer-Service	Betreuungsspanne: Anzahl der von einem Service-Mitarbeiter betreuten Benutzer Betreuungsdichte: Anzahl der Betreuungsanfragen pro Tag Auslastung des Benutzer-Service: zeitliche Inanspruchnahme/zeitliche Verfügbarkeit Zeitdauer der Wiederherstellung der Arbeitsfähigkeit eines Benutzers

Abb. 16.50 Zusammenstellung von Kennzahlen für den IT-Bereich

Ein Beispiel eines Kennzahlensystems für den IV-Bereich beschreibt Reichmann (2001). Das System basiert auf der Einteilung der Informationswirtschaft in die drei Bereiche technische Infrastruktur, Software- und Systemstruktur sowie IT-Personal (vgl. Abb. 16.51).

IV-Bereich	Bereichs-Kennzahl	Nachgelagerte Kennzahlen
Technische Infrastruktur	IV-Effizienz	Ausfallzeiten der IV : Wartungskostenanteile der IV-Systeme
Software und Systemstruktur	Verfügbarkeit der IV-Systeme	Rerun-Quote : Softwaretechnischer Leistungsgrad
IV-Personal	Servicegrad der IV	IV-Mitarbeiterzahl : IV-Ausbildungsaufwand

Abb. 16.51 Vereinfachtes Beispiel eines IV-Kennzahlensystems (vgl. hierzu Reichmann 2001, S. 689–698)

Die Kennzahlen eines IV-Bereichs werden jeweils zu einer Bereichskennzahl verdichtet, die der Gesamtbeurteilung des Bereichs dient.

16.4.4.3.2 IT-Kosten- und Leistungsrechnung

Ausgangspunkt der **IT-Kosten- und Leistungsrechnung** ist das Verständnis der Informationswirtschaft als Service-Bereich, der den betrieblichen Wertschöpfungsprozess durch das Erbringen von IT-Dienstleistungen unterstützt. Deren Erstellung ist mit erheblichen Kosten verbunden. Bei der Planung, Steuerung und Kontrolle des Einsatzes von IuK-Technologien sind daher neben dem Nutzen für die Leistungsempfänger auch die Kosten der Leistungserstellung zu berücksichtigen. Als zentrales Problem hat sich hierbei die verursachungsgerechte Verrechnung der IT-Kosten auf die Leistungsempfänger herausgestellt. Diesem Problem kann mit dem Instrument der Kosten- und Leistungsrechnung begegnet werden.

Im Rahmen des internen betrieblichen Rechnungswesens stellt die Kosten- und Leistungsrechnung Informationen über Kostenarten (mittels der Kostenartenrechnung), Kostenstellen (mittels der Kostenstellenrechnung) und Kostenträger (mittels der Kostenträgerrechnung) zur Verfügung. Da diese Rechnungsarten grundsätzlich auch den IT-Bereich überdecken, können die IT-Kosten detailliert aufgegliedert werden nach:

- Kostenarten, z. B. Hardware-, Software-, Netz-, Personal-, Energiekosten;
- Kostenstellen, z. B. Rechenzentrum oder Software-Entwicklungsabteilung;
- Kostenträger, z. B. Hotline-Service.

So gewonnene Kostendaten lassen sich z. B. zudem in Zeit-, Unternehmens- und Soll/Ist-Vergleiche einbetten. Dem IT-Controlling steht damit ein Instrument zur Verfügung, das die Verfolgung mehrerer Ziele unterstützt:

- Verursachungsgerechte Verrechnung der bei der Herstellung von IT-Dienstleistungen entstehenden Kosten an die Leistungsempfänger, d. h. unternehmensinterne (Fach-)Abteilungen oder externe Abnehmer.
- Schaffung von Kostentransparenz als Grundlage für die kostenbewusste Inanspruchnahme von IT-Dienstleistungen durch die unternehmensinternen Leistungsempfänger.
- Überwachung der Wirtschaftlichkeit/Effizienz der Leistungserstellungsprozesse im IT-Bereich und Gewinnung von Anhaltspunkten für die Kostenreduzierung.
- Unterstützung von Entscheidungen im IT-Bereich, die IT-Investitionen wie z. B. die Rechnerbeschaffung, aber auch das Outsourcing von IT-Bereichen wie z. B. Rechnerwartung betreffen können.

Im Weiteren steht die verursachungsgerechte Leistungsverrechnung im Vordergrund. Betrachtet werden:

- Verfahren der Verrechnung von IT-Leistungen,
- Anwendung der Verrechnungsverfahren.

Zur Leistungsverrechnung stehen zwei grundlegende Verfahren zur Verfügung (vgl. z. B. Gabriel und Beier 2003, S. 100 ff.):

- die Kostenumlage und
- die Verwendung von Verrechnungspreisen.

Bei der Kostenumlage werden die im Abrechnungszeitraum angefallenen Kosten mit Hilfe von Verteilungsschlüsseln auf die Kostenstellen im Unternehmen verteilt, die IT-Leistungen in Anspruch nehmen. Die Verteilung kann auf einem oder mehreren (kombinierten) Schlüsseln beruhen. Der/die Schlüssel werden im Vorhinein und unabhängig von den tatsächlich beanspruchten Leistungen festgelegt. So kann die Kostenverteilung z. B. im Verhältnis der Anzahl der PC-Arbeitsplätze der empfangenden Kostenstellen vorgenommen werden.

Im Falle der Verwendung von Verrechnungspreisen ist weiter zu unterscheiden nach:

- marktorientierten Verrechnungspreisen und
- kostenorientierten Verrechnungspreisen.

Marktorientierte Verrechnungspreise bieten sich an, wenn intern bereitgestellte IT-Leistungen auch von externen Leistungsnachfragern auf der Grundlage eines funktionierenden Marktmechanismus bezogen werden können. Dies ist jedoch eher selten der Fall. Bei der Festlegung von Verrechnungspreisen wird man sich daher meist an den Kosten der Leistungserstellung orientieren.

Für die Gestaltung kostenorientierter Verrechnungspreise besteht ein erheblicher Spielraum. Eine untere Grenze wird durch die variablen Kosten gebildet und eine obere Grenze

durch die Vollkosten zuzüglich eines Gewinnzuschlags. Welche Verrechnungspreise innerhalb dieser Bandbreite festgelegt werden, hängt von den mit der Preisgestaltung verfolgten Zielen ab. Hier eröffnet sich etwa folgendes Spannungsfeld:

- Bei der Verwendung von Verrechnungspreisen auf Vollkostenbasis mit Gewinnzuschlag entstehen Gewinne im IT-Bereich. Diese können z. B. für IT-Investitionen oder erfolgsorientierte Zulagen für IT-Mitarbeiter verwendet werden. Nachteilig ist jedoch, dass die Fixkosten des IT-Bereichs voll auf die Leistungsempfänger abgewälzt werden, die Effizienz der Leistungserstellung wird damit nicht gefördert.
- Bei Verrechnungspreisen auf der Basis der variablen Kosten entstehen im IT-Bereich Verluste, d. h. mit Gewinnen finanzierte Maßnahmen entfallen. Jedoch wird die Effizienz der Leistungserstellung insofern gefördert, als die Leistungsempfänger bei geringeren variablen Kosten und Verrechnungspreisen größere Leistungsmengen abnehmen werden.

Mit der Preisgestaltung kann somit Einfluss auf das Verhalten der IT-Abteilung und der Leistungsempfänger genommen werden und das Verhalten auf die Ziele des Unternehmens ausgerichtet werden.

Ausgestaltung und Anwendung von Verrechnungspreisen hängen auch von der Größe und Organisation des IT-Bereichs ab. Unterscheiden lassen sich grob folgende Situationen:

- Der IT-Bereich besteht im Wesentlichen aus einer Abteilung, die lediglich als Kostenstelle geführt wird.
- Der IT-Bereich ist als Profit-Center organisiert und besitzt daher eine größere Eigenständigkeit hinsichtlich der Leistungsgestaltung.
- Der IT-Bereich stellt ein ausgegliedertes Unternehmen dar, das neben dem Mutterunternehmen auch andere Nachfrager mit IT-Leistungen bedient.

Im Fall einer als Kostenstelle eingerichteten IT-Abteilung werden Leistungen üblicherweise mittels des Kostenumlageverfahrens abgerechnet und bei einem als Profit-Center betriebenen IT-Bereich mittels kosten- oder marktorientierter Verrechnungspreise. Falls der IT-Bereich ein ausgegliedertes Unternehmen darstellt, werden für IT-Leistungen Marktpreise berechnet.

16.4.4.3.3 Leistungsvereinbarungen

Auf die Rolle von Leistungsvereinbarungen (**Service Level Agreements**) im Rahmen des IT-Service-Managements und ihre Bedeutung für das operative IT-Controlling wurde bereits in Abschn. 16.3.2.3 hingewiesen. Der Teilbereich des IT-Service-Managements, in dessen Verantwortungsbereich die Aushandlung, Koordination und Überwachung von Service Level Agreements fallen, ist das Service Level Management. Daher soll im Fol-

genden zunächst das Service Level Management in seinen Grundzügen dargestellt werden, bevor das Konzept der Service Level Agreements näher erläutert wird.

Als ein Kernbereich des **IT-Service-Managements** verfolgt das **Service-Level-Management (SLM)** drei Hauptziele:

- Ausrichtung des IT-Services auf das Unternehmen und die Kunden,
- Erhöhung der Qualität der Services und
- Senkung der Kosten der Erstellung von IT-Dienstleistungen.

In konzeptioneller Sicht stellt das SLM einen Prozess dar, der grob mit Planung, Verhandlung, Koordination und Überwachung von Leistungsvereinbarungen umschrieben werden kann. Im Einzelnen sind hierbei etwa folgende Ziele und Aufgaben betroffen:

- Definition klarer Leistungsvereinbarungen auf der Basis von Verhandlungen zwischen der IT-Abteilung und den Kunden.
- Ausrichtung der IT-Services auf die tatsächlichen Anforderungen der Kunden.
- Erstellung und Pflege eines Service-Katalogs, dem die angebotenen Dienste entnommen werden können.
- Überwachung der Qualität der Leistungsprozesse und der Erreichung der Leistungsziele sowie Analyse der Ursachen von Leistungsdefiziten.
- Überprüfung der Gültigkeit von Leistungszielen mittels regelmäßig durchgeföhrter Reviews.
- Erhaltung/Verbesserung der Qualität von IT-Services im Rahmen eines wiederholt zu durchlaufenden Optimierungszyklus.
- Permanente Pflege des Kundenkontakte und Verbesserung der Kommunikation zwischen IT-Abteilung und Kunden durch die Einrichtung regulärer Kommunikationswege.
- Verringerung der Konflikte zwischen Servicegebern und -nehmern durch die Vorgabe von Eskalationsregelungen (bei Störungen) und Sanktionsmechanismen (bei Service-Defiziten).
- Überprüfung der Effizienz bzw. Wirtschaftlichkeit der IT-Services, auch im Rahmen eines Vergleichs mit anderen Dienstleistern (Benchmarking).

Eine zentrale Rolle im Service-Level-Management nehmen die **Leistungsvereinbarungen** ein. Das IT-Governance-Rahmenwerk **ITIL** (vgl. Abschn. 16.2.5.3) unterscheidet hier nach:

- Service-Level-Agreements,
- Operational-Level-Agreements und
- Underpinning Contracts.

Service-Level-Agreements (SLA) sind formelle Vereinbarungen zwischen Servicegebern und -nehmern, die Art, Inhalt, Qualität und Überwachung von IT-Dienstleistungen regeln.

Operational-Level-Agreements (OLA) sind unternehmensinterne Vereinbarungen zwischen der für die Gesamtheit der IT-Services verantwortlichen Leitung der IT-Organisation und den für verschiedene Services verantwortlichen Teilbereichen der IT-Organisation. Sie sollen sicherstellen, dass die mit den SLA vorgegebenen Leistungsziele erreicht werden. Insofern regeln sie die Zuständigkeiten für die Erbringung von Services und legen den jeweils verantwortlichen Teilbereichen der IT-Organisation die Verpflichtung auf, die vorgegebenen Leistungskriterien (z. B. Menge, Qualität der Services) zu erfüllen.

Underpinning Contracts (UC) sind schriftliche und rechtswirksame Verträge mit externen IT-Dienstleistern, die unterstützende Arbeiten wie z. B. Wartungsarbeiten betreffen. Diese Unterstützungsverträge sollen sicherstellen, dass die in SLA und OLA vereinbarten Ziele, soweit ihre Realisierung von externen Dienstleistern abhängt, auch erreicht werden.

Eine Übersicht der vereinbarten und angebotenen IT-Services gibt der Service-Katalog. Er beschreibt die IT-Services nach Komponenten, Merkmalen, Kosten und Anpassungsoptionen. Als Informationsgrundlage für Kunden erleichtert der Service-Katalog den Abstimmungsprozess zwischen Servicegebern und -nehmern.

Die für Servicegeber und -nehmer besonders bedeutsamen Service-Level-Agreements lassen sich etwa wie folgt charakterisieren:

- SLA beschreiben IT-Services mittels nicht-technischer Begriffe in einer für ungeschulte Kunden verständlichen Weise.
- SLA regeln Ziele, Verantwortlichkeiten, Rechte und Pflichten der Servicegeber (Dienstleister, Provider) und Servicenehmer (Kunden, Customer).
- SLA verpflichten den Servicegeber zur Erbringung einer definierten Dienstleistung in einem bestimmten Umfang mit einer bestimmten Qualität und erlegen dem Servicenehmer gewisse Mitwirkungs-/Beteiligungspflichten auf.
- Um die Erfüllung von Leistungspflichten beurteilen zu können, werden in SLA auch Kennzahlen, Service-Levels und Messmethoden zur Leistungsmessung vereinbart. Ein Service-Level stellt hierbei den Wert einer (Leistungs-) Kennzahl dar, die zur Beurteilung der Qualität des betreffenden Service vereinbart wurde.
- SLA vereinbaren auch Art und Inhalt der Berichterstattung über die Leistungserbringung (wann, wo, wie oft) und legen die Konsequenzen/Sanktionen für den Fall der Nichteinhaltung fest.
- Schließlich wird in SLA auch die Laufzeit/Gültigkeitsdauer der Vereinbarung festgelegt.

Einige wesentliche Elemente von SLA werden in Abb. 16.52 in schematischer Form zusammengefasst.

Elementgruppe	Kurzbeschreibung		
Allgemeine Angaben	Bezeichnung Beschreibung	Zweck Ziele	beteiligte Partner Gültigkeitsdauer
Juristische Elemente	Gerichtsstand Haftung Gewährleistung	Regress anwendbares Recht Datum und Unterschrift	
Inhaltsbezogene Elemente	Pro Einzelleistung: Servicezeit Serviceort ausführende Person	Serviceprozess Mitwirkung Kunde	
Qualitätsbezogene Elemente	Kennzahlen als quantitative Leistungsgrößen Service-Levels als zu erbringende Leistungswerte Messverfahren zur Leistungsermittlung		
Kostenbezogene Elemente	Servicekosten Art der Leistungsverrechnung (z.B. nach Mengeneinheiten, Zeiteinheiten usw.)		
Prozessbezogene Elemente	Berichterstattung/Berichtswesen Reklamations- und Eskalationsverfahren Sanktionsmechanismen SLA-Überwachung (Service-Reviews) Änderungsverfahren (Change-Prozeduren) Konfliktlösungsverfahren Leistungsabrechnung (Zahlungstermine, -modalitäten usw.)		
Dokumentbezogene Elemente	administrative Elemente für Verwaltung/Pflege (Versionsnummer, Erstellungsdatum, Versionskontrolle, aktueller Status usw.) redaktionelle Elemente (Glossar, Verzeichnis, Index)		

Abb. 16.52 Elemente von Service-Level-Agreements (vgl. z. B. Berger 2005, S. 69 ff.)

Die in SLA vereinbarten Leistungskennzahlen sind ein unverzichtbares Mittel für die Etablierung ausgewogener Leistungsbeziehungen, die den Interessen der Servicegeber und -nehmer gleichermaßen gerecht werden. In der Literatur wird eine Vielzahl von Leistungskennzahlen vorgeschlagen. Eine Übersicht der am häufigsten genannten Kennzahlen gibt Abb. 16.53.

Zur weiteren Verdeutlichung des Wesens von Leistungsvereinbarungen sei als Beispiel für einen IT-Service die Leistungskategorie „PC-Arbeitsplatz“ betrachtet. Dieser Service wird in verschiedenen Rechnervarianten mit verschiedenen Software-Leistungsbausteinen in einer Bundesbehörde angeboten. Eine Zusammenstellung einiger PC-Arbeitsplatzvarianten und installierbarer Leistungsbausteine zeigt Abb. 16.54.

Bei diesem Service sind zwei Varianten eines vernetzten, ortsfesten PC-Arbeitsplatzes vorgesehen, ein leistungsstärkerer PC-Arbeitsplatz (PC-LAN) und ein leistungs schwächerer Thin Client (TC-LAN). Der mobile Arbeitsplatz (MC-LAN) ist für Mitarbeiter mit Telearbeitsplätzen, Vielreisende oder Mitarbeiter in Rufbereitschaft gedacht. Der Stand-Alone-Arbeitsplatz (PC-SA) wird für spezielle Internet-Anwendungen bereitgestellt, deren Nutzung von einem PC im Intranet aus Sicherheitsgründen nicht

Kennzahl	Exemplarische Ausprägungsformen
Verfügbarkeit	fehlerfreie Nutzungszeit Verfügbarkeitsquote = (vereinbarte Servicezeit - Ausführungszeit/vereinbarte Servicezeit [%])
Zuverlässigkeit	Anzahl der Unterbrechungen pro Zeiteinheit durchschnittliche Zeit zwischen zwei Ausfällen
Leistungsfähigkeit	Durchsatz (z. B. Anzahl von Transaktionen pro Zeiteinheit, Anzahl gleichzeitiger Benutzer, Menge übertragbarer Daten) Antwortzeit (zur Ausführung einer Aktion, z. B. Transaktion, benötigte Zeit)
Betriebszeit	Zeit der geplanten Verfügbarkeit eines Systems (z. B. 0 bis 24 Uhr) geplante Offline-Zeiten für Systemwartung, -update usw.
Servicezeiten	Anteil der Betriebszeit, für den die Erreichbarkeit des jeweiligen IT-Supports garantiert wird (z. B. Montag bis Freitag von 6 bis 20 Uhr)
Support	Anteil der Betriebszeit, in dem ein Support (z. B. Helpdesk) erreichbar ist Erreichbarkeitsquote (z. B. Quote in der ein Experte bereits nach einer Weitervermittlung erreicht wird) Reaktionszeit (z. B. Zeit, die zwischen Störmeldung und Reaktion von Helpdesk verstreicht)
Wiederherstellungszeit	Zeit, die nach Systemausfall bis zum Restart des Systems verstreicht Zeit, die zum Austausch einer Hardware(-Komponente) benötigt wird
Sicherheit	Häufigkeit der Virenprüfungen Aktualität des Virenscanners Zeit zum Einspielen von Patches für Sicherheitslücken

Abb. 16.53 Leistungskennzahlen in Leistungsvereinbarungen (Auswahl)

zugelassen ist. Die beiden letztgenannten Arbeitsplätze in Abb. 16.54 sind für spezielle Zwecke vorgesehen (Handel und Bankenprüfung). Von den angegebenen Leistungsbausteinen müssen nicht notwendigerweise sämtliche auf jeder der Rechnervarianten installiert sein.

Abschließend noch einige Bemerkungen zur Anwendung von Leistungsvereinbarungen in der Praxis. Eine Anwendung ist immer dann möglich, wenn ein Lieferanten-Kunden-Verhältnis gegeben ist. Austauschbeziehungen dieser Art können bestehen zwischen interner IT-Organisation und externen Dienstleistern, zwischen internen IT-Abteilungen sowie zwischen interner IT-Organisation und internen Fachabteilungen. Als Voraussetzungen für die Anwendung werden z. B. genannt (vgl. auch Berger 2005, S. 40 ff.; Bernhard 2003, S. 52 f.): hinreichende Unternehmensgröße (Servicegeber und -nehmer), Standardisierbarkeit der Services, Möglichkeit der Leistungsbeschreibung mittels quantitativer Merkmale, Möglichkeit der Leistungsmessung, Möglichkeit der internen Leistungsverrechnung und Existenz einer förderlichen Unternehmenskultur.

IT-Service PC-Arbeitsplatz	
Rechnervarianten	Leistungsbausteine (Auswahl)
Standard-Arbeitsplatz PC-LAN (LAN-Anschluss, File-Services)	User-Helpdesk
Standard-Arbeitsplatz PC-LAN (Thin Client, LAN-Anschluss, File-Service)	Security-Administration
Standard-Mobil-Arbeitsplatz MC-LAN (Notebook, LAN-Anschluss, File-Services)	Beratung und Unterstützung für den Arbeitsplatz
Stand-Alone-Arbeitsplatz-PC-SA (WAN-Services)	Betrieb LAN-Services für den Arbeitsplatz
Händler-Arbeitsplatz (größerer Bildschirm, erweiterter Support)	File-Services/Datensicherung
Bankenprüfer-Arbeitsplatz (mobiler Arbeitsplatz für Bankenprüfer)	Domain-Service
	Print-Service
	Sicherheits-Services
	Software-Integration für den Arbeitsplatz
	Netzwerkverbindungen Zentrale
	Groupware (Mail, Chat, Fax, Notes, ...)
	Internet-Recherche
	Browser
	Remote-Access-Service

Abb. 16.54 Kurzbeschreibung des IT-Service „PC-Arbeitsplatz“ (vgl. hierzu Kehren 2006, S. 57 ff.)

Literatur

- Berger, T.G.: Konzeption und Management von Service-Level-Agreements für IT-Dienstleistungen, Dissertation, TU-Darmstadt, Darmstadt (2005)
- Bernhard, M.G.: Service-Level-Management = Supply-Chain-Management. In: Bernhard, M.G., Lewandowski, W., Mann, H., Schrey, J. (Hrsg.) IT-Outsourcing und Service-Management, S. 41–72. Symposion, Düsseldorf (2003)
- Biethahn, J., Mucksch, H., Ruf, W.: Ganzheitliches Informationsmanagement. Oldenbourg, München/Wien (1994)
- Buchta, D., Kannegiesser, M., Klatt, M.: Performance Management zur strategischen Steuerung der Informationstechnologie. Control. Mag. 3, 277–282 (2003)
- Epstein, M.J., Roy, M.J.: How does your board rate? Strateg. Finance, 25–31 (2004)
- Fingerlos, U.R., Golla, G., Pastwa, A., Gluchowski, P., Gabriel, R.: Risikoreporting in Finanzinstituten, Anforderungen, Konzepte, Prototyping. Springer Gabler, Wiesbaden (2020)
- Fremann, C.: IT-Governance – Konzepte, Standards und Instrumente, Diplomarbeit. FernUniversität in Hagen, Fakultät für Wirtschaftswissenschaft, Hagen (2006)
- Gabriel, R., Beier, D.: Informationsmanagement in Organisationen. Kohlhammer, Stuttgart (2003)
- Gadatsch, A., Mayer, E.: Masterkurs IT-Controlling – Grundlagen und strategischer Stellenwert, 2. Aufl. Vieweg, Wiesbaden (2005)
- Gluchowski, P.: Data Governance – Grundlagen, Konzepte und Anwendungen. dpunkt, Heidelberg (2020)
- Hamaker, S.: Spotlight on governance. Inf. Syst. Control J. 1, 15 (2003)
- Häusler, O., Schwickert, A.C., Ebersberger, S.: IT-Service-Management – Referenzmodelle im Vergleich. Justus-Liebig-Universität Gießen, Gießen (2005)
- Heinrich, L.J., Lehner, F.: Informationsmanagement, 8. Aufl. R. Oldenbourg, München/Wien (2005)

- Helber, C.: Entscheidungen bei der Gestaltung optimaler EDV-Systeme. Minerva, München (1981)
- Horvath, P.: Controlling, 9. Aufl. Vahlen, München (2003)
- IFAC (Hrsg.): Enterprise Governance – Getting the Balance Right. International Federation of Accountants, New York (2004)
- ITGI (Hrsg.): CobiT 3rd Edition Framework. ITGI, Rolling Meadows (2000)
- ITGI (Hrsg.): Board Briefing on IT Governance, 2. Aufl. ITGI, Rolling Meadows (2003)
- Jäger-Goy, H.: Instrumente des IV-Controlling. In: von Dobschütz, L., Barth, M., Jäger-Goy, M., Kütz, H., Müller, M. (Hrsg.) IV-Controlling – Konzepte, Umsetzungen, Erfahrungen, S. 23–36. Gabler, Wiesbaden (2000a)
- Jäger-Goy, H.: Das Controlling des Outsourcing-Prozesses von IV-Leistungen. In: von Dobschütz, L., Barth, M., Jäger-Goy, M., Kütz, H., Müller, M. (Hrsg.) IV-Controlling, Konzepte – Umsetzungen – Erfahrungen, S. 551–569. Gabler, Wiesbaden (2000b)
- Kaplan, R.S., Norton, D.P.: Balanced Scorecard – Strategien erfolgreich umsetzen. Schäffer-Pöschel, Stuttgart (1997)
- Kargl, H.: Management und Controlling von IV-Projekten. Oldenbourg, München (2000)
- Kehren, V.: Service Level Management in einer Bundesbehörde, Diplomarbeit. FernUniversität in Hagen, Fachbereich Wirtschaftswissenschaft, Hagen (2006)
- Krcmar, H.: Innovationen durch Strategische Informationssysteme. In: Dichtl, E., Gerke, W., Kieser, A. (Hrsg.) Innovation und Wettbewerbsfähigkeit, S. 227–246. Gabler, Wiesbaden (1987)
- Krcmar, H.: Informationsmanagement, 4. Aufl. Springer, Berlin (2005)
- Krcmar, H.: Informationsmanagement, 6. Aufl. Springer, Berlin (2015)
- Krcmar, H., Buresch, A.: IV-Controlling, Ein Rahmenkonzept für die Praxis. *Controlling*. **5**, 294–303 (1994)
- Krcmar, H., Buresch, A.: IV-Controlling – Ein Rahmenkonzept. In: Krcmar, H., Buresch, A., Reb, M. (Hrsg.) IV-Controlling auf dem Prüfstand: Konzept – Benchmarking – Erfahrungsberichte, S. 1–20. Gabler, Wiesbaden (2000)
- Küpper, H. (Hrsg.): Controlling: Konzeption, Aufgaben und Instrumente, 3. Aufl. Schaeffer-Poeschel, Stuttgart (2001)
- Mag, W.: Unternehmensplanung. Vahlen, München (1995)
- Mann, C.C.: The end of Moore's law? *Technol. Rev.* **103**(3), 43–48 (2000)
- McFarlan, F.W., McKenney, J.L., Pyburn, P.: Information archipelago, Plotting a course. *Harv. Bus. Rev.* **61**(1), 145–155 (1983)
- Mertens, P., Schumann, M., Hohe, U.: Informationstechnik als Mittel zur Verbesserung der Wettbewerbsposition – Erkenntnisse aus einer Beispielsammlung. In: Zur, E., Spremann, K. (Hrsg.) Informationstechnologie und strategische Führung, S. 109–135. Gabler, Wiesbaden (1989)
- Moore, G.E.: Cramming more components onto integrated circuits. *Electronics*. **38**(8), 114–117 (1965)
- Neumann, D., Holtmann, C., Orwat, C.: Grid-economics. *Wirtschaftsinformatik*. **48**(3), 206–209 (2006)
- OGC (Hrsg.): Service Delivery, The Stationery Office, 5. Aufl. OGC, Norwich (2002a)
- OGC (Hrsg.): Service Support, The Stationery Office, 6. Aufl. OGC, Norwich (2002b)
- OGC (Hrsg.): IT Service Management, The Stationery Office. OGC, Norwich (2005)
- Porter, M.E.: Wettbewerbsstrategie, 10. Aufl. Campus, Frankfurt am Main/New York (1999)
- Reb, M., Herr, R.: IV-Infrastruktur-Controlling – Kennzahlengestützte Steuerung der IT-Ressourcen. In: Krcmar, H., Buresch, A., Reb, M. (Hrsg.) IV-Controlling auf dem Prüfstand – Konzept, Benchmarking, Erfahrungsberichte, S. 75–104. Gabler, Wiesbaden (2000)
- Reichmann, T.: Controlling mit Kennzahlen und Managementberichten – Grundlagen einer systemgestützten Controlling-Konzeption, 6. Aufl. Vahlen, München (2001)

- Riedl, R.: Strategische Planung von Informationssystemen – Methode zur Entwicklung von langfristigen Konzepten für die Informationsverarbeitung. Physica, Heidelberg (1991)
- Schönwalder, S., Schulze-Döbold, P., Lapp, M.: IV-Portfolio-Controlling – Projekte richtig ausgewählt. In: Krcmar, H., Buresch, A., Reb, M. (Hrsg.) IV-Controlling auf dem Prüfstand: Konzept – Benchmarking – Erfahrungsberichte, S. 21–36. Gabler, Wiesbaden (2000)
- Schwarze, J.: Informationsmanagement – Planung, Steuerung, Koordination und Kontrolle der Informationsversorgung in Unternehmen. NBW, Herne (1998)
- Shleifer, A., Vishny, R.W.: A survey of corporate governance. *J. Finance.* **52**(2), 737–783 (1997)
- Stahknecht, P., Hasenkamp, U.: Einführung in die Wirtschaftsinformatik, 11. Aufl. Springer, Berlin (2005)
- Streubel, F.: Organisatorische Gestaltung und Informationsmanagement in der lernenden Unternehmung. Peter Lang, Frankfurt am Main (2000)
- Szyperski, N.: Geplante Antwort der Unternehmung auf den informations- und kommunikationstechnischen Wandel. In: Frese, E. (Hrsg.) Organisation, Planung, Informationssysteme, S. 177–195. Poeschel, Stuttgart (1981)
- Tewald, C.: Die Balanced Scorecard für die IV. In: von Dobschütz, L., Barth, M., Jäger-Goy, H., Kütz, M., Müller, M. (Hrsg.) IV-Controlling. Konzepte – Umsetzungen – Erfahrungen, S. 621–640. Gabler, Wiesbaden (2000)
- Vogel, M.: Straffe Leitung führt Megaprojekt zum Erfolg. *Comput. Zeitung.* **24**, 16 (2006)
- Von Reibnitz, U.: Szenario-Technik – Instrumente für die unternehmerische und persönliche Erfolgsplanung, 2. Aufl. Gabler, Wiesbaden (1992)
- Voss, S., Gutenschwager, K.: Informationsmanagement. Springer, Berlin/Heidelberg (2001)
- Waidelich, R.: Informationsmanagement in der Automobilindustrie. In: Scheer, A.-W. (Hrsg.) Handbuch Informationsmanagement – Aufgaben, Konzepte, Praxislösungen. Gabler, Wiesbaden (1993)



Kap. 17 ist das zweite Kapitel des Teils E. Es behandelt das IT-Sicherheitsmanagement, das sich mit Sicherheitsproblemen und -konzepten im IT-Bereich, aber auch mit dem Problemkreis des Datenschutzes befasst. In Abb. 17.1 ist die Einordnung des Kap. 17 in den Teil E dargestellt.

Moderne Computertechnologien und weltweite Vernetzung tragen in Unternehmen nicht nur zum Unternehmenserfolg bei, sie ermöglichen auch neuartige Formen von Angriffen auf die Sicherheit der betrieblichen Informationsverarbeitung. Angriffe reichen vom Einschleusen von Viren und Trojanern über die Blockade von erfolgskritischen Informationssystemen bis hin zum weiten Feld des Computerbetrugs. Sie können erhebliche finanzielle Schäden verursachen oder gar die Existenz von Unternehmen gefährden. Die Abschätzung von Bedrohungspotenzialen, resultierenden Schadensrisiken sowie die Realisierung eines wirksamen IT-Sicherheitskonzepts zur Risikoabwehr ist daher eine permanente Herausforderung für Unternehmen.

Nun sind IT-Sicherheitsprobleme sehr unterschiedlicher Natur und zudem auf vielfältige Ursachen zurückzuführen. Darüber hinaus lassen sie sich, wie z. B. bei vorsätzlichen auf Schadensstiftung abzielenden Handlungen, nicht vollständig kontrollieren und beherrschen. Es ist daher sinnvoll, in Unternehmen nicht eine absolute IT-Sicherheit anzustreben, sondern ein – unter Berücksichtigung verbleibender Risiken – akzeptables Sicherheitsniveau.

Ein dem Bereich der IT-Sicherheit häufig zugeordneter spezieller Problemkreis stellt der Datenschutz dar. Automatisierte Informationsverarbeitung und Vernetzung begünstigen die unkontrollierte Erfassung, Verarbeitung und Weitergabe personenbezogener Daten. Die Folge können Verletzungen von Persönlichkeitsrechten sein, die je nach Schweregrad Ordnungswidrigkeiten oder Straftatbestände darstellen. In Unternehmen ist

E Management der Informationsverarbeitung**16 Informationsmanagement****17 IT-Sicherheitsmanagement****Abb. 17.1** Einordnung des Kap. 17 in den Teil E

daher auf die Einhaltung der rechtlichen Regelungen zum (personenbezogenen) Datenschutz zu achten.

Auf die Problemkreise der IT-Sicherheit und des Datenschutzes geht das vorliegende Kap. 17 ein. Zunächst befasst sich Abschn. 17.1 mit grundlegenden Begriffen und konzeptionellen Elementen der IT-Sicherheit. Betrachtet wird zudem eine Wirkungskette, die einen Zusammenhang zwischen Sicherheitsrisiken sowie Verwundbarkeiten und Bedrohungen herstellt. Danach geht Abschn. 17.2 auf umfassende Konzepte der IT-Sicherheit ein. Insbesondere auf das prozessorientierte Sicherheitskonzept des Bundesamts für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI), das auf die Vielzahl der mittelständischen Unternehmen zugeschnitten ist. Der folgende Abschn. 17.3 befasst sich mit kryptografischen Sicherheitstechniken, die für die Sicherheit des Informationsaustauschs und Geschäftsverkehrs in Rechnernetzen unverzichtbar sind. Begriffe und gesetzliche Regelungen des Datenschutzes werden schließlich in Abschn. 17.4 behandelt. Neben der übergeordneten Datenschutz-Grundverordnung der EU (DSGVO) finden das Bundesdatenschutzgesetz (BDSG) sowie das Telekommunikationsgesetz (TKG) und das Telemediengesetz (TMG) besondere Berücksichtigung.

17.1 Grundlagen der IT-Sicherheit

Im vorliegenden Abschn. 17.1 werden grundlegende Begriffe, Konzepte und Maßnahmen des IT-Sicherheitsmanagements betrachtet. Der einleitende Abschn. 17.1.1 enthält eine Abgrenzung des Begriffs und der Ziele der IT-Sicherheit. Der folgende Abschn. 17.1.2 befasst sich mit der Entstehung von IT-Sicherheitsrisiken. Vorgestellt und detailliert beschrieben wird hierzu eine „Wirkungskette“, die an Verwundbarkeiten/Schwachstellen des IT-Gesamtsystems ansetzt und über Bedrohungen, Schäden und Eintrittswahrscheinlichkeiten zu Sicherheitsrisiken führt. Grundsätzlich verfügbare Sicherheitsmaßnahmen werden im letzten Abschn. 17.1.3 kategorisiert und anhand von Beispielen erläutert. Infrastrukturelle, organisatorische, personelle und technische Maßnahmen stehen dabei im Vordergrund.

17.1.1 Begriff und Ziele der IT-Sicherheit

Bezugsgegenstand der Betrachtungen zur IT-Sicherheit ist die inner- und zwischenbetriebliche Informationsverarbeitung einschließlich der Benutzer und der erforderlichen Infra-

struktur (z. B. Gebäude, Energieversorgung). Im Fokus der IT-Sicherheit stehen demnach IT-Systeme als soziotechnische Systeme, die neben Rechner- und Kommunikationssystemen auch Benutzer und infrastrukturelle Komponenten umfassen. Sicherheitsprobleme betreffen grundsätzlich alle diese Bereiche. Sie haben ihre Ursache in der Speicherung, Verarbeitung und Übertragung von sensiblen Informationen in und mit IT-Systemen, die schützenswerte Güter (engl. assets) eines Unternehmens wie z. B. produkt- und prozessbezogenes Know-how sowie Kunden- und Lieferantenbeziehungen repräsentieren.

Aus der IT-Perspektive korrespondieren die Assets mit passiven und aktiven Elementen in soziotechnischen IT-Systemen:

- Passive Elemente sind Informations-/Datenobjekte in Form von Dateien, Datenbank-Einträgen und übertragenen Datenpaketen. Sie werden hier kurz auch als Objekte bezeichnet.
- Aktive Elemente zielen auf die Manipulation und Benutzung von Datenobjekten ab. Sie umfassen daher sämtliche auf den Datenobjekten operierenden Speicherungs-, Verarbeitungs- und Übertragungsprozesse/-dienste. Dazu gehören aber auch die Benutzer als Auslöser und Nutznießer der Prozesse und der damit bereit gestellten Datenobjekte.

Aus Sicherheitsgründen wird der Zugriff der Benutzer auf Datenobjekte und Prozesse durch abgestufte Zugriffsrechte geregelt. Ein im legitimen Besitz von Zugriffsrechten befindlicher Benutzer ist zur Ausübung der Rechte autorisiert.

Nach diesen einführenden Überlegungen können nunmehr der Begriff und die Ziele der IT-Sicherheit abgegrenzt werden. Zunächst zur IT-Sicherheit (vgl. Lenhard 2017; Hansen u. a. 2019, S. 381 ff.):

► Als **IT-Sicherheit** (engl. **IT security**) bezeichnet man das Teilgebiet des Informationsmanagements, das sich mit der Sicherheit der Speicherung, Übertragung und Verarbeitung von Informations-/Datenobjekten mit IT-Systemen befasst. IT-Sicherheit zielt darauf ab, die unbefugte Kenntnisnahme, Veränderung und Löschung von Informationen und der sie manipulierenden Prozesse im laufenden Betrieb von IT-Systemen im erforderlichen Maße zu verhindern.

Die Definition der IT-Sicherheit beinhaltet einen Dualismus, der die ganze Informationsverarbeitung durchzieht. Er betrifft die Unterscheidung in Informations-/Datenobjekte und darauf operierenden Prozessen. Davon ausgehend können zwei Sicherheitsdimensionen für IT-Systeme definiert werden, die Informations- und die Funktionsicherheit.

► Ein IT-System besitzt die Eigenschaft der **Funktionssicherheit**, wenn die ausgeführten Systemfunktionen genau der Funktionsspezifikation entsprechen und keine durch Funktionsstörungen verursachten, unzulässigen Systemzustände auftreten.

Während die Funktionssicherheit auf die Einhaltung der funktionalen Spezifikation von IT-Systemen abstellt, geht es bei der Informationssicherheit um den ausschließlich autorisierten Zugang zu Informationen.

- Ein IT-System besitzt die Eigenschaft der **Informations-/Datensicherheit** (engl. **information/data security**), wenn es bei seinem Betrieb nur solche Zustände annimmt, die keine unautorisierte Kenntnisnahme, Veränderung oder Löschung der gespeicherten, verarbeiteten oder übertragenen Informationen gestatten.

Eine Beschränkung der Ziele der IT-Sicherheit auf die Herstellung von Funktions- und Informationssicherheit würde zu kurz greifen. Mit der Öffnung der IT-Systeme und dem Übergang zur unternehmensübergreifenden, netzbasierten Informationsverarbeitung im Rahmen des E- und M-Business sind neue Bedrohungen und Gefahren für die IT-Sicherheit aufgekommen. Sie erfordern die Vorgabe von Sicherheitszielen, die über technologische Dimensionen hinaus auch spezifische Belange der elektronischen Geschäftsabwicklung und Kooperation berücksichtigen.

In der Literatur wird eine Vielzahl von Sicherheitszielen genannt und teils auch nach wesentlichen und ergänzenden Zielen differenziert (vgl. z. B. Oppliger 1997, S. 10 f.; Rannenberg 2000, S. 489 f.; Röhrig u. a. 2000, S. 500; Eckert 2018). Inhaltlich motivierte Kategorisierungen finden sich nur vereinzelt. So unterscheidet z. B. Dierstein (2004) zwischen der eher technisch orientierten Kategorie der Verlässlichkeit mit den Zielen Vertraulichkeit, Integrität und Verfügbarkeit und der auf den Betrieb von Netzen ausgerichteten Kategorie der Beherrschbarkeit mit den Zielen Zurechenbarkeit und Revisionsfähigkeit oder Rechtsverbindlichkeit. Da sich noch keine der vorgeschlagenen Kategorisierungen durchsetzen konnte, wird hier eine nicht weiter strukturierte Zielauswahl präsentiert, die den genannten Anforderungen Rechnung trägt. Als wesentlichste Sicherheitsziele können demnach gelten:

- | | |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none">• Vertraulichkeit• Integrität• Verfügbarkeit | <ul style="list-style-type: none">• Authentizität• Zurechenbarkeit• Anonymisierung |
|--|--|

Diese Sicherheitsziele werden nachfolgend definiert (vgl. dazu auch Eckert 2018).

- Ein IT-System besitzt die Eigenschaft der **Vertraulichkeit** (engl. confidentiality), wenn die schutzwürdigen Daten nur autorisierten Personen zugänglich sind.

Zur Gewährleistung der Vertraulichkeit genügt es gegebenenfalls nicht, den Systemzugang mittels eines Berechtigungskonzepts zu regeln. Vielmehr kann es darüber hinaus erforderlich sein, z. B. im Falle von Übertragungssystemen die übertragenen Informationen zu verschlüsseln.

- Ein IT-System besitzt die Eigenschaft der **Integrität** (engl. integrity), wenn an den schutzwürdigen Daten keine unerlaubten Veränderungen vorgenommen werden können.

Ein probates Mittel zur Sicherung der Integrität ist die Vergabe von Rechten zur Systemnutzung (Berechtigungskonzept). Allerdings hängt der Grad der Integrität von der konkreten Ausgestaltung der Rechte ab. Erteilt man einem Nutzer z. B. pauschal Schreibrechte für eine bestimmte Datei, so ist er berechtigt, Dateninhalte praktisch beliebig zu modifizieren. Gewährleistet wird so nur eine schwächere Form der Integrität. Ein höherer Grad der Integrität liegt z. B. dann vor, wenn sich die Zugriffsrechte eines Benutzers strikt auf vorgegebene und wohl definierte Dateioperationen beschränken. Speziell in Netzwerken stellen unbemerkte Integritätsverletzungen ein besonderes Problem dar, da die Weiterleitung unautorisiert veränderter Daten bei dem oder den Empfängern erhebliche Schäden verursachen kann. Mittels spezieller, auf die zu übertragenden Daten angewandter Hashfunktionen lassen sich vorgenommene Datenveränderungen allerdings aufdecken.

- Ein IT-System besitzt die Eigenschaft der **Verfügbarkeit** (engl. availability), wenn autorisierte Personen ihre zugeteilten Nutzungsrechte uneingeschränkt wahrnehmen können.

Einschränkungen von Nutzungsrechten müssen nicht notwendigerweise die Folgen von Angriffen auf die Systemverfügbarkeit sein. So können z. B. Schwankungen der nicht in feindlicher Absicht vorgenommenen Zugriffe auf einen Portal-Server zu temporären Verfügbarkeitseinbußen führen. Davon zu unterscheiden sind gezielte Angriffe auf die Verfügbarkeit durch die Überhäufung des Servers mit (sinnlosen) Anfragen. Zur Erkennung und Verhinderung derartiger Attacken eignen sich insbesondere Intrusion-Detection- und Intrusion-Prevention-Systeme.

- Ein Benutzer, ein Prozess oder ein Datenobjekt besitzt die Eigenschaft der **Authentizität** (engl. authenticity), wenn seine Echtheit bzw. Identität unzweifelhaft feststeht.

Die Frage der Identität stellt sich nicht nur für Personen bzw. Benutzer. In offenen Netzen ist zudem die Echtheit von Prozessen, wie z. B. Web-Servern, und von Informationsobjekten, wie z. B. übertragenen digitalen Produkten, für die geschäftliche Betätigung unerlässlich. Verfahren zur Überprüfung der Identität von Personen basieren auf charakterisierenden Eigenschaften wie zugeteilten Passwörtern oder biometrischen Merkmalen. Die Authentifikation von Prozessen und Datenobjekten erfolgt meist mit kryptografischen Verfahren (vgl. Abschn. 17.3).

- Ein IT-System gewährleistet die **Zurechenbarkeit** (engl. verifiability) von durchgeführten Prozessen, wenn der Initiator der Prozessdurchführung seine Urheberschaft nicht abstreiten kann.

Für die netzbasierte Abwicklung von Geschäften im Rahmen des E-Business (im weit gefassten Sinne unter Einschluss von Mobile Business und Social Media Business) ist die Zurechenbarkeit zu den involvierten Akteuren unverzichtbar. Nur so können rechtsverbindliche Geschäfte zustande kommen und in Streitfällen die Urheberschaften notfalls auch gerichtlich geklärt werden. Können umgekehrt z. B. die Veranlasser von Bestellungen oder Bankeinzügen nicht eindeutig identifiziert werden, so wären verantwortungsloses Handeln und Untergrabung der Seriosität des E-Business die Folge. Zur Sicherung der Zurechenbarkeit kommen vornehmlich digitale Signaturen zum Einsatz.

Akteuren im E-Business kann allerdings sehr am Schutz ihrer Privatsphäre gelegen sein. Sie möchten also ihre Anonymität bewahren. Das korrespondierende Schutzziel ist die Anonymisierung (vgl. hierzu Eckert 2018).

► Als **Anonymisierung** bezeichnet man die Modifikation der einen Benutzer identifizierenden Daten derart, dass die bei dem Betrieb eines IT-Systems über den Benutzer anfallenden sensiblen Daten dem Benutzer nicht zugeordnet werden können.

Die Teilnahme am E-Business hinterlässt persönliche Spuren. Bei der Nutzung von Internet-Diensten werden z. B. sämtliche Zugriffe auf die von dem jeweiligen Server bereitgestellten Dateien protokolliert. Diese Aufzeichnungen erstrecken sich z. B. auf IP-Adresse und Login-Name des Benutzers, Datum und Uhrzeit des Zugriffs, Größe der übertragenen Datenmenge, URL der zuvor aufgesuchten Seite und Kennung des verwendeten Browsers. Mit Hilfe von Analyseprogrammen können Diensteanbieter diese Aufzeichnungen auswerten und Benutzerprofile für (unerbetene) Werbemaßnahmen erstellen. Einen Schutz vor Analysen des Zugriffs-, Kommunikations- und Bewegungsverhaltens (im Falle der Nutzung mobiler Technologien) von Benutzern bieten Anonymisierungsdienste, indem sie die Identität und damit auch das Verhalten der Benutzer verschleiern. Dies kann z. B. durch die Unterdrückung oder Verschlüsselung entsprechender Daten oder durch die Verwendung von Pseudonymen geschehen.

Wie zu Beginn des Kap. 17 bereits angedeutet wurde, ist der Zustand der vollständigen IT-Sicherheit kaum erreichbar. In einem Unternehmen ist daher das angestrebte individuelle Sicherheitsniveau festzulegen. Dies erfordert insbesondere auch die Vorgabe von Zielerreichungsgraden für jedes der genannten Sicherheitsziele.

17.1.2 Entstehung von Sicherheitsrisiken

Sicherheitsrisiken resultieren aus dem Zusammenspiel von IT-Schwachstellen, Tätern, Ereignissen, Bedrohungen und Schäden. Die hierbei auftretenden Beziehungen und Wirkungen veranschaulicht Abb. 17.2 in schematischer Form. Die Darstellung wird zunächst in groben Zügen erläutert. Danach werden die einzelnen Stufen des gesamten Zusammenhangs genauer beleuchtet.

Das Gesamtsystem der inner- und zwischenbetrieblichen Informationsverarbeitung eines Unternehmens besteht aus einer Anordnung von schutzwürdigen Komponenten,

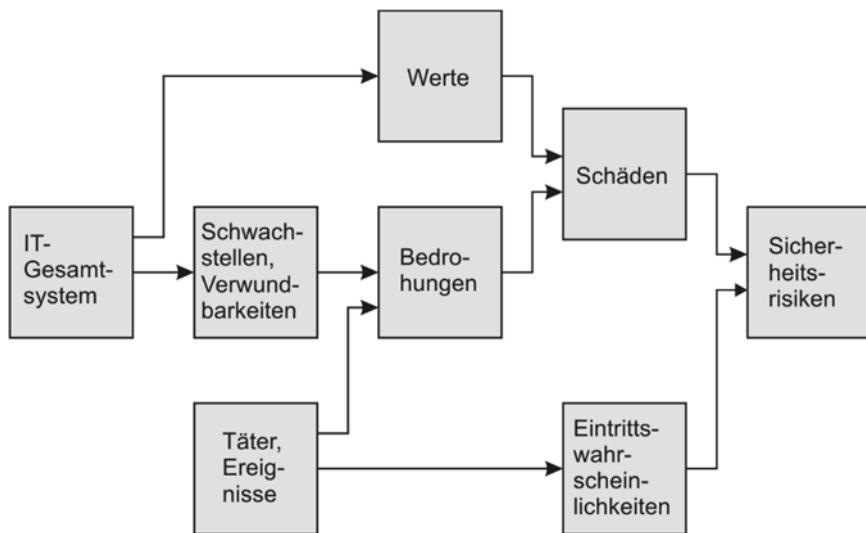


Abb. 17.2 Wirkungskette der Risikoentstehung

Prozessen und Informationen. Letztere schließen Werte eines Unternehmens in Form von z. B. gespeichertem Prozesswissen oder Kundenkontakten ein. Andererseits besitzt das Gesamtsystem der Informationsverarbeitung stets gewisse Schwachstellen, die den Ausgangspunkt für Beeinträchtigungen der Sicherheit der Informationsverarbeitung darstellen können. Diese Verwundbarkeit des Gesamtsystems versetzt Täter in die Lage, Angriffe auf die IT-Sicherheit zu unternehmen. Ebenso können aber auch andere Ereignisse, z. B. Naturkatastrophen, die IT-Sicherheit gefährden. Das mögliche Zusammenkommen und -wirken von Schwachstellen/Verwundbarkeiten und Tätern/Ereignissen stellt folglich ein **Bedrohungspotenzial** für die IT-Sicherheit dar. Die Realisierung von Bedrohungen kann zur Verminderung von Unternehmenswerten, beispielsweise durch Verfälschung oder Weitergabe von Wissen, und damit letztlich zu finanziellen Schäden führen. Die multiplikative Verknüpfung der möglichen finanziellen Schäden mit den dazugehörigen Eintrittswahrscheinlichkeiten ergibt einzelne Sicherheitsrisiken. Die Einzelrisiken lassen sich additiv zu einem Gesamtrisiko zusammenfassen. Die Präzisierung dieser grob skizzierten Zusammenhänge erfolgt in drei Schritten:

- Kategorisierung und Erläuterung von Verwundbarkeiten (vgl. Abschn. 17.1.2.1),
- Kategorisierung und Erläuterung von Bedrohungen (vgl. Abschn. 17.1.2.2) und
- Erläuterung von Schäden und Sicherheitsrisiken (vgl. Abschn. 17.1.2.3).

17.1.2.1 Verwundbarkeiten

Als soziotechnische Systeme unterliegen IT-Systeme einem breiten und vielfältigen Spektrum von **Verwundbarkeiten**. Eine grobe Übersicht der Lokalisierung von Schwachstellen/Verwundbarkeiten gibt Abb. 17.3. Die angedeuteten Schwachstellenbereiche lassen sich wie folgt charakterisieren:

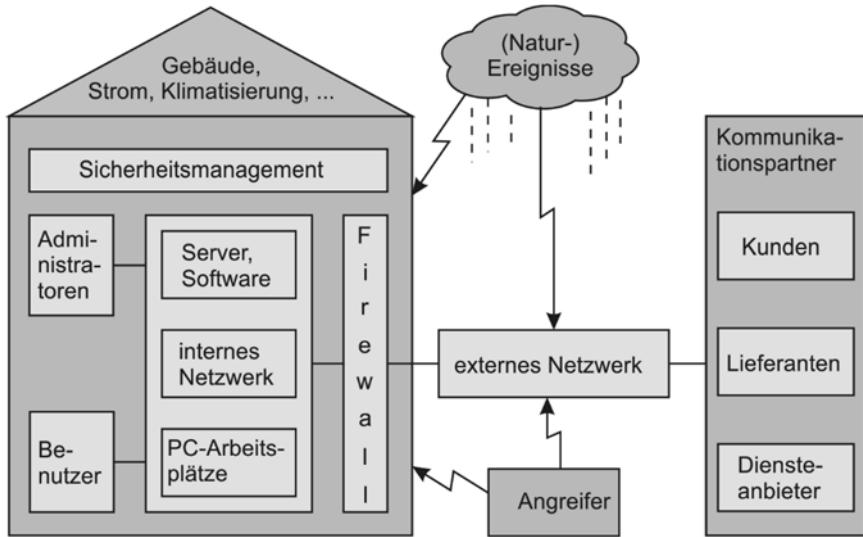


Abb. 17.3 Lokalisierung von Verwundbarkeiten

- Infrastrukturelle Schwachstellen betreffen die räumliche Unterbringung der IT-Systeme sowie Stromversorgung und Klimatisierung. Ungeeignete Räumlichkeiten begünstigen die Diebstahlgefahr, erschweren die Klimatisierung sowie die Abwehr von Naturereignissen wie Sturm, Feuer, Hochwasser, Blitzschlag und Erdbeben. Zu nennen ist hier auch eine fehlende Notstromversorgung für den Katastrophenfall.
- Hardware-Schwachstellen können bei allen gerätemäßigen Rechner- und Netzwerkkomponenten vorliegen. Beispiele sind Plattendefekte, Ausfälle von Netzteilen und Kühlsystemen und Prozessordefekte. Fehlende Redundanzen, z. B. redundante Netzteile und Kühlaggregate bei Servern, zählen ebenfalls zu den Hardware-Schwachstellen.
- Software-Schwachstellen betreffen die auf Server-, Arbeitsplatz- und Netzwerk-Rechnern installierten Betriebs- und Anwendungssysteme sowie deren Komponenten. Softwarefehler können zu Systemausfällen/-abstürzen, zu fehlerhaft ausgeführten Systemfunktionen/Berechnungsfehlern führen, aber auch eine Eintrittspforte für Angriffe durch z. B. Viren schaffen. Einen typischen Angriffspunkt stellen fehlende Eingabeprüfungen bei dem Einlesen und Speichern von Daten in Felder fester Länge dar. Sofern eingelesene Daten nicht in ein Feld passen, entsteht ein Überlauf (engl. buffer overflow), der z. B. das Einschleusen und Aktivieren von Viren ermöglicht.
- Menschliche Schwachstellen bestehen in Bedienungsfehlern von System- und Netzwerk-Administratoren sowie Benutzern. Sie können zu Fehlfunktionen oder Ausfällen von Systemen/Systemfunktionen führen. Neben fahrlässigem Fehlverhalten im Umgang mit IT-Systemen sind hier auch vorsätzliches Fehlverhalten und vorsätzliche Handlungen zu nennen.
- Schwachstellen der Sicherheitssysteme beziehen sich auf Systeme, die zur Gewährleistung der IT-Sicherheit eingesetzt werden. Hierzu zählen Firewalls, PC-

Sicherheitssysteme, Public-Key-Systeme, Smartcard-Systeme, Berechtigungskonzepte/-systeme und Zugangs-/Zugriffskontrollen. Verwundbarkeit liegt vor, wenn solche Systeme außer Kraft gesetzt oder umgangen werden können. Beispielsweise durch das Ausspionieren von Passwörtern.

- Schwachstellen des Sicherheitsmanagements berühren den für die Gewährleistung der IT-Sicherheit verantwortlichen Bereich des Informationsmanagements. Sie erstrecken sich von einer unzureichenden Sicherheitsstrategie über Mängel bei der Beurteilung von Sicherheitsrisiken und unzulänglichen Sicherheitsmaßnahmen bis hin zu einer ungenügenden Sicherheitskultur. So begünstigt z. B. das Fehlen eines ausgeprägten Sicherheitsbewusstseins bei den Mitarbeitern bzw. Benutzern fahrlässiges Fehlverhalten.

Schwachstellen und Verwundbarkeiten resultieren demnach nicht nur aus infrastrukturellen und technologischen Mängeln, sondern auch aus Fehlern und Versäumnissen. Diese zeigen, wie eine Analyse des Bundesamts für Sicherheit in der Informationstechnik ergeben hat, nur geringe Abhängigkeiten von Unternehmensgröße und Branche (vgl. BSI 2012, S. 14). Die häufigsten ermittelten Fehler und Versäumnisse sind in Abb. 17.4 zusammengestellt.

Nr.	Fehler/Versäumnisse	Erläuterung
1	Unzureichende IT-Sicherheitsstrategie	<ul style="list-style-type: none"> • IT-Sicherheit hat zu geringen Stellenwert. • Dauerhafte Prozesse zur Aufrechterhaltung des Sicherheitsniveaus fehlen. • Dokumentation von Sicherheitsvorgaben fehlt. • Kontrollmechanismen und Aufklärung bei Sicherheitsverstößen fehlen.
2	Schlechte Konfiguration von IT-Systemen	<ul style="list-style-type: none"> • Rechtevergabe wird nicht restriktiv genug gehandhabt. • IT-Systeme sind schlecht konfiguriert.
3	Unsichere Vernetzung und Internet-Anbindung	<ul style="list-style-type: none"> • Sensitive Systeme sind gegen offene Netze unzureichend abgeschottet.
4	Nichtbeachtung von Sicherheitserfordernissen	<ul style="list-style-type: none"> • Sicherheitsmaßnahmen werden aus Bequemlichkeit vernachlässigt. • Anwender und Administratoren sind mangelhaft geschult.
5	Schlechte Wartung von IT-Systemen	<ul style="list-style-type: none"> • Verfügbare Sicherheits-Updates (so genannte Patches) der Hersteller werden nicht rechtzeitig in Software eingespielt.
6	Sorgloser Umgang mit Passwörtern und Sicherheitsmechanismen	<ul style="list-style-type: none"> • Benutzer gehen mit Passwörtern zu sorglos um. • Vorhandene Sicherheitsmechanismen werden nicht genutzt.
7	Mangelhafter Schutz vor Einbrechern und Elementarschäden	<ul style="list-style-type: none"> • Räume und IT-Systeme werden nur ungenügend gegen Diebstahl und Elementarschäden geschützt.

Abb. 17.4 Die häufigsten vom Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik ermittelten Fehler und Versäumnisse im Bereich der IT-Sicherheit (vgl. BSI 2012, S. 13 ff.)

17.1.2.2 Bedrohungen

Bedrohungen oder Gefährdungen der IT-Sicherheit ergeben sich aus dem Zusammenwirken von Schwachstellen/Verwundbarkeiten des IT-Gesamtsystems und sicherheitsrelevanten Handlungen von Personen oder (Natur-)Ereignissen. Hierbei können vier grundlegende Konstellationen der Entstehung von Bedrohungen unterschieden werden:

- (1) Die Ausnutzung von Schwachstellen des IT-Gesamtsystems für vorsätzliche Angriffe auf die IT-Sicherheit durch Täter.
- (2) Das eher zufällige Zusammenwirken von Schwachstellen des IT-Gesamtsystems und nicht vorsätzlichen Bedienungsfehlern oder fahrlässigen Handlungen von Administratoren, Benutzern oder Kunden und Lieferanten.
- (3) Das eher fahrlässige Unterlassen von Handlungen des IT-Sicherheitsmanagements, die der Kompensation von Schwachstellen des IT-Gesamtsystems dienen.
- (4) Das zufällige Eintreten von Naturereignissen oder technischen Störungen mit der Folge der Beeinträchtigung der IT-Sicherheit.

Aus diesen Konstellationen lassen sich explizit oder implizit verschiedene Kategorisierungen von Bedrohungen ableiten. So z. B. nach:

- den sicherheitsbezogenen Zielen von Bedrohungen,
- den Ursachen von Bedrohungen und
- den Verursachern von Bedrohungen.

Eine Kategorisierung der Bedrohungen und Sicherheitszielen ist in Abb. 17.5 dargestellt. Einbezogen sind hierbei sämtliche Sicherheitsziele.

Bedrohtes Sicherheitsziel	Erläuterung und Beispiel
Vertraulichkeit	Bedrohung durch unbefugten Gewinn von Informationen, z. B. durch Spionage oder Ausspähen von Passwörtern.
Integrität	Bedrohung durch unbefugte Modifikation von Informationen, z. B. durch Veränderung weitergeleiteter Daten in Netzwerken.
Verfügbarkeit	Bedrohung durch unbefugte Beeinträchtigung der Funktionalität von IT-Systemen, z. B. durch gezielte Überhäufung von Servern mit Anfragen.
Authentizität	Bedrohung durch Vortäuschen einer tatsächlich nicht gegebenen Identität, z. B. durch Verwendung von gestohlenen/aus gespähten Passwörtern.
Zurechenbarkeit	Bedrohung durch Verschleierung/Verfälschung der tatsächlichen Urheberschaft von durchgeföhrten Prozessen, z. B. durch Verwendung gefälschter Signaturen.
Anonymisierung	Bedrohung durch Ermittlung der Identität anonymisiert auftretender Akteure, z. B. durch die Auswertung der „Spuren“ von E-Business-Teilnehmern mittels Analyseprogrammen.

Abb. 17.5 Kategorisierung von Bedrohungen nach Sicherheitszielen

Bedrohungursache	Beispiele
Höhere Gewalt	<ul style="list-style-type: none"> • Erdbeben/Erdrutsch • Blitzschlag • Feuer <ul style="list-style-type: none"> • Überschwemmung • öffentliche Unruhe • Streik
Organisatorische Mängel	<ul style="list-style-type: none"> • fehlendes Sicherheitskonzept • Schulungsdefizit <ul style="list-style-type: none"> • unzureichende Systemauslegung • fehlende Sicherheitsmaßnahmen
Menschliche Fehlhandlungen	<ul style="list-style-type: none"> • Bedienungsfehler • mechanische Beschädigung <ul style="list-style-type: none"> • Verlust von Datenträgern • sorgloser Umgang mit Passwörtern
Technisches Versagen	<ul style="list-style-type: none"> • Hardware-Ausfall • Software-Absturz <ul style="list-style-type: none"> • Stromausfall • Ausfall des Kühlsystems
Vorsätzliche Handlungen	<ul style="list-style-type: none"> • Hacking • Diebstahl • Fälschung/Betrug <ul style="list-style-type: none"> • Sabotage • Spionage • Täuschung

Abb. 17.6 Kategorisierung von Bedrohungen nach Ursachen (vgl. BSI 2016, S. 339 ff.)

Als schon einschlägig einzustufen ist die Kategorisierung nach **Bedrohungursachen**, die das Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik mit seinem Gefährdungskatalog vorgelegt hat. Die in Abb. 17.6 gegebene Übersicht der Bedrohungarten greift diesen Katalog auf und nennt stichwortartig jeweils einige Beispiele, die nicht weiter erläutert werden.

Ebenfalls vom BSI veröffentlicht wurde eine Kategorisierung von Bedrohungen nach Verursachern, die auf den Common Criteria (vgl. Common Criteria for Information Technology Security Evaluation 2009) – einem Standard zur Zertifizierung von IT-Produkten – basiert. Unterschieden wird hierbei zwischen vier Verursachern von Bedrohungen: administrativem Personal, Benutzern, Angreifern und Hard-/Software (BSI o. J., S. 20). Berücksichtigt man, dass Bedrohungen auch von Mitarbeitern sowie von Kommunikations- oder Geschäftspartnern ausgehen können, so lässt sich auch eine Kategorisierung von Verursachern gemäß Abb. 17.7 vornehmen. In die Darstellung wurden auch auslösende Faktoren einbezogen.

Verursacher von Bedrohungen sind demnach:

- interne Akteure bzw. Mitarbeiter, vornehmlich aus den Bereichen IT-Sicherheitsmanagement, Administration und Benutzer,
- externe Akteure in der Rolle von Kommunikations- oder Geschäftspartnern wie Kunden, Lieferanten, Kooperationspartner und Behörden,
- externe Akteure oder Gruppierungen, die dem Unternehmen nicht dienstlich oder geschäftlich verbunden sind (hier Dritte genannt), und
- Hard-/Softwareprobleme, die auf (Natur-)Ereignisse oder Störungen zurückgehen.

Verursacher der Bedrohung	Beschreibung	Auslöser			
		Vor-satz	Fahrlässigkeit	(Natur-) Ereignis	Stö-rung
IT-Sicherheitsmanagement	Bedrohung aufgrund organisatorischer Mängel, die das Sicherheitsmanagement zu vertreten hat	X	X		
Administratoren	Bedrohung durch Fehlhandlungen von Administratoren	X	X		
Benutzer	Bedrohung durch Fehlhandlungen von Benutzern	X	X		
Kommunikationspartner	Bedrohung durch Fehlhandlungen von Kommunikations- bzw. Geschäftspartnern	X	X		
Dritte	Bedrohung durch unerlaubte Handlungen von Tätern, die weder Mitarbeiter noch Kommunikationspartner sind	X			
Hard-/Software	Bedrohung durch das Versagen von Hard-/Software aufgrund höherer Gewalt oder Störungen			X	X

Abb. 17.7 Kategorisierung von Bedrohungen nach Verursachern

Was auslösende Faktoren von Bedrohungen betrifft, kommen bei menschlichen Akteuren oder Gruppierungen/Organisationen vorsätzliche oder fahrlässige Handlungen ins Spiel. Stellt man auf die negativen Wirkungen auf die IT-Sicherheit ab, so ist es in beiden Fällen – also vorsätzlichen und fahrlässigen Handlungen – sinnvoll, von Angriffen auf die IT-Sicherheit zu sprechen. Der Unterscheidung nach vorsätzlichen und fahrlässigen Angriffen trägt die folgende begriffliche Abgrenzung implizit Rechnung:

- Als **Angriff** (engl. **attack**) bezeichnet man den unautorisierten Zugriff oder Zugriffsversuch auf die in einem Unternehmen oder einer Institution betriebenen IT-Systeme mit dem Ziel oder der (möglichen) Folge der Untergrabung der IT-Sicherheit oder der Verletzung des Erreichens der IT-Sicherheitsziele.

Hinsichtlich der Art der Angriffe lässt sich zudem zwischen passiven und aktiven Angriffen unterscheiden:

- Passive Angriffe zielen auf die unautorisierte Informationsgewinnung ab und beeinträchtigen damit vornehmlich das Sicherheitsziel der Vertraulichkeit.
- Aktive Angriffe umfassen die unautorisierte Modifikation von Informationen sowie die unbefugte Beeinträchtigung der Funktionalität von IT-Systemen; negative Auswirkungen betreffen daher primär die Sicherheitsziele Integrität, Verfügbarkeit, Authentizität und Zurechenbarkeit.

Angriffsart	Unterteilung/Beispiele
Passive Angriffe	Unautorisiertes Abhören von Datenleitungen; z. B. Lauschangriffe auf Kommunikationsverbindungen zum Zweck der Wirtschaftsspionage.
	Unautorisiertes Lesen von Datenträgern bzw. aus IT-Systemen; z. B. unautorisiertes Kopieren von Dateien zum Zweck des Diebstahls von Know-how.
	Ausspähen von Passwörtern (Sniffing); z. B. Nutzung ausgespähter Passwörter für Betrugszwecke.
Aktive Angriffe	Maskierungs-Angriffe (Spoofing) mit dem Zweck der Vortäuschung einer falschen Identität; z. B. Angabe einer falschen Absenderadresse in E-Mails (Adress-Spoofing).
	DOS-Angriffe (Denial-of-Service) mit dem Ziel der (unvollständigen) Beeinträchtigung der Verfügbarkeit von IT-Systemen; z. B. Überschwemmung eines Servers mit Anfragen.
	Phishing-Angriffe mit dem Ziel, Benutzer durch Täuschung zur Preisgabe ihrer Passwörter zu verleiten; z. B. Browser-basiertes Phishing mit Betrugsabsicht.
	Einschleusen von Schadsoftware (Malware) wie Viren, Würmer, Trojaner, Spyware usw. in IT-Systeme; z. B. unbefugter Zugriff zu gespeicherten Passworten, E-Mails, Mailing-Listen usw. mittels Spyware.
	Social Hacking, d. h. Verleiten von Trägern sensitiver Informationen auf nicht-technischem Wege zur Informationspreisgabe; z. B. telefonische Anforderung von Benutzer-Passwörtern für angebliche, dringende Systemarbeiten.

Abb. 17.8 Passive und aktive Angriffe auf die IT-Sicherheit

Eine weitere Unterteilung passiver und aktiver Angriffe, die allerdings keinen Anspruch auf Vollständigkeit erhebt, zeigt Abb. 17.8.

In Analogie zu den Angriffsarten kann auch der Kreis der Angreifer in vorsätzlich und fahrlässig Angreifende sowie passive und aktive Angriffe unternehmende Täter unterteilt werden. Speziell bei den Vorsatztätern haben sich bestimmte Angreiferarten mit spezifischen Motiven herausgebildet. Sie werden in Abb. 17.9 charakterisiert.

Bei fahrlässigen Angriffen bzw. fahrlässig handelnden Tätern ist eine entsprechende Typisierung wegen der Vielfalt und Beliebigkeit von Fahrlässigkeiten sowie der kaum abgrenzbaren Motive nicht ohne weiteres möglich.

17.1.2.3 Sicherheitsrisiken

Gemäß der in Abb. 17.2 dargestellten Wirkungskette lassen sich **Sicherheitsrisiken** zurückführen auf:

- Schäden, die aus der Verminderung von Unternehmenswerten im Falle der Realisierung von Bedrohungen der IT-Sicherheit resultieren, und
- auf die Realisierungswahrscheinlichkeiten der Bedrohungen bzw. die Eintrittswahrscheinlichkeiten der Schäden.

Formal stellt sich das gesamte IT-Sicherheitsrisiko R wie folgt dar:

Angreiferart	Beschreibung
Hacker	Meist technisch sehr versierte Angreifer, deren Ziel primär in der Aufdeckung und Ausnutzung der Schwachstellen von IT-Systemen für die Entwicklung von Angriffen – auch Exploits genannt – besteht; das Hauptmotiv der Offenlegung von Systemschwachstellen rechtfertigt jedoch nicht den oft illegalen Charakter von Hacker-Angriffen.
Cracker	Anders als Hacker unternehmen die technisch ebenfalls sehr versierten Cracker Angriffe, um eigene – gegebenenfalls monetäre – Vorteile zu erzielen oder um Anderen zu schaden.
Skript-Kiddie	Meist jüngere und technisch nicht zwingend sehr versierte Angreifer, die veröffentlichte Exploits eher aufgrund von Spieltrieb oder Neugier als mit dem Ziel, eigene Vorteile zu erzielen oder sich zu bereichern, für Angriffe nutzen.
Geheimdienst	Für Geheimdienste typisch sind mit hohem technischen Aufwand betriebene passive Angriffe auf weltweit betriebene Kommunikationseinrichtungen; per Lauschangriff gesammelte Informationen werden mit speziellen Analyseprogrammen durchsucht und relevante Inhalte den entsprechenden Stellen weitergeleitet; häufig geht es hierbei um Wirtschaftsspionage zugunsten der heimischen Industrie.
Kriminelle	Zunehmend auf die Dienste von System-/Netz-Spezialisten zurückgreifende Täter, die z. B. IT-Systeme von Unternehmen, Behörden usw. durch gezielte DOS-Attacken lahmlegen, um auf erpresserische Weise monetäre Ziele (Geldzahlungen) oder nicht monetäre Ziele (z. B. politische Ziele) zu erreichen; daneben spielen netzbasierte Betrugsdelikte, wie sie z. B. durch Phishing-Angriffe ermöglicht werden, eine immer gewichtigere Rolle.
Mitarbeiter	Die je nach technischer Versiertheit unterschiedlich ausfallenden vorsätzlichen Angriffe von Mitarbeitern auf die IT-Sicherheit treten in der Praxis am häufigsten auf; die Motive liegen oft im persönlichen Bereich und erstrecken sich z. B. auf Unzufriedenheit mit Arbeit/Arbeitsbedingungen, Streit mit Vorgesetzten/Kollegen, mangelnde Anerkennung, zu geringe Vergütung usw.

Abb. 17.9 Vorsätzlich handelnde Angreifer auf die IT-Sicherheit

$$R = \sum_{i=1}^I p_i \cdot S_i. \quad (17.1)$$

Hierbei bezeichnen I die Anzahl potenzieller Schäden S_i , $i = 1, \dots, I$, und $p_i = 1, \dots, I$, die Eintrittswahrscheinlichkeiten der Schäden S_i . Die konkrete Ermittlung potenzieller Schäden und ihrer Eintrittswahrscheinlichkeiten ist ein äußerst schwieriges Unterfangen. An dieser Stelle sollen zumindest Schadenkategorien aufgezeigt sowie Anhaltspunkte für die Beurteilung der Eintrittswahrscheinlichkeiten gegeben werden. In beiden Fällen sind die mit der Wirkungskette beschriebenen Zusammenhänge zu berücksichtigen. Das methodische Vorgehen bei der Analyse von Sicherheitsrisiken wird in Abschn. 17.2 bei der Behandlung von Konzepten des Sicherheitsmanagements angesprochen.

Die Kategorisierung der durch Täter oder (Natur-)Ereignisse verursachten **Schäden** kann auf verschiedenen Merkmalen beruhen:

- Das Merkmal der Materialisation gestattet eine Unterscheidung nach materiellen Schäden, wie z. B. Zerstörung eines Plattspeichers durch Brand, und immateriellen Schäden, wie z. B. Imageverluste aufgrund der durch externe Angriffe verursachten Einschränkung der Verfügbarkeit eines Portalservers.

- Je nach der Position in einer Wirkungskette ist eine Unterscheidung möglich nach direkten Schäden, die durch Täter/Ereignisse unmittelbar bewirkt werden, und indirekten Schäden, die sich als Folgewirkungen von direkten Schäden ergeben. So kann z. B. der Ausfall eines Leitstandrechners aufgrund eines Hardwaredefektes (direkter Schaden) zu Produktionsausfällen (indirekter Schaden) führen.
- Die Betrachtung der betroffenen Objekte erlaubt eine Differenzierung nach Schadensarten wie etwa Infrastruktur-, Personen-, Hard-/Software-, Image-, Informations-/Wissens-, Finanz-Schäden.
- Aus der Perspektive der Vermögensart kann zwischen monetären Schäden, wie z. B. betrügerisches Abbuchen von Geldbeträgen, und nicht monetären Schäden, wie z. B. Personenschäden, unterschieden werden. Zum Zweck der Schadensbehandlung aus betriebswirtschaftlicher Sicht ist es allerdings erforderlich, nicht monetäre Schäden zu bewerten und in der Gelddimension zu erfassen oder zu schätzen.

Eine zusammenfassende Darstellung und Erläuterung der genannten Schadenskategorien zeigt Abb. 17.10.

Die Beurteilung der Eintrittswahrscheinlichkeiten potenzieller Schäden erfordert eine Betrachtung des zwischen Tätern oder (Natur-)Ereignissen und verursachten Schäden bestehenden Wirkungszusammenhangs. Dieser stellt sich für (Natur-)Ereignisse anders dar als für Täter.

Kategorisierungsmerkmal	Schadenskategorien	Erläuterung
Materialisation	materielle Schäden	Schäden an gegenständlichen/materiellen Objekten wie z. B. Hardware-, Gebäude-Schäden.
	immaterielle Schäden	Schäden an nichtgegenständlichen Objekten wie z. B. Imageeinbußen, Beeinträchtigung der informationellen Selbstbestimmung.
Position in der Wirkungskette	direkte Schäden	Durch Täter/Ereignisse unmittelbar bewirkte Schäden wie z. B. Plattendefekte.
	indirekte Schäden	Durch direkte Schäden bewirkte Folgeschäden wie z. B. durch Hardwarefehler bedingte Produktionsausfälle.
betroffenes Objekt	Infrastrukturschäden	Schäden an Gebäuden/Räumen, Stromversorgung, Klimatisierung usw.
	Personenschäden	Verletzungen der persönlichen Unversehrtheit bzw. der Sphäre der informationellen Selbstbestimmung.
	Hard-/Softwareschäden	Schäden an Rechnern/Netzwerken oder deren Komponenten sowie auf Rechnern oder in Netzwerken betriebenen Softwaresystemen.
	Imageschäden	Schäden in Form der Beeinträchtigung des Ansehens eines Unternehmens/einer Institution.
	Informations-/Wissensschäden	Schäden aufgrund der widerrechtlichen Aneignung und Nutzung von Informationen oder Wissen (Know-how) durch Dritte.
Vermögensart	monetäre Schäden	Finanzielle Schäden aufgrund von z. B. Scheckkartenbetrug oder Produktionsausfällen.
	nicht monetäre Schäden	Das sonstige Vermögen (Personal-, Sachvermögen, Know-how, Rechte, Wissen) betreffende Schäden.

Abb. 17.10 Kategorisierung der durch die Beeinträchtigung der IT-Sicherheit verursachten Schäden

Im Falle von (Natur-)Ereignissen liegen zu Schäden führende Zufallsprozesse vor. Auslöser sind zufällig eintretende Geschehnisse, die vor allem den Kategorien

- höhere Gewalt (z. B. Erdbeben, Blitzschlag, Streik) und
- technisches Versagen (z. B. Hardware-Ausfall, Stromausfall)

zuzuordnen sind. Anhaltspunkte für Eintrittswahrscheinlichkeiten liefern z. B. Schadensstatistiken von Versicherungsunternehmen, Ausfallstatistiken von Netzbetreibern und selbst geführte Ausfallstatistiken.

Im Falle von Tätern bzw. Angriffen empfiehlt es sich, relevante Gefährdungsbereiche abzugrenzen und ihnen in Frage kommende Angreifermodele zuzuordnen. Wesentliche Gefährdungsbereiche sind (vgl. auch Eckert 2018):

- Diebstahl oder Zerstörung von Hard- und Software durch interne und externe Angreifer,
- Verletzung der Datenintegrität und der Informationsvertraulichkeit durch interne und externe Angreifer, die z. B. versuchen, Zugriffskontrollen zu umgehen,
- Beeinträchtigung der Verfügbarkeit von Systemen/Systemkomponenten durch Denial-of-Service-Angriffe,
- Abstreiten durchgeföhrter Aktionen wie z. B. Banktransaktionen oder elektronischer Einkäufe,
- Missbrauch der an interne oder externe Benutzer erteilten Berechtigungen, z. B. zum Zweck der gezielten Manipulation von Daten.

Mit Hilfe von Angreifermodellen lassen sich Gefährdungssituationen nun konkretisieren und präzisieren. Angreifermodele dienen der Charakterisierung von Angreifern mit Angaben wie (vgl. Eckert 2018):

- Art des Angreifers (z. B. Hacker, Cracker, Skript-Kiddie),
- verfügbare Ressourcen (Finanzmittel, technische Mittel),
- Kenntnisse des Angreifers (geringe Kenntnisse bis hin zu Spezialkenntnissen und detailliertem Insiderwissen),
- Ziele/Motive des Angreifers (z. B. Experimentierfreude, Rache, Bereicherung).

Beschreibungen von Gefährdungsbereichen und konkretisierende Angreifermodele bilden eine wesentliche Grundlage für die Abschätzung der Wahrscheinlichkeit von Angriffen und damit der Eintrittswahrscheinlichkeiten von resultierenden Schäden. Tendenziell wird die Angriffswahrscheinlichkeit umso höher sein, je geringer der von dem Angreifer zu betreibende Aufwand ist und je größer seine Ressourcen und Kenntnisse sind. Zu berücksichtigen sind allerdings auch weitere Einflussfaktoren, wie z. B. öffentlich verfügbare Informationen über Angriffsmuster. So wird z. B. im Falle eines Hackers oder Skript-Kiddies die, im Gegensatz zu Geheimdiensten und Wirtschaftsspionen, eher geringe Ressourcenausstattung gegebenenfalls durch veröffentlichte neue Exploits kompensiert – und sei es auch nur temporär.

Meist wird eine Bezifferung von Schäden und zugehörigen Eintrittswahrscheinlichkeiten, wie sie in Formel (17.1) unterstellt wird, nicht möglich sein. Es ist dann angebracht, ordinale Messskalen zu verwenden; beispielsweise mit den Skalenstufen niedrig, mittel, hoch, sehr hoch (existenziell). Das IT-Sicherheitsrisiko wird folglich nicht mittels einer Risikokennzahl erfasst, sondern differenziert mit Risikoprofilen beschrieben, die für relevante Schadenskategorien jeweils die Schadenshöhe und die Eintrittswahrscheinlichkeit auf ordinalem Skalenniveau darstellen.

17.1.3 Sicherheitsmaßnahmen

Aus mehrerlei Gründen ist es einem Unternehmen praktisch nicht möglich, durch das Ergreifen von Maßnahmen ein Niveau der absoluten IT-Sicherheit herzustellen. Einerseits sind (Natur-) Ereignisse und Angriffe nicht vollständig beherrschbar, da z. B.

- das Ausmaß von (Natur-)Ereignissen gravierender ausfallen kann als erwartet,
- komplexe IT-Systeme noch unentdeckte oder unbekannte Verwundbarkeiten aufweisen können und
- die dynamische Technologieentwicklung neue Verwundbarkeiten und Angriffsmöglichkeiten schafft.

Andererseits stehen einem Unternehmen nur begrenzte Ressourcen – insbesondere finanzielle Mittel, Know-how, Personal – zur Herstellung von IT-Sicherheit zur Verfügung. Angesichts der Vielfalt der möglichen Bedrohungen und Angriffe wird es in einem Unternehmen folglich darum gehen, ein adäquates, mit den verfügbaren Ressourcen erzielbares **IT-Sicherheitsniveau** zu realisieren.

Im vorliegenden Abschnitt soll primär die Bandbreite von **Sicherheitsmaßnahmen** aufgezeigt werden. Fragen des Sicherheitsmanagements, wie z. B. Entwicklung und Umsetzung eines Sicherheitskonzepts, werden dagegen in Abschn. 17.2 behandelt. Im Folgenden werden die Sicherheitsmaßnahmen zunächst grob kategorisiert. Die resultierenden Kategorien von Maßnahmen werden dann weiter untergliedert und anhand von Beispielen erläutert.

Was die Strukturierung von Sicherheitsmaßnahmen anbelangt, bietet sich eine Unterteilung

- nach zeitlichen Gesichtspunkten oder
- nach Objekt- und Schwachstellenbereichen

an.

Hinsichtlich des Zeitpunkts des Eingreifens in sicherheitsrelevante Zusammenhänge und Geschehnisse unterscheidet man die Maßnahmenbereiche (vgl. Kölzsich und Reichenbach 1999, S. 84):

- Vorbeugung,
- Erkennung,
- Eindämmung und
- Überwälzung.

Vorbeugende (präventive) Maßnahmen zielen darauf ab, Gefahren vor ihrem Eintreten entgegenzuwirken. Bei erkennenden (detektiven) Maßnahmen geht es um das möglichst schnelle Aufdecken und Feststellen des Eintretens von Gefahren. Mit eindämmenden Maßnahmen versucht man, die durch eingetretene Gefahren bewirkten Schäden auf ein Mindestmaß zu beschränken. Ziel der Überwälzung ist es, die durch den Gefahreneintritt bewirkten (finanziellen) Schäden auf Dritte abzuwälzen. Um das Wesen der genannten Arten von Maßnahmen weiter zu verdeutlichen, werden in Abb. 17.11 je exemplarische Gegenmaßnahmen für unterschiedliche Bedrohungursachen angegeben.

In Bezug auf die sicherheitsrelevanten Objekt- bzw. Schwachstellenbereiche wird meist nach

Maßnahmenbereich	Beispiele für Sicherheitsmaßnahmen
Vorbeugen	<ul style="list-style-type: none"> • Verhinderung von Feuerausbreitung durch Brandschutztüren (gegen höhere Gewalt). • Schulung von Mitarbeitern in Sicherheitsfragen (gegen organisatorische Mängel). • Einsatz von Anti-Virus-Programmen (gegen vorsätzliche Handlungen).
Erkennung	<ul style="list-style-type: none"> • Einsatz von Rauchmeldern zur Erkennung von Feuer (gegen höhere Gewalt oder vorsätzliche Handlungen). • Erkennung von Übertragungsfehlern mit Hilfe von Prüfbit-Verfahren (gegen technisches Versagen). • Erkennung von unautorisierten Zugriffen mit Hilfe von Intrusion-Detection-Systemen (gegen vorsätzliche Handlungen).
Eindämmung	<ul style="list-style-type: none"> • Durch Rauch-/Feuer-Detektoren ausgelöste Inbetriebnahme von Berieselungsanlagen (gegen höhere Gewalt oder vorsätzliche Handlungen). • Regelmäßige Vornahme von Datensicherungen (gegen technisches Versagen). • Begrenzung von Datenzugriffsmöglichkeiten auf das erforderliche Mindestmaß (gegen menschliche Fehlhandlungen).
Überwälzung	<ul style="list-style-type: none"> • Gebäudeversicherung (gegen höhere Gewalt wie Brand, Blitzschlag, Rohrbruch). • Rechtsschutzversicherung (gegen menschliche Fehlhandlungen). • Versicherung gegen Trojaner-Angriffe (gegen vorsätzliche Handlungen).

Abb. 17.11 Beispiele für vorbeugende, erkennende, eindämmende und überwälzende Sicherheitsmaßnahmen

- infrastrukturellen,
- organisatorischen,
- personellen und
- technischen

Sicherheitsmaßnahmen differenziert.

Infrastrukturelle Sicherheitsmaßnahmen sind ausgerichtet auf Schwachstellen der Infrastruktur, d. h. der IT-Räume, der Stromversorgung und der Klimatisierung. Einige wesentliche infrastrukturelle Sicherheitsmaßnahmen sind in Abb. 17.12 zusammengestellt.

Organisatorische Sicherheitsmaßnahmen zielen ab auf die Beseitigung aufbau- und ablauforganisatorischer Schwachstellen bezüglich Betrieb, Nutzung, Entwicklung und Wartung von IT-Systemen. Sie beinhalten organisatorische Regelungen, die sich nach den Phasen des Lebenszyklus von IT-Systemen, aber auch nach Sicherheitsstrukturen und -prozessen gliedern lassen. Eine entsprechende Übersicht einiger wesentlicher organisatorischer Sicherheitsmaßnahmen gibt Abb. 17.13.

Personelle Sicherheitsmaßnahmen betreffen den Faktor „Mensch“, der für die IT-Sicherheit zwar von Relevanz ist, häufig aber nicht ausreichend Berücksichtigung findet. In der Tat sind die Mitarbeiter eines Unternehmens Auslöser der Mehrzahl der Schadensfälle, wobei Irrtum, Nachlässigkeit und Vorsatz im Spiel sein können. Um den Menschen als Risikofaktor zu kontrollieren, bedarf es der Schaffung einer „Sicherheitskultur“ im Unternehmen. Entsprechendes Sicherheitsbewusstsein und -verhalten kann z. B. durch Sensibilisierungs- und Schulungsmaßnahmen bewirkt werden. Von Bedeutung sind jedoch auch Aspekte wie Personalauswahl, Arbeitsplatzgestaltung und Sicherheitskontrollen. Eine Zusammenstellung personeller Sicherheitsmaßnahmen zeigt Abb. 17.14.

Infrastrukturbereich	Beispiele für Sicherheitsmaßnahmen
Gebäude/Gelände	<ul style="list-style-type: none"> • Abgestufte Sicherheitszonen, z. B. eingezäuntes Gelände und abgeschlossene Gebäudeteile mit Zutrittskontrollen (z. B. per Ausweis). • Gebäude-/Gebäudeüberwachung mittels technischer Systeme (z. B. Videosysteme) und Schutzdiensten. • Installation von Blitzableitern.
IT-Räume	<ul style="list-style-type: none"> • Geschlossener Betrieb des Rechenzentrums mit Zutrittskontrolle, z. B. per Ausweis, Passwort oder biometrischer Merkmale. • Installation von feuersicheren Türen, Rauch-/Feuerdetektoren und Löschsystemen/Berieselungsanlagen. • Datenarchivierung in einem separaten Raum.
Stromversorgung	<ul style="list-style-type: none"> • Installation von Schutzeinrichtungen gegen Überspannungen, z. B. aufgrund von Blitzschlägen in Stromnetze. • Sicherung einer unterbrechungsfreien Stromversorgung, z. B. mittels Notstromaggregaten.
Klimatisierung	<ul style="list-style-type: none"> • Installation von Klimaanlagen in IT-Räumen mit erheblicher Wärmeentwicklung, z. B. Server-Räume.

Abb. 17.12 Sicherheitsmaßnahmen im Bereich der IT-Infrastruktur

Organisatorischer Regelungsbereich	Beispiele für Sicherheitsmaßnahmen
Sicherheitsorganisation	<ul style="list-style-type: none"> Etablierung einer Sicherheitsorganisation mit klaren sicherheitsbezogenen Aufgaben, Befugnissen und Verantwortungsbereichen. Ausgestaltung der Sicherheitsorganisation mit Rollen wie Sicherheitsbeauftragter (Gesamtverantwortung), Sicherheits-Team (Unterstützungsfunktion) und Bereichs-Sicherheitsbeauftragten (z. B. Systembeauftragte).
Sicherheitsprozess	<ul style="list-style-type: none"> Integration des Sicherheitsmanagements als Prozess in die Ablauforganisation. Gestaltung, Implementierung und Management von IT-Betrieb/ IT-Service unter Einbeziehung der IT-Sicherheit gemäß z. B. dem ITIL-Konzept.
Zugriffsregelungen	<ul style="list-style-type: none"> Vorgabe eindeutiger Regeln und Befugnisse für das Lesen, Schreiben und Löschen von Daten (Prinzip: Alles ist verboten, was nicht ausdrücklich erlaubt ist). Verwendung sicherer Passwörter und regelmäßiges Wechseln von Passwörtern. Änderung voreingestellter oder leerer Passwörter.
Nutzungsregelungen	<ul style="list-style-type: none"> Verbot der Nutzung eigener/privater Rechner und Software im Unternehmensnetzwerk (Virenschutz). Vorgabe klarer Regeln für das Löschen von Daten und die Vernichtung von Datenträgern (Verhinderung der unbefugten Datenrekonstruktion).
Sicherheitskonzept	<ul style="list-style-type: none"> Erstellung von Backups (Sicherheitskopien) in regelmäßigen Abständen (ermöglicht Datenrekonstruktion bei Datenverlusten). Aufbewahrung von Sicherheitskopien an separatem, sicheren Ort.
Notfallregelungen	<ul style="list-style-type: none"> Vorgabe von Regeln für das Verhalten im Katastrophenfall. Durchführung von Notfallübungen.
Entwicklungsregelungen	<ul style="list-style-type: none"> Strikte Trennung von Entwicklungs- und Produktionsumgebung bei Softwareentwicklung und -einsatz. Nur Einsatz von geprüften und für den Betrieb freigegebenen Systemen.
Wartungsregelungen	<ul style="list-style-type: none"> Abschluss klarer vertraglicher Regelungen für die Wartung von IT-Systemen. Regelmäßiges Einspielen der von den Herstellern bereitgestellten Sicherheits-Updates (Patches) in eingesetzte Standardsoftware. Durchführung von Recherchen zur Sicherheit von Standardsoftware.

Abb. 17.13 Organisatorische Sicherheitsmaßnahmen

Personeller Maßnahmenbereich	Beispiele für Sicherheitsmaßnahmen
Sensibilisierung	<ul style="list-style-type: none"> Erstellung eines unternehmensweiten Sensibilisierungsprogramms, das IT-Sicherheit zu einem integralen und positiv besetzten Bestandteil der täglichen Arbeit macht. Durchführung von Awareness-Kampagnen zwecks Vermittlung grundlegender Einsichten in Sicherheitszusammenhänge und -maßnahmen.
Schulung	<ul style="list-style-type: none"> Entwicklung und Durchführung von Schulungsmaßnahmen, die potentielle Gefährdungen, das Sicherheitskonzept des Unternehmens und zu ergreifende Sicherheitsmaßnahmen betreffen. Differenzierung des Schulungskonzepts nach Zielgruppen, die sich nach Art, Umfang, Komplexität und Bedeutung des IT-Einsatzes unterscheiden.
Personalauswahl	<ul style="list-style-type: none"> Auswahl von IT- und Fachpersonal unter Berücksichtigung sicherheitsrelevanter Qualifikationskriterien.
Arbeitsplatzgestaltung	<ul style="list-style-type: none"> Schaffung von Ordnung am Arbeitsplatz und Vermeidung der freien Zugänglichkeit sensibler Daten (z. B. Aufbewahrung im Safe).
Sicherheitskontrollen	<ul style="list-style-type: none"> Einführung von Kontrollmechanismen zur Überprüfung der Einhaltung von Sicherheitsvorgaben. Festlegung und Bekanntgabe der Konsequenzen für Sicherheitsverstöße. Tatsächliche Sanktionierung von Sicherheitsverstößen.

Abb. 17.14 Personelle Sicherheitsmaßnahmen

Technische Sicherheitsmaßnahmen setzen an den betriebenen und genutzten Informations- und Kommunikationstechnologien an. Hier lassen sich etwa drei Maßnahmenbereiche unterscheiden:

- Kryptografische Maßnahmen, die dem Verbergen von Daten/Informationen durch Verschlüsselung und Verschlüsselungssysteme dienen.
- Maßnahmen zur Gewährleistung der Sicherheit von IT-Systemen, d. h. von Rechner-systemen und darauf betriebenen Softwaresystemen.
- Maßnahmen zur Gewährleistung der Sicherheit in Netzwerken bzw. der sicheren Übertragung von Daten/Informationen in Rechnernetzen.

Einige beispielhafte Maßnahmen aus diesen Bereichen werden in Abb. 17.15 kurz charakterisiert.

Bei den meisten der in Abb. 17.15 angegebenen Maßnahmen handelt es sich um äußerst komplexe Verfahren und Mechanismen. Eine detailliertere Behandlung der für den sicheren Informationsaustausch und Geschäftsverkehr in Rechnernetzen besonders bedeutsamen kryptografischen Maßnahmen findet sich in einem separaten Abschnitt (vgl. Abschn. 17.3).

Technischer Maßnahmenbereich	Beispiele für Sicherheitsmaßnahmen
Kryptografische Maßnahmen	<ul style="list-style-type: none"> • Verwendung kryptografischer Verfahren zur Ver-/Entschlüsselung übertragener (Geschäfts-)Informationen. • Verwendung elektronischer Signaturen zwecks eindeutiger und zweifelsfreier Zuordnung digitaler Dokumente zu (juristischen) Personen.
Maßnahmen zur Sicherheit von IT-Systemen	<ul style="list-style-type: none"> • Einsatz von regelbasierten Zugriffskontrollsysteinen bei der Manipulation von Datenobjekten zur Sicherung von Integrität und Vertraulichkeit. • Einsatz von Virenerkennungs-/Antivirenprogrammen zur Erkennung und Elimination von Softwareviren. • Evaluation und Zertifizierung von IT-Produkten zwecks Nachweises/Bescheinigung sicherheitsrelevanter Eigenschaften. • Erstellung und regelmäßige Aktualisierung von Dokumentationen der Systeminstallation (Installationsschritte) und der Systemnutzung.
Maßnahmen zur Sicherheit von Rechnernetzen	<ul style="list-style-type: none"> • Kontrolle des Informationsflusses in Netzwerken mit Hilfe von Firewalls und Filtern. • Aufdecken von Angriffen mit Hilfe von sogenannten Intrusion-Detection-Systemen. • Abwehr von Angriffen mit Hilfe von sogenannten Intrusion-Prevention-Systemen. • Berücksichtigung einschlägiger Sicherheitsarchitekturen und Verwendung entsprechender Sicherheitsdienste (z. B. Authentifikations-, Datenvertraulichkeits-, Datenintegritätsdienste) beim Netzbetrieb.

Abb. 17.15 Technische Sicherheitsmaßnahmen

17.2 Vorgehenskonzepte des IT-Sicherheitsmanagements

Im vorliegenden Abschn. 17.2 wird das IT-Sicherheitsmanagement aus einer prozess-orientierten Perspektive betrachtet. Mit dem Verständnis der IT-Sicherheit als Management-aufgabe befasst sich zunächst der Abschn. 17.2.1. Es folgt in Abschn. 17.2.2 die Charakterisierung von drei teils in der Literatur vorgestellten Konzepten, die das Vorgehen des IT-Sicherheitsmanagements in einer allgemein gehaltenen Form beschreiben. Eines dieser Konzepte, das auf das Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI) zurückgehende „BSI-Sicherheitsprozess“, wird etwas detaillierter beschrieben. Der BSI-Sicherheitsprozess ist von erheblicher praktischer Bedeutung, auch weil er die Belange kleiner und mittlerer Unternehmen berücksichtigt.

17.2.1 IT-Sicherheit als Managementaufgabe

Wie das IT-Controlling ist auch das IT-Sicherheitsmanagement eine wesentliche Teilaufgabe des Informationsmanagements, wobei der Fokus auf der IT-Sicherheit liegt (vgl. Gabriel und Beier 2003, S. 195 ff.). Eine begriffliche Abgrenzung könnte etwa wie folgt lauten:

► Das **IT-Sicherheitsmanagement** als Teilaufgabe des Informationsmanagements befasst sich mit der Aufdeckung, Beurteilung und Bewältigung von Sicherheitsrisiken im IT-Bereich eines Unternehmens mit dem Ziel, ein angemessenes Sicherheitsniveau im laufenden IT-Betrieb zu gewährleisten.

Analog den beiden Dimensionen des Managementbegriffs beinhaltet das IT-Sicherheitsmanagement ebenfalls zwei Dimensionen:

- das IT-Sicherheitsmanagement als Institution und
- das IT-Sicherheitsmanagement als Funktion.

Bei der institutionellen Sicht geht es um die Organisationsstruktur des Sicherheitsmanagements, d. h. die Bildung von Stellen und die Zuweisung von Sicherheitsaufgaben, Verantwortungsbereichen und (disziplinarischen) Kompetenzen zu den Stellen. Die funktionale Sicht stellt dagegen auf die Abgrenzung und Spezifikation der sicherheitsbezogenen Aufgaben sowie auf die Festlegung der Aufgabenabfolge ab. Hier kommen das Verständnis des IT-Sicherheitsmanagements als Prozess und die Strukturierung des Sicherheitsprozesses mit Phasenmodellen ins Spiel. Von Interesse sind hier zudem die spezifischen Konzepte und Methoden, die dem IT-Sicherheitsmanagement zur Bewältigung der phasenbezogenen Aufgaben zur Verfügung stehen.

Zweifellos stellt das IT-Sicherheitsmanagement einen anspruchsvollen und vielschichtigen Aufgabenkomplex dar, der einerseits durch die zunehmende Komplexität der IT geprägt wird. Andererseits weist die IT-Sicherheit auch organisatorische und personelle Dimensionen auf. Die effektive und effiziente Handhabung des Aufgabenkomplexes der IT-Sicherheit erfordert daher einen ganzheitlichen Managementansatz, der neben technologischen auch organisatorische und personelle Aspekte einbezieht. In der Tat würde eine bloße Fokussierung auf technologische Sicherheitsaspekte zu großen Sicherheitslücken führen. So sind im Rahmen des Sicherheitsmanagements organisatorische Maßnahmen unverzichtbar, die abzielen auf

- die Schaffung einer geeigneten Sicherheitsorganisation mit Sicherheitsverantwortlichen auf unterschiedlichen Ebenen und
- die Schaffung geeigneter Prozessstrukturen für die effiziente Ausführung sicherheitsbezogener Aufgaben.

Das IT-Sicherheitsmanagement wird stark durch die prozessuale Sichtweise geprägt, die auf dem Verständnis der IT-Sicherheit als immer wieder zu durchlaufender und zu überprüfender Prozess basiert. Auf die Bedeutung der Prozesssicht weisen die umfassenden Vorgehenskonzepte hin, die den Kern des IT-Sicherheitsmanagements bilden.

Bedeutsam ist schließlich auch die Einordnung des Menschen als zentraler Sicherheitsfaktor. Auf den Faktor Mensch sind Maßnahmen auszurichten, die auf die Bewältigung von Sicherheitsproblemen aufgrund von Irrtum, Nachlässigkeit und Vorsatz abzielen. Zu nennen ist hier die Schaffung einer Sicherheitskultur durch

- die Sensibilisierung der Benutzer für Sicherheitsfragen und
- die Schulung der Benutzer in Sicherheitsangelegenheiten.

In welcher Weise sich Aufgaben und Maßnahmen des Sicherheitsmanagements organisieren lassen, wird nachfolgend erörtert.

17.2.2 Phasenkonzepte des IT-Sicherheitsmanagements

Grundsätzlich lassen sich auf den IT-Sicherheitsprozess als Managementprozess bekannte Phasenschemata für Managementaktivitäten übertragen. Denkbar wäre z. B. eine Untergliederung in die Phasen Planung, Realisierung und Kontrolle. Aufgrund der Komplexität und Schwierigkeit einiger Sicherheitsprobleme, deren Bewältigung spezielle und aufwändige Analysen und Maßnahmen erfordert, dominiert die Anwendung spezieller Phasenkonzepte. Sie sind auf die Besonderheiten des IT-Sicherheitsbereichs zugeschnitten und basieren teils auf gewissen Grundsätzen hinsichtlich der Herstellung von IT-Sicherheit.

Nachfolgend werden drei Phasenkonzepte vorgestellt:

- ein allgemeines Phasenkonzept, das nicht auf bestimmten Grundüberlegungen beruht (vgl. Abschn. 17.2.2.1),
- das als „BSI-Sicherheitsprozess“ bezeichnete Phasenkonzept des Bundesamts für Sicherheit in der Informationstechnik (vgl. Abschn. 17.2.2.2) und
- der Ansatz des Compliance-Managements (vgl. Abschn. 17.2.2.3).

17.2.2.1 Ein allgemeines Phasenkonzept des IT-Sicherheitsmanagements

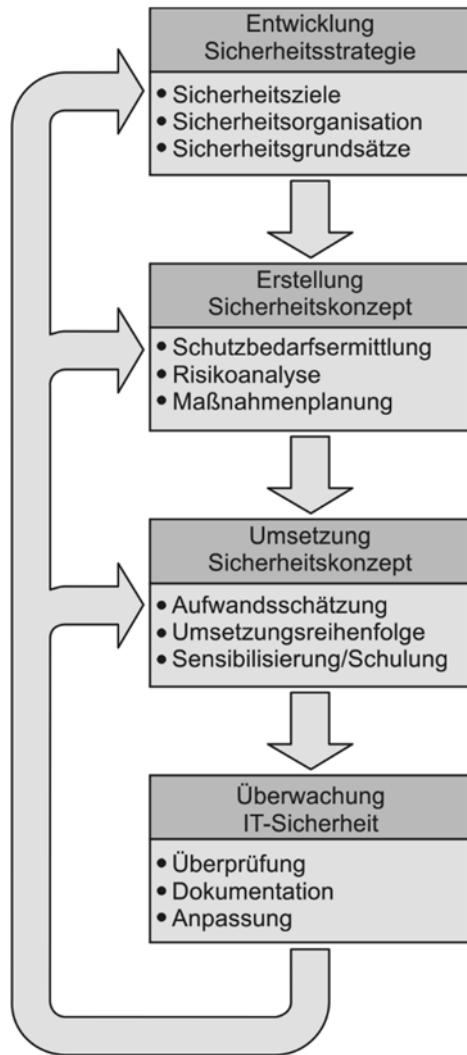
Ein **allgemeines Phasenkonzept** des IT-Sicherheitsmanagements zeigt Abb. 17.16. Es handelt sich um eine zyklisch zu durchlaufende Phasenfolge, wobei Rücksprünge zu allen Phasen auftreten können.

Die Entwicklung einer **Sicherheitsstrategie** in Abstimmung mit der Unternehmensstrategie und -leitung ist eine Aufgabe des strategischen Informationsmanagements. Festzulegen sind insbesondere:

- die Ziele der IT-Sicherheit unter Berücksichtigung der zu schützenden Unternehmenswerte und relevanten Bedrohungspotenziale,
- die Organisation des IT-Sicherheitsmanagements einschließlich der Aufgaben und Verantwortungsbereiche der Sicherheitsbeauftragten,
- die prinzipiell zu ergreifenden Sicherheitsmaßnahmen unter Berücksichtigung ihrer Umsetzbarkeit und rechtlicher Rahmenbedingungen.

Die Erstellung eines Sicherheitskonzepts erfolgt durch Verfeinerung und Konkretisierung der Sicherheitsstrategie, wobei Schutzbedarf, Risiken und Maßnahmen konzeptionelle Kernbereiche darstellen. Entsprechend kann etwa in folgenden Schritten vorgegangen werden:

Abb. 17.16 Ein allgemeines Phasenkonzept des IT-Sicherheitsmanagements



- Schutzbedarfsermittlung, d. h. Abgrenzung der Schutzobjekte durch Modellierung bzw. Strukturierung der IT-Landschaft, Ermittlung der Verwundbarkeiten und Bedrohungen der Schutzobjekte und davon ausgehend Festlegung der Schutzwürdigkeit der Schutzobjekte unter Berücksichtigung der Sicherheitsziele.
- Risikoanalyse, d. h. nach (Kategorien von) Schutzobjekten differenzierende Abschätzung der aus Bedrohungen resultierenden Schadensmöglichkeiten einschließlich deren Eintrittswahrscheinlichkeiten, sowie Darstellung der so erhobenen Sicherheitsrisiken z. B. in Form von Risikografiken.
- Maßnahmenplanung, d. h. Überprüfung bereits getroffener und Auswahl neuer Maßnahmen zur Erreichung der Sicherheitsziele, insbesondere des angestrebten Sicherheitsniveaus.

Die Umsetzung des Sicherheitskonzepts ist eine primär operative Aufgabe mit kapazitiven, finanziellen und zeitlichen Randbedingungen. Durchzuführende Aktivitäten sind:

- Schätzung des personellen und finanziellen Aufwands der Maßnahmen bzw. zu bildenden Gruppen von Maßnahmen,
- Festlegung der Umsetzungsreihenfolge der Maßnahmen sowie der verantwortlichen Vertreter des Sicherheitsmanagements,
- Festlegung von begleitenden Sensibilisierungs- und Schulungsmaßnahmen im Mitarbeiter- bzw. Nutzerbereich.

Die Überwachung der IT-Sicherheit soll die Aufrechterhaltung des angestrebten Sicherheitsniveaus in einer sich dynamisch entwickelnden Technologiewelt sicherstellen, die neue Gefahrenlagen und sich entsprechend ändernde Sicherheitsanforderungen mit sich bringt. Einige wesentliche Überwachungsaktivitäten sind etwa:

- Ständige Überprüfung der Wirksamkeit der ergriffenen Sicherheitsmaßnahmen, z. B. mit Hilfe von Penetrationstests zur Abschätzung der Erfolgsaussichten vorsätzlicher Angriffe.
- Systematische Dokumentation des Standes der IT-Sicherheit, insbesondere aber aufgetretener Sicherheitsverstöße und Sicherheitslücken.
- Entwicklung von Vorschlägen zur Anpassung und Aktualisierung von Sicherheitsstrategie, Sicherheitskonzept und Sicherheitsmaßnahmen.

17.2.2.2 Das Phasenkonzept des Bundesamtes für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI)

Dem **BSI-Sicherheitsprozess** liegt das sogenannte Grundschutzkonzept des Bundesamts für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI) zugrunde (vgl. hierzu und zu den folgenden Ausführungen BSI (2012, 2016, o. J.)). Es berücksichtigt den Umstand, dass für viele, insbesondere kleinere und mittlere Unternehmen, die Erstellung eines IT-Sicherheitskonzepts auf der Basis traditioneller Risikoanalysen aufgrund von mangelndem Know-how und zu hohem Aufwand kein gangbarer Weg ist. Als alternativer Weg geht das Grundschutzkonzept des BSI von zwei Überlegungen aus:

- Rechner- und Anwendungssysteme unterliegen in der Praxis häufig vergleichbaren Einsatzbedingungen und, unabhängig von den konkreten Nutzungsszenarien, ähnlichen Gefährdungen. Umfassende Risikoanalysen sind daher nicht immer notwendig und Gefährdungen für den IT-Betrieb einschließlich ihrer Eintrittswahrscheinlichkeiten lassen sich etwa pauschal erfassen.
- Aus den genannten Gründen ist es nicht immer notwendig, für jeden Anwendungsfall neue Sicherheitsmaßnahmen zu konzipieren. Vielmehr lassen sich Bündel von Standard-Sicherheitsmaßnahmen zur Abwehr der pauschalierten Gefährdungen abgrenzen. Sie bieten bei normalen Sicherheitsanforderungen einen angemessenen und ausreichenden (Grund)Schutz.

Sofern im Einzelfall besondere, über die pauschalierten Gefährdungen hinausgehende Bedrohungen und Risiken vorliegen, ist ein zweistufiges Vorgehen erforderlich: Neben der Sicherheitsanalyse gemäß dem Grundschutzkonzept ist für besondere Gefährdungen eine zusätzliche, ergänzende Sicherheitsanalyse durchzuführen. Dies schlägt sich in der zweiten Phase der in Abb. 17.17 gezeigten Darstellung des BSI-Sicherheitsprozesses nieder. Ein Vergleich mit dem in Abb. 17.16 dargestellten allgemeineren Phasenmodell zeigt starke Analogien in der ersten, sowie den beiden letzten Phasen. In der zweiten Phase, der Erstellung des Sicherheitskonzepts, bestehen dagegen erhebliche Unterschiede. Hier kommen die Besonderheiten des BSI-Grundschutzkonzepts zum Ausdruck. Die Phasen des BSI-Sicherheitsprozesses werden nachfolgend erläutert.

(1) Initiierung IT-Sicherheitsprozess

Die „Phase Initiierung IT-Sicherheitsprozess“ umfasst die Erstellung einer Sicherheitsleitlinie und die Einrichtung eines Sicherheitsmanagements.

(1.1) Erstellung Sicherheitsleitlinie

Zweck ist die Festlegung der Sicherheitsziele und -strategie sowie deren Geltungsbereich. Die Sicherheitsleitlinie ist vom IT Sicherheitsbeauftragten zu erstellen und mit der Geschäftsleitung abzustimmen. Sie soll Angaben enthalten zu Sicherheitszielen (z. B. Gewährleistung Verfügbarkeit), einzuhaltenden Gesetzen/Richtlinien, Organisation des Sicherheitsmanagements und übergreifenden Sicherheitsmaßnahmen (z. B. Virenschutz, Firewalls).

(1.2) Einrichtung Sicherheitsmanagement

Entsprechend den Vorgaben der Sicherheitsleitlinie ist die Einrichtung eines Sicherheitsmanagements vorzunehmen. Neben organisatorischen Regelungen erfordert dies auch die Bereitstellung eines Sicherheitsbudgets sowie technischer Ressourcen.

(2) Erstellung Sicherheitskonzept

Die Phase „Erstellung Sicherheitskonzept“ bildet den Kern des BSI Sicherheitsprozesses. Sie umfasst vier Subphasen, die teils sequenziell und teils nebenläufig auszuführen sind (vgl. Abb. 17.17): IT-Strukturanalyse, Schutzbedarf feststellung, IT-Grundschutzanalyse und Ergänzende Sicherheitsanalyse.

(2.1) IT-Strukturanalyse

Zweck der IT-Strukturanalyse ist die Erfassung und Beschreibung des betriebenen Rechnernetzes und der damit ausgeführten Anwendungssysteme. Dies geschieht in drei Schritten:

- Erfassung und Visualisierung (Netzwerk-Diagramm) der verarbeitungsbezogenen Komponenten (z. B. Client-/Serversysteme), netzwerkbezogenen Komponenten (z. B. Hubs, Router), lokalen Netzwerke (z. B. Ethernet) und Verbindungen zur Außenwelt (z. B. Modems).

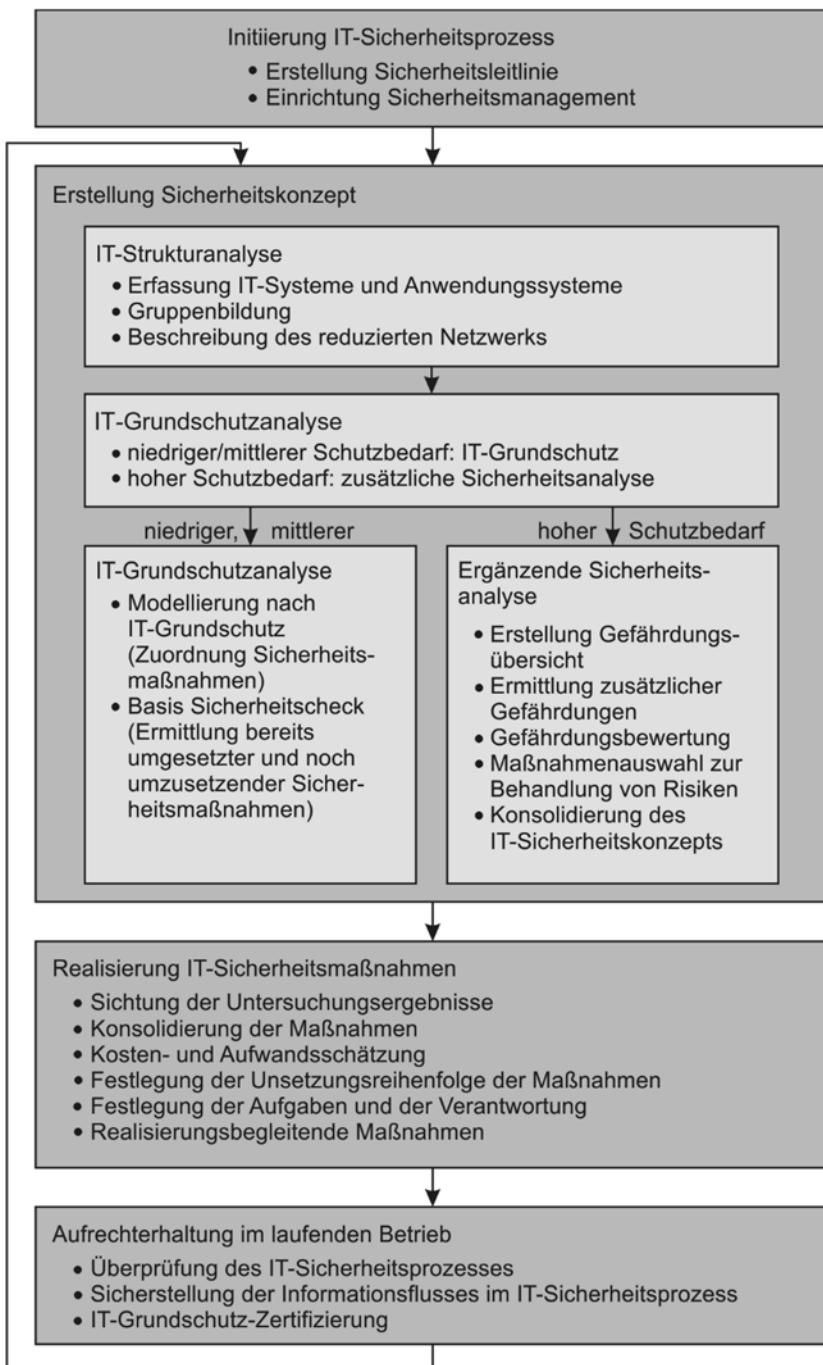


Abb. 17.17 BSI-Sicherheitsprozess

- Reduktion der durch Komponentenvielfalt und -vielzahl bedingten Komplexität des Netzwerk-Diagramms durch Gruppenbildung. Hierzu werden gleichartige Komponenten (z. B. gleichartig konfigurierte PCs) zu einer Gruppe zusammengefasst und grafisch mittels eines Symbols repräsentiert. Ein Beispiel für ein reduziertes Netzwerk-Diagramm zeigt Abb. 17.18.
- Beschreibung des reduzierten Netzwerks in Tabellenform. Dabei sind für jede Komponente Inventar-Nr., Systembezeichnung (z. B. Arbeitsplatz-PC Rechnungswesen), Systemtyp/Plattform (z. B. Client/PC unter Windows 10) Standort (z. B. Raum-Nr.) Nutzer (z. B. Mitarbeiter Rechnungswesen) und installierte Anwendungssysteme (z. B. Office-Paket, Rechnungswesen-Modul) anzugeben.

Die mittels der IT-Strukturanalyse erstellte Dokumentation der vorhandenen IT-Infrastruktur bildet die Grundlage für die Feststellung des Schutzbedarfs.

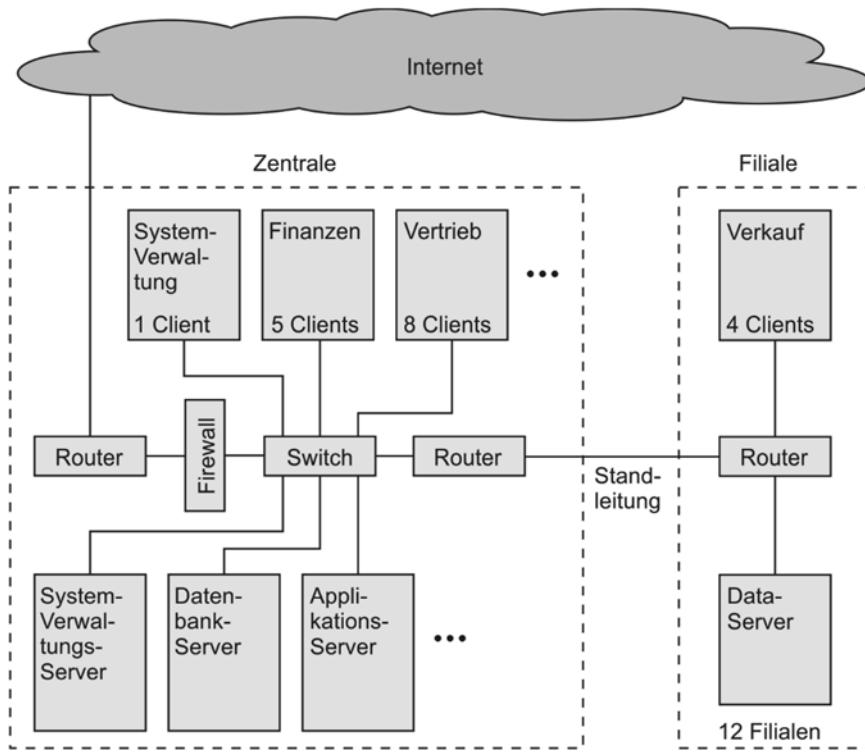


Abb. 17.18 Beispiel für ein reduziertes Netzwerk-Diagramm

(2.2) Schutzbedarfsfeststellung

Ziel der Schutzbedarfsfeststellung ist die Feststellung des Schutzbedarfs für die dokumentierten Anwendungssysteme, Rechnersysteme, Kommunikationsverbindungen und IT-Räume hinsichtlich der vorgegebenen Sicherheitsziele. Dies geschieht in drei Schritten:

1. Schritt: Festlegung der Schutzbedarfskategorien

Verwendet werden die drei Schutzbedarfskategorien „niedrig bis mittel“, „hoch“ und „sehr hoch“ (also existenzbedrohend).

2. Schritt: Festlegung wesentlicher Schadensszenarien

Da eine Quantifizierung des Schutzbedarfs nicht möglich ist, wird eine qualitative Einstufung mittels sechs Schadensszenarien vorgenommen, die sich auf maximale Schäden erstrecken:

- Schadensszenario 1: Verstöße gegen Gesetze/Vorschriften/Verträge; z. B. Schäden aufgrund von Verstößen gegen Vertragsklauseln bezüglich der Wahrung von Betriebsgeheimnissen.
- Schadensszenario 2: Beeinträchtigung des informationellen Selbstbestimmungsrechts; z. B. Erhebung personenbezogener Daten ohne Einwilligung des Betroffenen.
- Schadensszenario 3: Beeinträchtigung der persönlichen Unversehrtheit; z. B. Schäden, die durch medizinische Überwachungssysteme bewirkt werden.
- Schadensszenario 4: Beeinträchtigung der Aufgabenerfüllung; z. B. Schäden, die durch Nichteinhaltung von Lieferterminen aufgrund von Systemausfällen verursacht werden.
- Schadensszenario 5: Negative Auswirkungen; z. B. Schäden, die sich aus geschäfts-schädigenden Imageverlusten ergeben.
- Schadensszenario 6: Finanzielle Auswirkungen; z. B. Schäden aufgrund von Computerbetrug.

3. Schritt: Bestimmung des Schutzbedarfs

Für die dokumentierten Komponenten der vier Gruppen „Anwendungssysteme“, „Rechnersysteme“, „Kommunikationsverbindungen“ und „IT-Räume“ wird der Schutzbedarf in Bezug auf die Schadensszenarien als „niedrig bis mittel“, „hoch“ oder „sehr hoch“ eingestuft.

Bei niedrigem/mittlerem Schutzbedarf ist jeweils eine IT-Grundschatzanalyse durchzuführen, und bei hohem/sehr hohem Schutzbedarf zusätzlich eine ergänzende Sicherheitsanalyse.

(2.3) IT-Grundschatzanalyse

Gegenstand der IT-Grundschatzanalyse sind die Festlegung der bei niedrigem bis mittlerem Schutzbedarf zu ergreifenden Sicherheitsmaßnahmen und die Überprüfung des resultierenden „IT-Grundschatzmodells“. Dies geschieht in zwei Schritten:

1. Schritt: Erstellung des IT-Grundschatzmodells

Um Anwendern eigene aufwändige Sicherheits- und Risikoanalysen zu ersparen, stellt das BSI ein Schichtenmodell von IT-Grundschatzbausteinen zur Verfügung. Es basiert auf vorweggenommenen Sicherheits- und Risikoanalysen, die von typischen

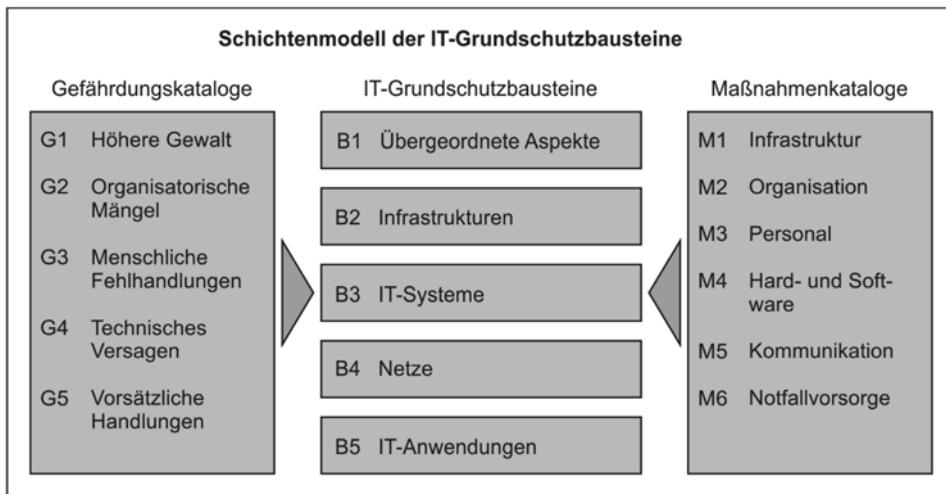


Abb. 17.19 Bausteine der IT-Sicherheit nach BSI-Grundschutz-Konzept

Gefährdungen und pauschalierten Eintrittswahrscheinlichkeiten in typischen IT-Umgebungen ausgehen – und zwar für den Fall eines niedrigen bis mittleren Schutzbefarfs. Für Anwender verbleibt lediglich die Aufgabe die notwendigen IT-Grundschutzausteine zu selektieren und die in den Bausteinen vorgesehenen Maßnahmen umzusetzen. Eine Übersicht der „Schichten“ von IT-Grundschutzausteinen zeigt Abb. 17.19

Neben fünf Schichten von IT-Grundschutzausteinen umfasst das Schichtenmodell zwei Gruppen von Katalogen:

- Fünf Gefährdungskataloge, die einzelne Gefährdungen für die Gruppen G1 bis G5 ausweisen.
- Sechs Maßnahmenkataloge, die einzelne Maßnahmen für die Gruppen M1 bis M6 ausweisen.

Welche Maßnahmen für Gefährdungen vorgesehen sind, geht aus den in die fünf Schichten B1 bis B5 gegliederten IT-Grundschutzausteinen hervor. Die Schichten erstrecken sich auf etwa folgende Bausteine:

- Schicht 1: Übergeordnete Bausteine
Sie betreffen übergeordnete Aspekte der IT-Sicherheit. Typische Bausteine sind IT-Sicherheitsmanagement, Organisation, Personal, Datensicherungskonzept, Computer-Virenschutzkonzept, Kryptokonzept und Standardsoftware.
- Schicht 2: Infrastrukturen
Hier geht es um baulich-technische Gegebenheiten, die Aspekte der infrastrukturellen Sicherheit beinhalten. Typische Bausteine sind Gebäude, Serverraum, Schutzschrank und mobiler Arbeitsplatz.
- Schicht 3: IT-Systeme

G 1.1 Personalausfall	M 3.1	Geregelte Einarbeitung/ Einweisung von Mitarbeitern
G 2.7 Unerlaubte Ausübung von Rechten	M 3.4	Schulung vor Programmnutzung
G 3.8 Fehlerhafte Nutzung des IT-Systems	M 3.33	Sicherheitsüberprüfungen von Mitarbeitern
G 5.20 Missbrauch von Administratorrechten	M 3.55	Vertraulichkeitsvereinbarungen

Abb. 17.20 Einige typische Gefährdungen und Maßnahmen im Personalbereich

Schicht 3 befasst sich mit der Sicherheit von IT-Systemen. Typische Bausteine sind Server Clients, Internet-PC, Firewall, Router/Switches, Drucker.

- Schicht 4: Netze

Betroffen ist hier die Sicherheit im Bereich Vernetzung und Kommunikation. In diesen Bereich fallen Bausteine wie heterogene Netze, Modem, Remote Access, Netz- und Systemmanagement.

- Schicht 5: IT-Anwendungen

Angesprochen ist hier die Sicherheit der eingesetzten Anwendungssysteme. Zu diesem Bereich gehören z. B. die Bausteine E-Mail, Webserver, Datenbanken und ERP-System.

Exemplarisch sei der Baustein „Personal“ der Schicht 1 betrachtet. Einige typische Gefährdungen und vorgesehene Maßnahmen im Personalbereich sind in Abb. 17.20 zusammengestellt. Angegeben sind nur einige exemplarische Gefährdungen und Maßnahmen des Bausteins „Personal“, die nicht notwendigerweise aufeinander abgestimmt sind.

Mit der Auswahl der IT-Schutzbausteine und Schutzmaßnahmen ergibt sich ein auf die Schutzbedürfnisse eines Unternehmens zugeschnittenes individuelles IT-Grundschutzmodell für einen niedrigen bis mittleren Schutzbedarf. Das IT-Grundschutzmodell ist z. B. in Tabellenform zu repräsentieren.

2. Schritt: Basis-Sicherheitscheck

Das im 1. Schritt erstellte IT-Grundschutzmodell stellt ein Soll-Konzept für die IT-Sicherheit eines Unternehmens dar. Im 2. Schritt, dem Basis-Sicherheitscheck, geht es um die Ermittlung des Ist-Zustands der IT-Sicherheit und die Durchführung eines Soll-Ist-Vergleichs. Dies geschieht unter Anwendung der Interviewtechnik in drei Schritten:

- Vorbereitung der Interviews: Festlegung der Interviewpartner, Terminierung der Interviews und Zusammenstellung benötigter Unterlagen.
- Durchführung der Interviews: Durcharbeiten der ausgewählten Maßnahmen Baustein für Baustein und Beurteilen, ob eine Maßnahme entbehrlich, vollständig umgesetzt, nur teilweise oder auch noch nicht umgesetzt ist.
- Dokumentation der Ergebnisse des Soll-Ist-Vergleichs, wobei z. B. auch Gründe für Umsetzungsdefizite festzuhalten sind.

(2.4) Ergänzende Sicherheitsanalyse

Wie bereits Abb. 17.17 zeigte, ist eine ergänzende Sicherheitsanalyse für Komponenten mit hohem bis sehr hohem Schutzbedarf durchzuführen. Darüber hinaus empfiehlt sich eine zusätzliche Sicherheitsanalyse für Komponenten, die mit den gegebenen Grundschutz-Bausteinen nicht hinreichend abgebildet werden können, sowie in Einsatzszenarien, die das IT-Grundschutzkonzept nicht abdeckt. Die ergänzende Sicherheitsanalyse umfasst fünf Schritte:

1. Schritt: Erstellung Gefährdungsübersicht

Im 1. Schritt wird für jede Komponente der modellierten IT-Infrastruktur eine Liste der relevanten Gefährdungen zusammengestellt. Ergebnis ist eine nach Schichten und Bausteinen gegliederte Gesamtliste relevanter Gefährdungen.

2. Schritt: Ermittlung zusätzlicher Gefährdungen

Im 2. Schritt sind für die betrachteten Komponenten solche Gefährdungen zu ermitteln, die über die im IT-Grundschutzmodell vorgesehenen Gefährdungen hinausgehen. Hierbei handelt es sich um Gefährdungen, die z. B. durch eine besondere Technologie oder Anwendung bedingt sind, nur unter sehr speziellen Voraussetzungen zu einem Schaden führen oder spezielle Fachkenntnisse/Gelegenheiten/Mittel des Angreifers erfordern. Hinweise auf spezielle Gefährdungen sind z. B. in Dokumentationen von System-Herstellern oder Schwachstellen-Publikationen im Internet zu finden. Die z. B. per Brainstorming ermittelten zusätzlichen Gefährdungen werden in die Liste der relevanten Gefährdungen eingefügt.

3. Schritt: Gefährdungsbewertung

Im 3. Schritt wird für jede Komponente der modellierten IT-Infrastruktur und jede zugeordnete Gefährdung der Gefährdungsliste geprüft, ob die vorgesehenen oder bereits umgesetzten IT-Sicherheitsmaßnahmen einen ausreichenden Schutz bieten. Dies geschieht mit Hilfe von drei Prüfkriterien:

- Vollständigkeit, d. h. die Wirksamkeit der laut Grundschutzkonzept vorgesehenen Standard-Sicherheitsmaßnahmen wird hinsichtlich aller Aspekte einer Gefährdung hinterfragt.
- Mechanismenstärke, d. h. es wird geprüft, ob die mit den Standard-Sicherheitsmaßnahmen umschlossenen Schutzmechanismen einer Gefährdung hinreichend stark entgegenwirken.
- Zuverlässigkeit, d. h. es wird die Möglichkeit des Umgehens der vorgesehenen Standard-Sicherheitsmaßnahmen überprüft.

Ergebnis der Gefährdungsbewertung ist eine nach Komponenten geordnete Gefährdungsliste. Sie weist für jede Komponente aus, welchen Gefährdungen durch die vorgesehenen Standard-Sicherheitsmaßnahmen hinreichend Rechnung getragen wird und welche Gefährdungen noch nicht abgedeckte Sicherheitsrisiken beinhalten.

4. Schritt: Maßnahmenauswahl zur Behandlung von Risiken

Im vierten Schritt geht es um die Behandlung der im Zuge der Gefährdungsbewertung aufgedeckten, noch offenen Risiken. Grundsätzlich bieten sich zur Behandlung offener Risiken folgende Optionen an:

- Risiko-Reduktion durch zusätzliche IT-Sicherheitsmaßnahmen oder durch Restrukturierungsmaßnahmen, z. B. in Bezug auf betroffene Geschäftsprozesse oder Komponenten der IT-Infrastruktur.
- Risiko-Transfer auf andere Institutionen, z. B. durch den Abschluss von Versicherungen oder das Outsourcing von IT-Diensten.
- Risiko-Übernahme, d. h. bestimmte Gefährdungen und daraus resultierende Risiken werden bewusst in Kauf genommen.

Bei der Ermittlung von Optionen zur Risiko-Reduktion sind spezielle Informationsquellen hilfreich, so etwa Produkt-/Service-Dokumentationen der Hersteller, von Sicherheitsgremien erarbeitete Standards („Best-Practices“) und Informationen von IT-Sicherheitsberatern. Restrukturierungen kommen in Frage, wenn Sicherheitsmaßnahmen zu aufwendig, zu teuer oder zu restriktiv sind. Bei primär finanziellen Schäden oder ohnehin bestehenden Outsourcingplänen ist ein Risiko-Transfer angezeigt. Für die Risiko-Übernahme können z. B. das Fehlen wirksamer Gegenmaßnahmen, zu hohe Kosten möglicher Maßnahmen sowie äußerst geringe Schadenswahrscheinlichkeit sprechen.

5. Schritt: Konsolidierung des IT-Sicherheitskonzepts

Im abschließenden fünften Schritt der ergänzenden Sicherheitsanalyse wird das um zusätzliche Maßnahmen erweiterte IT-Sicherheitskonzept konsolidiert. Für jede Komponente der modellierten IT-Infrastruktur sind die vorgesehenen Standard-Sicherheitsmaßnahmen sowie die ergänzenden Sicherheitsmaßnahmen auf

- Angemessenheit,
 - Zusammenwirken und
 - Benutzerfreundlichkeit
- zu überprüfen.

Unangemessene, d. h. ungeeignete, zu aufwendige oder zu teure Sicherheitsmaßnahmen sollten verworfen und durch geeignete oder überarbeitete Sicherheitsmaßnahmen ersetzt werden. Schutzmechanismen, die aufgrund von Widersprüchlichkeiten oder Inkonsistenzen Defizite im Zusammenwirken aufweisen, sollten durch aufeinander abgestimmte Mechanismen ersetzt werden. Ebenfalls sollten IT-Sicherheitsmaßnahmen, die aufgrund mangelnder Benutzerakzeptanz wirkungslos sind, durch praktikable Lösungen ersetzt werden.

(3) Realisierung IT-Sicherheitsmaßnahmen

Sofern eine Vielzahl von Maßnahmen mit beschränkten Ressourcen (Personal, finanzielle Mittel) zu realisieren ist, empfiehlt sich eine Vorgehensweise gemäß den nachfolgend beschriebenen sechs Schritten. Sind dagegen nur wenige fehlende Maßnahmen zu realisieren, so können die Schritte (3.1), (3.2) und (3.4) entfallen.

(3.1) Sichtung der Untersuchungsergebnisse

Der erste Schritt dient der systematischen Zusammenstellung aller (noch) nicht oder nur teilweise umgesetzten IT-Sicherheitsmaßnahmen. Diese sind einerseits den Ergebnissen des Basis-Sicherheitsschecks und andererseits der ergänzenden Sicherheitsanalyse zu entnehmen.

(3.2) Konsolidierung der Maßnahmen

Im zweiten Schritt werden die umzusetzenden Sicherheitsmaßnahmen konsolidiert. Hierzu wird z. B. überprüft, ob aus der ergänzenden Sicherheitsanalyse resultierende Maßnahmen die aus den IT-Grundschutz-Katalogen selektierten Maßnahmen ergänzen oder gar ersetzen, da höherwertig. Eventuell müssen ausgewählte Maßnahmen noch konkretisiert oder an betriebliche Gegebenheiten angepasst werden.

(3.3) Kosten- und Aufwandsschätzung

Gegenstand des dritten Schritts ist die Ermittlung der für die Realisierung der konsolidierten Maßnahmen benötigten finanziellen und personellen Ressourcen. Auf der Grundlage des geschätzten Ressourcenbedarfs kann die Unternehmensleitung im Benehmen mit dem IT-Management das Budget für die Umsetzung der Maßnahmen festlegen.

(3.4) Festlegung der Umsetzungsreihenfolge der Maßnahmen

Bei der Reihenfolgeplanung im vierten Schritt kommen Prioritäten, Abhängigkeiten und Wirkungsumfänge der umzusetzenden Maßnahmen ins Spiel. Zu berücksichtigen sind Aspekte, die die zeitliche Reihenfolge beeinflussen, wie z. B. Lebenszyklus-Phase von Maßnahmen, Abhängigkeiten von Maßnahmen und Bedeutung von Maßnahmen.

(3.5) Festlegung der Aufgaben und der Verantwortung

Die zügige Umsetzung der zeitlich geplanten IT-Sicherheitsmaßnahmen setzt klare organisatorische Regelungen voraus. Festzulegen sind im fünften Schritt: Aufgabenträger, Start-/Endtermine und verfügbare Mittel für die Realisierungen, Überwachungsinstanzen und Berichtspflichten.

(3.6) Realisierungsbegleitende Maßnahmen

Um Akzeptanzproblemen bei den betroffenen Mitarbeitern vorzubeugen, sind im sechsten Schritt Sensibilisierungs- und Schulungsmaßnahmen vorzusehen. Ihre Einplanung sollte mit hinreichendem Vorlauf vor Einführung der jeweiligen Schutzmaßnahmen erfolgen.

(4) Aufrechterhaltung IT-Sicherheit

Ziele der letzten Phase des BSI-Sicherheitsprozesses sind die Gewährleistung des angestrebten Sicherheitsniveaus im laufenden IT-Betrieb und die kontinuierliche Verbesserung des IT-Sicherheitsprozesses. Um diese Ziele zu erreichen, sieht das BSI-Grundschutzkonzept drei Aktivitäten vor, die nachfolgend nur kurz umrissen werden.

Zielgruppe	Informationen, Berichte und Dokumentationen
Unternehmensleitung	<ul style="list-style-type: none"> • Ergebnisse von Audits • Berichte über Sicherheitsvorfälle • Berichte über Probleme, Erfolge, Verbesserungsmöglichkeiten beim IT-Sicherheitsprozess
IT-Fachpersonal/ Experten	<ul style="list-style-type: none"> • Installations- und Konfigurationsanleitungen • Anleitungen für den Wiederanlauf nach einem Sicherheitsvorfall • Dokumentation von Test- und Freigabeverfahren • Anweisungen für das Verhalten bei Störungen und IT-Sicherheitsvorfällen
Benutzer, Mitarbeiter	<ul style="list-style-type: none"> • Beschreibung von Arbeitsabläufen und organisatorische Vorgaben • Angaben zu technischen IT-Sicherheitsmaßnahmen • Anweisungen für das Verhalten bei IT-Sicherheitsvorfällen

Abb. 17.21 Informationsbereitstellung im IT-Sicherheitsprozess

(4.1) Überprüfung des IT-Sicherheitsprozesses

Die regelmäßige Überprüfung des IT-Sicherheitsprozesses erstreckt sich auf mehrere Ebenen: die Feststellung der tatsächlichen Umsetzung des Realisierungsplans, die Ermittlung der Effizienz des IT-Sicherheitsprozesses und spezifischer IT-Sicherheitsmaßnahmen sowie die Überprüfung der Eignung und Aktualität der IT-Sicherheitsstrategie und Sicherheitsziele.

(4.2) Sicherstellung des Informationsflusses im IT-Sicherheitsprozess

Um die in den IT-Sicherheitsprozess involvierten Entscheidungsträger und Verantwortlichen mit erforderlichen Informationen zu versorgen, ist ein sicherheitsbezogenes Dokumentations- und Berichtswesen zu etablieren. Speziell die Unternehmensleitung sollte regelmäßig über die Ergebnisse der Sicherheitsüberprüfungen, aufgetretene Probleme und Verbesserungsmöglichkeiten informiert werden. Adressaten sicherheitsrelevanter Informationen sind zudem das IT-Fachpersonal und (externe) Experten sowie die Benutzer/Mitarbeiter. Einige wesentliche sicherheitsbezogene Informationen und Dokumentationen für diese Zielgruppen sind in Abb. 17.21 zusammengestellt.

Die Informationsbereitstellung für die Unternehmensleitung zielt auf die Unterstützung von Entscheidungen über die Ausgestaltung und Anpassung von Sicherheitsstrategie und -zielen ab. Für IT-Fachpersonal und Experten steht dagegen die technische Dokumentation von Arbeitsabläufen im Vordergrund. Sie sollen den aktuellen Stand von Geschäftsprozessen sowie unterstützenden IT-Anwendungssystemen beschreiben, um z. B. IT-Systeme und Anwendungen nach Sicherheitsvorfällen wieder herzustellen. Für Benutzer und Mitarbeiter sollen Sicherheitsmaßnahmen nachvollziehbar sein. Sie sind daher z. B. über Existenz und Bedeutung von Sicherheitsrichtlinien, vorgesehene Maßnahmen und richtiges Verhalten bei Sicherheitsvorfällen zu informieren.

(4.3) IT-Grundschutz-Zertifizierung

Grundsätzlich stellt die Zertifizierung des IT-Sicherheitsprozesses in einem Unternehmen eine wesentliche Maßnahme zur Gewährleistung eines angestrebten Sicherheitsniveaus dar. So wird mit der Erteilung des IT-Grundschutz-Zertifikats durch das BSI bescheinigt, dass die nach dem IT-Grundschutz-Konzept vorgesehenen Maßnahmen erfolgreich umgesetzt wurden und damit ein angestrebtes Sicherheitsniveau erreicht wurde. Da die in den IT-Grundschutz-Katalogen des BSI vorgesehenen Schutzmaßnahmen als anerkannter Standard für die IT-Sicherheit gelten, können aus der Zertifizierung Imagegewinne und Wettbewerbsvorteile resultieren.

17.2.2.3 Das Konzept des Compliance-Managements

Das Konzept des **Compliance-Managements** geht laut Oppliger (1997, S. 29) auf amerikanische Großfirmen wie etwa DEC zurück. Es weist Analogien zum BSI-Grundschutzkonzept und eine recht strikte Vorgehensweise auf. Ausgangspunkt des Ansatzes ist folgende Überlegung: Da die Entwicklung und der Einsatz (absolut) sicherer IT-Systeme grundsätzlich nicht möglich sind, muss der Fokus auf dem sicheren Betrieb der als unsicher erkannten IT-Systeme liegen. Hieraus ergeben sich technische und organisatorische Konsequenzen:

- Es müssen technische Möglichkeiten geschaffen werden, um Sicherheitsüberprüfungen für bestimmte Systemplattformen durchführen zu können.
- Es müssen vergleichsweise hohe Grundschutzanforderungen vorgegeben und ihre Einhaltung mittels organisatorischer Regelungen erzwungen werden.

Zur routinemäßigen Durchführung von Systemüberwachungen wurden sogenannte **Intrusion-Detection-Systeme (IDS)** entwickelt. Sie ermöglichen die Erkennung bestimmter Angriffe auf die IT-Sicherheit. Mit Hilfe von IDS und ähnlichen oder weiter entwickelten Prüfprogrammen können nun regelmäßige Sicherheitsüberprüfungen vorgenommen und die Ergebnisse zentral ausgewertet werden. Werden hierbei z. B. für ein IT-System Sicherheitsdefizite aufgedeckt, so wird dem zuständigen Systemadministrator eine relativ knappe Frist für die Behebung der Sicherheitsdefizite eingeräumt. Verstreicht diese Frist ohne Ausräumung der Defizite, dann wird das defizitäre System logisch vom Netz getrennt. Eine derartige Konsequenz ist für Systeme mit hoher geschäftlicher Bedeutung, wie z. B. Systeme der Verkaufsabwicklung, nicht unproblematisch. Das Sicherheitsmanagement kommt daher nicht umhin, die Sicherung geschäftskritischer Systeme zu priorisieren.

Wesentlich weiter als Intrusion-Detection-Systeme (IDS) gehen **Intrusion-Prevention-Systeme (IPS)**. Sie erkennen nicht nur Angriffe auf Computersysteme und Rechnernetze wie die IDS, sondern sie wehren diese Angriffe auf die IT-Sicherheit, wie beispielsweise Missbrauchsversuche oder Sicherheitsverletzungen, automatisch ab und verhindern diese. IPS bilden mit den Funktionen ein aktives Abwehrsystem im Rahmen des IT-Sicherheitsmanagements und stellen somit auch einen unverzichtbaren instrumentellen Bestandteil eines erfolgreichen Compliance-Managements dar.

Beide speziellen Phasenkonzepte des IT-Sicherheitsmanagements, das dem BSI-Sicherheitsprozess zugrunde liegende BSI-Grundschutzkonzept (vgl. Abschn. 17.2.2.2) und das Compliance-Management (vgl. Abschn. 17.2.2.3), sind von erheblicher praktischer Bedeutung. Das BSI-Grundschutzkonzept eröffnet z. B. Unternehmen, deren finanzielle Ressourcen und sicherheitstechnisches Know-how stark begrenzt sind, die Möglichkeit der Etablierung eines akzeptablen IT-Sicherheitsstandards. Die Anwendung des Compliance-Managements erfordert dagegen einen erheblichen Ressourceneinsatz, ermöglicht aber die Erzielung eines Mehr an IT-Sicherheit.

17.3 Kryptografische Sicherheitstechniken

Mit dem Schutz von Informationen vor unbefugtem Lesen und Verfälschung/Manipulation befasst man sich schon seit dem Altertum. Entwickelt wurden schon damals Verfahren der Kryptografie, d. h. des „geheimen Schreibens“ mittels Verschlüsselungsverfahren (die aus dem Griechischen abgeleiteten Begriffsteile krypto und grafie bedeuten etwa geheim und schreiben). Ein Beispiel für ein historisches Verschlüsselungsverfahren ist die Caesar-Verschlüsselung, bei der jeder Buchstabe eines Textes durch einen um drei Stellen im zugehörigen Alphabet verschobenen Buchstaben ersetzt wird. So ergibt sich z. B. für das Wort ABER das Geheimwort DEHU. Die moderne rechnergestützte Kryptografie operiert nicht auf Buchstaben- sondern auf Bittenebene. Sie basiert zudem auf teils komplizierten rechenaufwendigen Verfahren. Die ist erforderlich, um die in der Geschäftskommunikation unabdingbaren Schutzziele zu verwirklichen (vgl. Abschn. 17.1):

- Schutz von Informationen vor unberechtigten Zugriffen, d. h. Wahrung der Vertraulichkeit.
- Schutz von Informationen vor Verfälschung/Manipulation, d. h. Wahrung der Integrität der Informationen.
- Eindeutige Identifizierbarkeit des Urhebers/Absenders einer (geschäftlichen) Information, d. h. Nachprüfbarkeit der Authentizität des Urhebers/Absenders.
- Nichtabstreitbarkeit der Urheberschaft einer (geschäftlichen) Information durch den Urheber/Absender, d. h. zweifelsfreie Zurechenbarkeit der Information zum Urheber/Absender.

Diesen Zielanforderungen genügen nicht alle kryptografischen Verfahren oder Systeme. In der Praxis dominiert daher ein kombinierter Einsatz. Im vorliegenden Abschnitt werden die wesentlichsten kryptografischen Verfahren und Systeme behandelt. Es sind dies: die zur Integritätsprüfung eingesetzten kryptografischen Hashfunktion (vgl. Abschn. 17.3.1), die zur Verschlüsselung von Informationen genutzte Kryptosysteme (vgl. Abschn. 17.3.2) und die zur Prüfung der Integrität und Urheberschaft von Informationen verwendeten Signatursysteme (vgl. Abschn. 17.3.3).

17.3.1 Kryptographische Hashfunktionen

In Abschn. 15.1.2.5 wurde bereits eine einfache Hashfunktion zur gestreuten Speicherung von Datensätzen vorgestellt. Sie dient der Berechnung der Speicheradressen von Datensätzen aus deren Primärschlüsselwerten mittels einer Divisionsrestmethode. Die Methode ist äußerst effizient aber nicht kollisionsfrei. Für einen Primärschlüsselwert wird zwar genau eine Speicheradresse ermittelt, jedoch können verschiedene Primärschlüsselwerte zur gleichen Speicheradresse führen. Diese Eigenschaft ist in der Kryptografie unerwünscht und hat zur Entwicklung spezieller Hashfunktionen geführt (vgl. Schmeh 2004; Eckert 2018).

- Eine **kryptografische Hashfunktion** ist eine spezielle Hashfunktion, die praktisch zu keinen Kollisionen führt und kryptografischen Zwecken wie etwa Sicherung der Integrität von Daten dient.

Als spezielle Hashfunktion weist sie zwei zentrale Eigenschaften auf, die sich kurz mit „Einwegfunktion“ und „Kollisionsfreiheit“ bezeichnen lassen.

Die Eigenschaft der Einwegfunktion besagt, dass zwar zu einem Eingabewert (jede binär Zeichenkette lässt sich als binäre Zahl interpretieren) genau einen Ausgabewert erzeugt wird, aber umgekehrt zu einem Ausgabewert keinesfalls der zugehörige Eingabewert berechnet werden kann. Eine rechnerische Auswertung ist nur in einer Richtung möglich – wie bei einer Falltür, die einen Rückweg ausschließt.

Die Eigenschaft der Kollisionsfreiheit besagt, dass im praktischen Einsatz für zwei verschiedene Eingabewerte mit sehr hoher bis extrem hoher Wahrscheinlichkeit kein identischer Ausgabewert berechnet wird. Schon die Veränderung nur eines Bits in der Eingabe führt zu einer deutlich veränderten Ausgabe.

Aufgrund dieser Eigenschaften eignen sich kryptografische Hashfunktionen bestens zur Integritätsprüfung von Informationen. Insbesondere auch im Geschäftsdatenaustausch. Die Vorgehensweise ist etwa wie folgt: Ein Akteur A sendet eine Nachricht (geschäftliche Information) sowie den für diese Nachricht mit einer kryptografischen Hashfunktion berechneten Ausgabewert, den sogenannten Hashwert, an einen Geschäftspartner B. Zwecks Prüfung der Integrität der erhaltenen Nachricht berechnet B nun seinerseits den zugehörigen Hashwert mit der gleichen kryptografischen Hashfunktion und prüft beide Hashwerte auf Übereinstimmung. Stimmen die von A und B berechneten Hashwerte überein, kann eine Manipulation/Veränderung der Nachricht nahezu sicher ausgeschlossen werden.

Die Interpretation von „nahezu sicher“ hängt von der Qualität der Hashfunktion ab. Eine sehr hohe Qualität liegt vor, wenn zwei frei gewählte und extrem oft auf systematische Weise veränderte Eingabewerte durchweg zu verschiedenen Hashwerten führen. Eine geringe Qualität wäre gegeben, wenn veränderte Eingabewerte z. B. im schlechtesten Fall zu nur geringfügig veränderten Hashwerten führen würden. Derartige Hashfunktionen

gelten als unsicher, auch wenn der schlechteste Fall äußerst selten bei extrem vielen „Angriffsversuchen“ eintritt.

Die Qualität von Hashfunktionen wird von Standardisierungsorganisationen wie der US-amerikanischen NIST (National Institute of Standards and Technology) geprüft. Je nach Prüfergebnissen, die z. B. auch bei in Wettbewerbsform organisierten „Kollisionsangriffen“ auf eingereichte Hashfunktionen gewonnen werden, werden eingereichte Hashfunktionen als Standardfunktionen ausgewiesen. Da Hashfunktionen permanent weiterentwickelt und verbessert werden, gibt es Serien von jeweils verbesserten Standardfunktionen. Beispielsweise die SHA-Serie (Secure Hash Algorithm) mit der Versionsabfolge SHA-1, SHA-2 und SHA-3 (seit 2015). Innerhalb der Versionen existieren Varianten, die sich in der Länge des berechneten Hashwerts unterscheiden, übliche Hash-Längen sind z. B. 224, 256, 384 und 512 Bit. Mit der Hash-Länge steigt die Sicherheit einer kryptografischen Hashfunktion.

Allgemein erstreckt sich die Anwendung von kryptografischen Hashfunktionen auf die Prüfung der Integrität gespeicherter Informationen (Datenbestände, Dateien) oder übertragener Informationen (Nachrichten, Transaktionsdaten). Beispiele für konkrete Anwendungen sind die Integritätsprüfung von Passwörtern und Signaturen (vgl. Abschn. 17.3.3). Eingesetzt werden sie auch in Distributed-Ledger-Systemen, wie etwa Blockchain-basierten Systemen wie dem Bitcoin-System (vgl. Abschn. 15.4.5).

17.3.2 Kryptosysteme zur Informationsverschlüsselung

► **Kryptosysteme** sind Softwaresysteme, die der IT-Sicherheit bei der Speicherung und Übertragung von Informationen dienen. Je nach einbezogenen kryptografischen Verfahren finden unterschiedliche Ziele der Kryptografie (Vertraulichkeit, Integrität, Identifizierbarkeit und Nichtabstreitbarkeit der Urheberschaft) bei den resultierenden Systemvarianten Berücksichtigung.

Beginnend im Altertum wurden kryptografische Verfahren/Algorithmen sukzessive (weiter) entwickelt und perfektioniert. Die in der automatisierten Informationsverarbeitung eingesetzten modernen kryptografischen Verfahren operieren bekanntlich auf binären Informationen. Anders als frühere Verfahren sind sie daher geeignet, nicht nur Texte zu verschlüsseln, sondern beliebige Informationsarten, insbesondere multimediale Informationen. Abhängig von den verwendeten Schlüsseln unterscheidet man zwei Systemtypen, symmetrische und asymmetrische Kryptosysteme. Bei dem praktisch bedeutsamen kombinierten Einsatz beider Systemtypen spricht man von hybriden Kryptosystemen.

Symmetrische Kryptosysteme

► **Symmetrische Kryptosysteme** dienen der Verschlüsselung der zwischen zwei Kommunikationspartnern übertragenen Nachrichten mit Hilfe eines geheimen Schlüssels

in Geheimnachrichten, um die Kenntnisnahme durch Unbefugte zu verhindern (Vertraulichkeitsziel). Zum senderseitigen Verschlüsseln einer Nachricht und der empfängerseitigen Entschlüsselung der zugehörigen Geheimnachricht wird der gleiche geheime Schlüssel verwendet.

Ein symmetrisches Kryptosystem umfasst drei Komponenten:

- Ein Verfahren zur Erzeugung des geheimen Schlüssels. Dieser besteht aus mehreren teils frei wählbaren Parametern. Deren binäre Darstellung resultiert in einer Zeichenkette mit einer Länge von z. B. 56 Bit. Mit zunehmender Länge steigt die Sicherheit des Kryptosystems.
- Einem Verfahren zum Verschlüsseln einer Nachricht. Input sind die Nachricht sowie der generierte Schlüssel und Output die verschlüsselte Nachricht (Geheimnachricht). Eine Nachricht wird entweder Bit für Bit verschlüsselt (Stromverschlüsselung) oder in Blöcken von Zeichenfolgen zu je z. B. 64 Bit (Blockverschlüsselung). Die Verschlüsselung erfolgt durch kombinierte und wiederholte Anwendung einfacher Operationen auf Bits oder Binärzahlen wie z. B. systematisches Ersetzen 4-stelliger Binärzahlen (Substitution), systematisches Verschieben/Permutieren von Binärzahlen (Transposition) und wiederholte Bearbeitung von Blöcken mit veränderter Blockreihenfolge.
- Einem Verfahren zum Entschlüsseln einer Geheimnachricht. Input sind die Geheimnachricht und der zur Verschlüsselung verwendete Schlüssel. Diesen muss der Absender der Geheimnachricht auf einem absolut sicheren Übertragungsweg an den Empfänger übermitteln, damit das Vertraulichkeitsziel gewahrt bleibt. Output ist die entschlüsselte Nachricht in ihrer ursprünglichen Form.

Den gesamten Ablauf veranschaulicht Abb. 17.22.

Die Verwendung nur eines Schlüssels für die Ver- und Entschlüsselung einer Nachricht ist ein wesentlicher Nachteil des symmetrischen Verfahrens. Der mit der Nachricht übermittelte Schlüssel muss – anders als die Geheimnachricht selbst – unbedingt geheim bleiben. Ist dies nicht der Fall, könnten Dritte die Geheimnachricht entschlüsseln. Die Wahrung der Vertraulichkeit erfordert daher einen sicheren Übertragungskanal. Das persönliche Überbringen durch einen Boten/Kurier erscheint nicht mehr ganz zeitgemäß. Vor allem

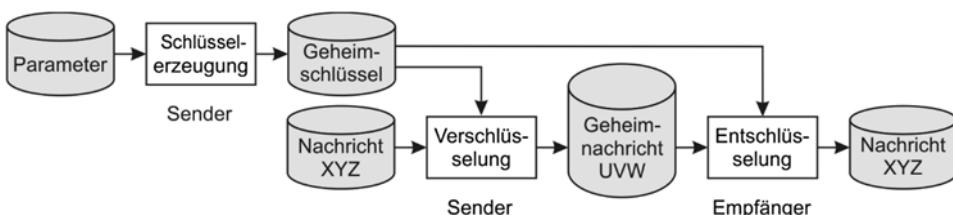


Abb. 17.22 Grober Verfahrensablauf bei einem symmetrischen Kryptosystem

auch dann, wenn man an überregionale oder gar globale Kommunikationskontakte zwischen vielen Partnern denkt. Um das schon frühzeitig standardisierte und wenig rechenaufwändige symmetrische Verfahren dennoch zu nutzen, bezieht man es in hybride Kryptosysteme ein.

Ein weit verbreitetes symmetrisches Verschlüsselungsverfahren wurde in den 1970er-Jahren in den USA von der Firma IBM in Abstimmung mit dem NBS (National Bureau of Standards), dem Vorgänger des NIST (National Institute of Standards and Technology), entwickelt und als Standard veröffentlicht, das DES (Data Encryption Standard). Aufgrund erfolgreicher Angriffe auf verschlüsselte Nachrichten wurde DES ständig weiterentwickelt und verbessert. DES und Nachfolgeversionen bildeten für Jahrzehnte den Goldstandard der Verschlüsselungstechnik in und außerhalb der USA. Das hochsensible Problem des sicheren Austauschs des Geheimschlüssels zwischen Kommunikationspartnern, bekannt als Schlüsselaustauschproblem, gab jedoch den Anstoß zur Entwicklung der sichereren asymmetrischen Kryptosysteme.

Asymmetrische Kryptosysteme

► **Asymmetrische Kryptosysteme**, auch bezeichnet als Public-Key-Kryptosysteme, dienen der Übertragung verschlüsselter Nachrichten zwischen zwei Kommunikationspartnern unter Nutzung von zwei Schlüsseln: einem allgemein zugänglichen öffentlichen Schlüssel zum Verschlüsseln von Nachrichten und einem geheimen privaten Schlüssel zum Entschlüsseln von Geheimnachrichten. Asymmetrische Kryptosysteme sind geeignet, Informationen vor unberechtigten Zugriffen (Vertraulichkeitsziel) zu schützen, sowie die Authentifizierbarkeit des Urhebers und die Nichtabstreitbarkeit der Urheberschaft einer Information/Nachricht zu gewährleisten.

Je nach verfolgten Sicherheitszielen gibt es verschiedene Varianten von asymmetrischen Kryptosystemen. Zwei wesentliche Varianten sind

- die im vorliegenden Abschnitt betrachteten asymmetrischen Verschlüsselungssysteme, die primär auf die sichere Übertragung von (Geschäfts-) Informationen (Vertraulichkeit) abzielen und
- die im nächsten Abschnitt behandelten **Signatursysteme**, bei denen Authentizitätsprüfung und Nichtabstreitbarkeit von besonderer Bedeutung sind.

Die erste Variante eines asymmetrischen Kryptosystems umfasst vier Komponenten:

- Ein Verfahren, das es jedem Kommunikationspartner gestattet, ein nur ihm zugeordnetes Schlüsselpaar zu erzeugen. Es besteht aus seinem öffentlichen Schlüssel, der anderen Kommunikationsteilnehmern zugänglich ist, und seinem privaten Schlüssel, der für Dritte geheim ist. Öffentliche Schlüssel dienen dem Verschlüsseln von zu versendenden Nachrichten und privaten Schlüssel dem Entschlüsseln empfangener Geheimnach-

richten. Die Schlüssel stellen z. B. binär repräsentierte Zahlenpaare dar, die über eine gemeinsame Zahl miteinander verbunden sind und so die Ver- und Entschlüsselung ermöglichen.

- Einem Mechanismus, der die Zugehörigkeit eines öffentlichen Schlüssels zu dem Eigener zweifelsfrei bestätigt. Möchte z. B. Teilnehmer A eine Nachricht an Teilnehmer B senden, dann muss ihm der öffentliche Schlüssel von B nicht nur zugänglich sein. Vielmehr muss A absolut sicher sein, dass der ihm zugängliche öffentliche Schlüssel auch tatsächlich B „gehört“ bzw. zugeordnet ist. Die Lösung dieses Problems widmen sich z. B. Zertifizierungsinstitute, die die Zugehörigkeit öffentlicher Schlüssel zu den tatsächlichen „Inhabern“ per Zertifikat bestätigen. Solche Institute bieten auch Dienste an, die die Erzeugung und Verwaltung von Schlüsselpaaren betreffen.
- Einem Verfahren zum Verschlüsseln einer Nachricht. Input sind nun die Nachricht und der öffentliche Schlüssel des Empfängers der Nachricht. Der öffentliche Schlüssel kann z. B. von einem Zertifizierungsinstitut zusammen mit dem Zugehörigkeitszertifikat bezogen werden. Asymmetrische Verschlüsselungsverfahren beruhen auf äußerst aufwendigen mathematischen Operationen, deren Komplexität eine hohe Sicherheit gewährleistet. Output des Verfahrens ist die verschlüsselte Nachricht, also eine Geheimnachricht.
- Einem Verfahren zum Entschlüsseln einer Geheimnachricht. Input sind die Geheimnachricht und der private Schlüssel des Empfängers. Ganz grob ausgedrückt erfolgt die Entschlüsselung durch eine Art Umkehr der Verschlüsselungsoperationen. Output ist die entschlüsselte Nachricht in ihrer ursprünglichen Form.

Den gesamten Ablauf bei Einbeziehung eines **Zertifizierungsinstituts** veranschaulicht Abb. 17.23.

In Abb. 17.23 wird unterstellt, dass ein Zertifizierungsinstitut die Generierung und Verwaltung von Schlüsselpaaren als Dienst für Kommunikationsteilnehmer übernimmt. Zu-

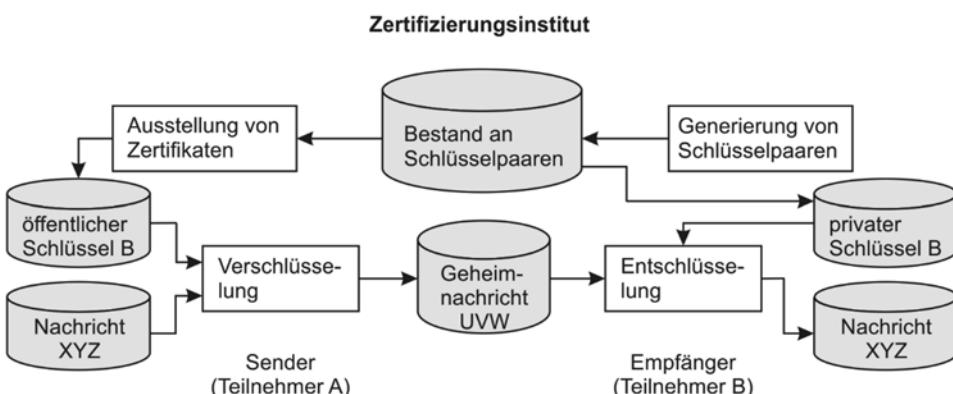


Abb. 17.23 Grober Verfahrensablauf bei einem asymmetrischen Kryptosystem unter Einbeziehung eines Zertifizierungsinstituts

gleich ist das Institut legitimiert, einem anfragenden Sender ein digitales Zertifikat auszustellen, das den öffentlichen Schlüssel eines Empfängers und den Empfänger als Schlüsselhaber ausweist.

Asymmetrische Kryptosysteme wurden ab den späten 1970er-Jahren veröffentlicht. Beispiele sind das RSA-Verfahren (vgl. Rivesz et al. 1977), das RABIN-Kryptosystem (vgl. Rabin 1979) und das ELGAMAL-Kryptosystem (vgl. Elgamal 1985). Diese Systeme bieten zwar ein signifikant höheres Sicherheitsniveau als symmetrische Systeme, besitzen aber einen wesentlichen Nachteil: Die durch komplexe mathematische Operationen bedingten deutlich höheren Rechenzeiten. Sie eignen sich daher weniger für den Austausch umfangreicher geschäftlicher Informationen. Ein ganz wesentlicher Einsatzbereich sind im Internet gebräuchliche Protokolle. Ein Beispiel ist das zur TCP/IP-Protokollfamilie gehörende Verschlüsselungsprotokoll TLS (Transport Layer Security), das dem sicheren Schlüsselaustausch und der Authentifizierung bei der Datenübertragung dient. Von Bedeutung ist auch die Nutzung in hybriden Kryptosystemen (vgl. Paar und Pelzl 2010; Pohlmann 2019).

Hybride Kryptosysteme

Hybride Kryptosysteme kombinieren die Vorteile von symmetrischen und asymmetrischen Kryptosystemen. Für die Übertragung von Nachrichten (Nutzinformationen) wird ein symmetrisches Kryptosystem eingesetzt. Für den Austausch des geheimen Schlüssels zwischen den Kommunikationspartnern dagegen ein asymmetrisches Kryptosystem. Auf diese Weise werden hohe Übertragungsleistung und sicherer Schlüsselaustausch in einer Lösung zusammengeführt. Bei aktuellen hybriden Lösungen werden z. B. die symmetrischen Systeme DES, der DES-Nachfolger AES (Advanced Encryption System) sowie Systeme wie Twofish und Camellia eingesetzt; die genutzten Schlüssellängen betragen 128 Bit (Untergrenze) oder 256 Bit (Obergrenze). Als asymmetrische Komponenten kommen z. B. Systeme wie RSA, ELGAMAL-Kryptosystem und ECDH (Elliptic-Curve Diffie-Hellman) zum Einsatz. ECDH geht auf die Kryptologen Diffie und Hellman zurück, die wesentlich zur Entwicklung der modernen Kryptologie beigetragen haben.

17.3.3 Signatursysteme

Bei **Signatursystemen** geht es um die Urheberschaft von ausgetauschten Informationen/Dokumenten, in der Regel in Verbindung mit den Aspekten Identifizierbarkeit und Integrität. Die in der Praxis gebräuchlichen Signatursysteme sind fast ausnahmslos digital realisierte Systeme. Wesentlich ist allerdings die Unterscheidung zwischen

- digitalen Signaturen, die die technologische Betrachtungsebene betreffen, und
- elektronische Signaturen, die die juristische Betrachtungsebene betreffen.

Zwischen digitalen und elektronischen Signaturen besteht ein unmittelbarer Zusammenhang, da elektronische Signaturen praktisch nur mit digitalen Signatursystemen erzeugt werden, die spezielle Anforderungen erfüllen. Im Folgenden werden zunächst digitale und danach elektronische Signaturen betrachtet.

Digitale Signaturen

► **Digitale Signaturen** werden mit asymmetrischen Kryptosystemen unter Einbeziehung einer kryptografischen Hashfunktion erzeugt, um bei dem Austausch von Nachrichten die Identifizierbarkeit des Absenders und die Integrität der Nachricht zu gewährleisten. Aus einer gehaschten digitalen Nachricht berechnet der Absender mittels seines privaten Signaturschlüssels eine digitale Signatur, die der Empfänger mittels des öffentlichen Verifikationsschlüssels zwecks Bestätigung von Absenderidentität und Integrität der Nachricht prüfen kann. Um auch die Nichtabstreitbarkeit der Urheberschaft zu gewährleisten, kann z. B. ein Zertifizierungsinstitut in das Verfahren einbezogen werden.

Ein asymmetrisches Kryptosystem zur Erzeugung und Verifizierung digitaler Signaturen umfasst z. B. folgende Komponenten:

- Ein Verfahren zur Erzeugung eines zusammengehörigen Schlüsselpaares, bestehend aus einem geheimen Signaturschlüssel (privater Schlüssel, engl. private key) und einem öffentlichen Verifikationsschlüssel (öffentlicher Schlüssel, engl. public key). Der Signaturschlüssel geht in die Berechnung der Signatur für eine Nachricht (z. B. ein digitales Dokument) ein. Er besteht z. B. aus zwei gewählten, großen und binär repräsentierten Primzahlen. Der Verifikationsschlüssel besteht aus mehreren binär repräsentierten numerischen Größen. In seine Berechnung geht der Signaturschlüssel ein. Insofern besteht ein Zusammenhang zwischen beiden Schlüsseln, der das Verifizieren einer Signatur erlaubt.
- Eine kryptografische Hashfunktion zur Berechnung des Hashwerts der zu übertragenden Nachricht. Auf den Hashwert bezieht sich die Signaturberechnung.
- Ein Verfahren zur Signaturberechnung bzw. zum Signieren einer Nachricht. Input sind einige gewählte binäre Größen/Parameter und der Hashwert der Nachricht. Output ist die berechnete Signatur bestehend aus einigen binär repräsentierten numerischen Größen. Da nicht die Nachricht selbst, sondern deren Hashwert in die Signaturberechnung eingeht, kann jegliche Verfälschung oder Manipulation der Nachricht aufgedeckt und somit deren Integrität gewährleistet werden.
- Ein Verfahren zur Signaturprüfung bzw. zum Verifizieren einer Signatur. Dies geschieht z. B. durch Auswertung einer mit dem Signaturverfahren festgelegten mathematischen Funktion, in die Signatur und Größen des Verifikationsschlüssels eingehen. Ein bestimmtes Auswertungsergebnis beweist praktisch zweifelsfrei die nicht abstreitbare Urheberschaft des Absenders der Nachricht.

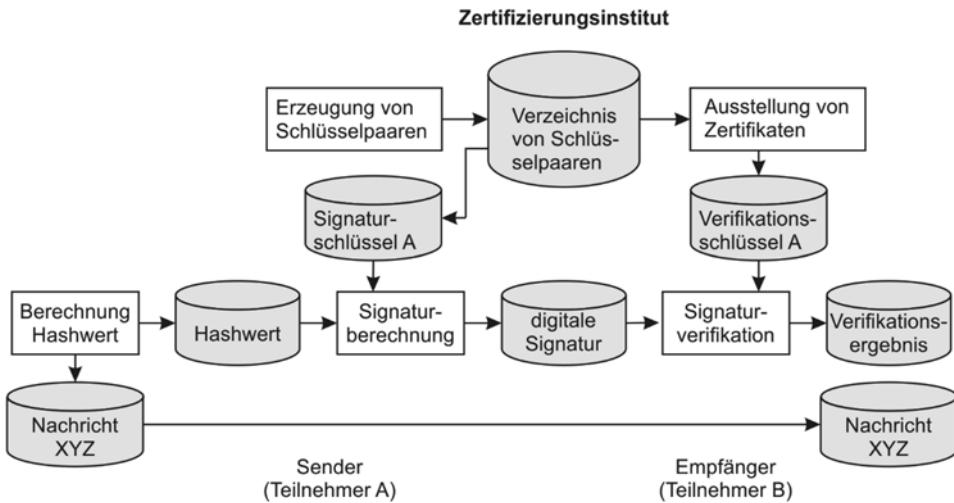


Abb. 17.24 Grober Verfahrensablauf bei der Erstellung und Verifikation von digitalen Signaturen unter Einbeziehung eines Zertifizierungsinstituts

- Einen Mechanismus, der die Identifizierung der eine Signatur erstellenden Person zweifelsfrei ermöglicht, indem er den zu dem Signaturschlüssel gehörigen Verifikationsschlüssel eindeutig dem Signierer zuordnet. Entsprechende Dienste bieten z. B. Verifizierungsinstitute an. Sie führen Verzeichnisse über die Inhaber von Signaturen und zugehörigen Verifikationsschlüsseln und stellen digitale Zertifikate über die Zuordnung öffentlicher Verifikationsschlüssel zu Personen aus.

Den gesamten Ablauf bei Einbeziehung eines **Zertifizierungsinstituts** veranschaulicht Abb. 17.24.

Abb. 17.24 geht davon aus, dass das Zertifizierungsinstitut die oben genannten Zertifizierungsdienste anbietet. Die skizzierte Lösung gewährleistet Integrität der übertragenen Nachricht, Identifizierbarkeit des Urhebers und Nichtabstrebbarkeit der Urheberschaft mit einer sehr hohen Wahrscheinlichkeit, falls eine praktisch kollisionsfreie Hashfunktion und empfohlene Signaturverfahren mit hinreichenden Schlüssellängen genutzt werden. Bekanntere und verbreitete Signaturverfahren sind z. B. RSA, DSA und auf elliptischen Kurven (Elliptic Curve, EC) basierende EC-Varianten. Sie gehören zu den von der Bundesnetzagentur empfohlenen Signaturverfahren.

Elektronische Signaturen

Netzbasierte Transaktionen und Interaktionen zwischen Konsumenten/Bürgern, Unternehmen, öffentlichen Verwaltungen und sonstigen Institutionen setzen ein gewisses Maß an Vertrauen zwischen den beteiligten Akteuren voraus. Dieses zu gewährleisten ist auch eine rechtliche Frage. Angesprochen ist insbesondere die Rechtssicherheit im netzbasierten Austausch zwischen Akteuren. Sie hängt unmittelbar von den jeweils eingesetzten Sicherheits-

Technologien und -Standards ab. Um hier klare rechtliche Regelungen zu schaffen, hat die Europäische Union (EU) die „Verordnung (EU) Nr. 910/2014 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Juli 2014 über die elektronische Identifizierung und Vertrauensdienste für elektronische Transaktionen im Binnenmarkt und zur Aufhebung der Richtlinie 1999/93 EG“ (im Folgenden bezeichnet als „EU Verordnung 910/2014“) erlassen. In der Verordnung wurde das rechtliche Konstrukt der elektronischen Signatur eingeführt, das eine enge Verbindung zu dem technologischen Konstrukt der digitalen Signatur aufweist.

Abhängig von den zu erfüllenden Anforderungen (die Konsequenzen für die einzusetzenden technologischen Mittel haben) wird zwischen drei Arten von elektronischen Signaturen unterschieden (vgl. EU Verordnung 910/2014, Artikel 3, Nr. 10, 11 und 12):

- elektronische Signatur,
- fortgeschrittene elektronische Signatur und
- qualifizierte elektronische Signatur.

► „**Elektronische Signatur**“ sind Daten in elektronischer Form, die anderen elektronischen Daten beigefügt oder logisch mit ihnen verbunden werden und die der Unterzeichner zum Unterzeichnen verwendet. (Originaltext in Artikel 3, Nr. 10)

An diese einfache Signaturform werden keine besonderen Anforderungen gestellt. Auf ihr bauen die beiden genannten weitergehenden Signaturformen auf. Zu beachten ist die Einschränkung des Betrachtungsgegenstands auf Unterschriften. Dies ist bei dem weiter gefassten Verständnis von digitalen Signaturen nicht der Fall.

Ein Beispiel für eine einfache elektronische Signatur ist eine mit Namen und Adresse des Absenders „unterzeichnete“ E-Mail. In Gerichtsverfahren sind elektronische Signaturen als Beweismittel zugelassen. (vgl. EU Verordnung 910/2014 Artikel 25, Nr. 1). Allerdings werden sie vor Gericht als Objekte des Augenscheins behandelt, d. h. die Identität des Absenders einer Signatur und ihre eindeutige Zuordnung zu dem Absender müssen bewiesen werden. Einfache elektronische Signaturen haben damit nicht die gleiche Rechtswirkung wie handschriftliche Unterschriften.

► „**Fortgeschrittene elektronische Signatur**“ ist eine elektronische Signatur, die die Anforderungen des Artikels 26 erfüllt. (Originaltext in Artikel 3, Nr. 11)

Die Anforderungen in Artikel 26 besagen, dass die Signatur dem Unterzeichner eindeutig zugeordnet ist und die Identifizierung des Unterzeichners gestattet. Weiterhin muss sie mit „Signaturerstellungsdaten“ erstellt und unter alleiniger Kontrolle des Unterzeichners einsetzbar sein. Schließlich muss sie so mit den signierten Daten verbunden sein, dass nachträgliche Datenveränderungen erkannt werden können. Diese Anforderungen erfüllen z. B. asymmetrische Kryptosysteme mit einbezogener kryptografischer Hashfunktion. Die oben genannten „Signaturerstellungdaten“ bezeichnen dann ein Schlüsselpaar bestehend aus Signatur- und Verifikationsschlüssel.

Auch fortgeschrittene elektronische Signaturen haben nicht die gleiche Rechtswirkung wie handschriftliche Unterschriften. Vor Gericht sind sie als Beweismittel zugelassen, werden aber wie einfache elektronische Signaturen als Objekte des Augenscheins behandelt.

► „**Qualifizierte elektronische Signatur**“ ist eine fortgeschrittene elektronische Signatur, die von einer qualifizierten elektronischen Signaturerstellungseinheit erstellt wurde und auf einem qualifizierten Zertifikat für elektronische Signaturen beruht. (Originaltext in Artikel 3, Nr. 12)

Gemäß Artikel 25, Nr. 2 hat eine qualifizierte elektronische Signatur die gleiche Rechtswirkung wie eine handschriftliche Unterschrift. Die rechtliche Gleichstellung ist an Anforderungen geknüpft, die eine qualifizierte Signaturerstellungseinheit und ein qualifiziertes Zertifikat erfüllen müssen.

Als qualifizierte elektronische Signaturerstellungseinheit gilt demnach eine konfigurierbare Hardware oder Software, die von asymmetrischen Kryptosystemen bekannte Eigenschaften aufweist. Dazu gehören etwa Vertraulichkeit der Signaturerstellungsdaten (Schlüssel), kollisionsfreie Schlüsselerzeugung, sicherer Schutz der Signatur vor Fälschung und verlässlicher Schutz der Schlüssel vor Verwendung durch Unbefugte/Dritte. Auch darf die eingesetzte Signaturerstellungseinheit die zu signierenden Daten nicht verändern und ihre Anzeige vor dem Signieren nicht verhindern. Das Erzeugen und Verwalten von Signaturerstellungsdaten (Schlüsselpaaren) darf zudem nur einem qualifizierten „Vertrauensdienstanbieter“ übertragen werden.

Die von einem qualifizierten Vertrauensdienstanbieter erstellten qualifizierten Zertifikate müssen bestimmte Angaben enthalten. So z. B. Benennung als qualifiziertes Zertifikat für elektronische Signaturen, Angaben zum Aussteller (z. B. Name, EU Staatsangehörigkeit), Name des Unterzeichners, Signaturerstellungsdaten, Gültigkeitszeitraum des Zertifikats, eindeutiger Identifizierungscode des Zertifikats und fortgeschrittene elektronische Signatur des Ausstellers.

Ein qualifizierter Vertrauensdienstleister muss bestimmte Anforderungen in Bezug auf das Rechenzentrum erfüllen, dass er für das Erstellen und Verwalten von qualifizierten elektronischen Signaturen einsetzt. Eine entsprechende Prüfung ist von einer anerkannten Prüfstelle (z. B. Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik, BSI) vorzunehmen. Bestätigt die Prüfstelle die Erfüllung der Anforderungen, so bescheinigt die Bundesnetzagentur die Sicherheit des Rechenzentrums. Dessen Betreiber gilt nun als akkreditierter Anbieter von Vertrauensdiensten. Was den Einsatz von asymmetrischen Kryptosystemen zur Erstellung qualifizierter elektronischer Signaturen betrifft, dürfen nur von der Bundesnetzagentur zugelassene Systeme betrieben werden.

Angemerkt sei noch, dass die EU Verordnung zwei weitere Sicherheitsdienste von Vertrauensdienstleistern in Analogie zu elektronischen Signaturen regelt, das elektronische Siegel und den Zeitstempel. Bei elektronischen Siegeln geht es um die Sicherstellung des

Ursprungs und der Unversehrtheit von elektronischen Daten. Elektronische Zeitstempel dienen dagegen dem Nachweis, dass elektronische Daten zu einem bestimmten Zeitpunkt existiert haben.

17.4 Datenschutz

Im vorliegenden Abschn. 17.4 wird der Schutz personenbezogener Daten in einer zunehmend vernetzten und digitalisierten Gesellschaft behandelt. Abschn. 17.4.1 geht auf Begriff und Wesen des Datenschutzes ein, wobei neben Aspekten wie informationelle Selbstbestimmung, Abgrenzung zur Datensicherheit und Grenzen des Datenschutzes auch gesetzliche Regelungen zum Datenschutz angesprochen werden. Letztere werden in den drei folgenden Abschnitten näher betrachtet. In Abschn. 17.4.2 werden wesentliche Bestimmungen der Datenschutz-Grundverordnung der Europäischen Union vorgestellt. Diese EU-Verordnung ist zwar unmittelbar geltendes Recht in allen Mitgliedsstaaten der EU, sie beinhaltet aber Spielräume für nationale Anpassungen und Präzisierungen. Das diese Spielräume nutzende Bundesdatenschutzgesetz der Bundesrepublik Deutschland wird in Abschn. 17.4.3 betrachtet. Der besonderen Bedeutung des Datenschutzes in der Telekommunikation und bei der Nutzung von Internet-Diensten tragen die datenschutzbezogenen Regelungen des Telekommunikationsgesetzes und des Telemediengesetzes der Bundesrepublik Deutschland Rechnung. Mit diesen beiden Gesetzen befasst sich der Abschn. 17.4.4. Abschließend wird in Abschn. 17.4.5 der Zielkonflikt zwischen Datenschutz und Informationsfreiheit thematisiert.

17.4.1 Begriff und Wesen des Datenschutzes

Im Zeitablauf hat der Begriff des Datenschutzes einen erheblichen Wandel erfahren. Das ursprüngliche Begriffsverständnis zielte auf den Schutz von Daten vor z. B. Zerstörung, Verfälschung und Diebstahl ab. Diese Auslegung findet sich in dem ersten Datenschutzgesetz in Deutschland wieder, dem Hessischen Datenschutzgesetz aus dem Jahr 1970. Datenschutz in diesem Sinne wird inzwischen durch den Begriff der Datensicherheit abgedeckt.

Das gewandelte Begriffsverständnis betrifft nicht Daten allgemein, sondern speziell **personenbezogene Daten**. Angestoßen wurde der Wandel durch Arbeiten von Seidel, nach denen der Umgang mit privaten Daten persönlichkeitsrechtliche Probleme aufwirft (vgl. z. B. Sedel 1970). Demnach folgt für den Begriff des Datenschutzes:

- ▶ **Datenschutz** (engl. **privacy**) beinhaltet ein Persönlichkeitsrecht, gemäß dem jedem Menschen die alleinige Entscheidungsbefugnis darüber zusteht, wer Zugang zu welchen seiner privaten Daten haben soll.

Diese Abgrenzung entspricht dem heutigen Verständnis des Datenschutzes, das auf die Gewährleistung der **informationellen Selbstbestimmung** und den Schutz der Privatsphäre (engl. privacy) abzielt (vgl. Tinnefeld und Ehmann 1992; Schaar 2002; Petrlc und Sorge 2017).

Die zunehmende Durchdringung von Wirtschaft und Gesellschaft mit IuK-Technologien verleiht dem Datenschutz immer mehr an Gewicht. So haben Vielfalt, Benutzerfreundlichkeit und Leistungsfähigkeit von Technologien zur Erfassung, Speicherung, Verarbeitung, Weitergabe und Auswertung von Daten beträchtlich zugenommen. Insbesondere haben sich Erfassung, Austausch und Nutzung personenbezogener Daten dramatisch ausgeweitet. Man denke etwa an die private und geschäftliche Nutzung von Social Media, Käufe/Verkäufe im Internet, Nutzung von Nachrichtendiensten (Mail, Messenger), Nutzung von Zahlungsdiensten und Videoüberwachung. Zudem stehen immer leistungsfähigere Verfahren zur Datenanalyse zur Verfügung. Sie gestatten z. B. die Erstellung von Personenprofilen und nähren Befürchtungen, die Technologieentwicklung könne sich in Richtung „gläserner Mensch“ bewegen.

Das Interesse Dritter an personenbezogenen Daten ist sehr hoch. Nachfrager und Nutzer sind vor allem staatliche Institutionen und Unternehmen. Beispiele für die Nutzung im staatlichen Bereich sind die Verbrechensaufklärung und -bekämpfung mittels Kommunikationsüberwachung in Verbindung mit **Vorratsdatenspeicherung**, **Rasterfahndung** auf der Basis von Täterprofilen und Bestandsdatenauskunft bzw. Abruf persönlicher Nutzerdaten aus den Bestandsdaten der Internet-Provider. Beispiele für die Nutzung durch Unternehmen sind Personaldaten mit Angaben über z. B. innerbetriebliches Verhalten, Fähigkeiten und Fertigkeiten von Mitarbeitern, Kundenprofile für das personalisierte Marketing und Schufa-Auskünfte über die Zahlungsfähigkeit von Kunden. Die Bestände an privaten Daten, die von staatlichen Institutionen und Unternehmen gehalten werden, weisen teils immense Umfänge auf. Im Falle von Internet-Unternehmen wie etwa Facebook und Google sind gar Tendenzen hin zur Entwicklung von Datenmonopolen zu befürchten (vgl. Müller 2020).

Zwischen den Daten nutzenden Institutionen und Unternehmen sowie den Datenschutz beanspruchenden Einzelpersonen besteht eine gravierende Machtungleichheit. Ihr Ausgleich erfordert gesetzliche Regelungen. In Europa finden sich datenschutzrechtliche Vorschriften auf der EU-Ebene, der Ebene von EU-Mitgliedsstaaten und im Fall der Bundesrepublik Deutschland auch auf Länderebene.

Was die EU betrifft, sind zwei Regelungen von Bedeutung:

- Die Verordnung (EU) 2016/679 vom 27. April 2016 zum Schutz natürlicher Personen bei der Verarbeitung personenbezogener Daten, zum freien Datenverkehr und zur Aufhebung der Richtlinie 95/46/EG, auch kurz bezeichnet als **Datenschutz-Grundverordnung (DSGVO)**.
- Die Richtlinie (EU) 2016/680 vom 27. April 2016 zum Schutz natürlicher Personen bei der Verarbeitung personenbezogener Daten durch die Behörden zum Zwecke der Verhütung, Ermittlung, Aufdeckung oder Verfolgung von Straftaten oder der Strafvollstreckung sowie zum freien Datenverkehr und zur Aufhebung des Rahmenbeschlusses 2008/977/JI.

Beide Regelwerke lösen frühere Regelungen ab. Die Verordnung (EU) 2016/679 bzw. die DSGVO gilt seit dem 25. Mai 2018 unmittelbar in allen EU-Mitgliedsstaaten. Sie enthält jedoch eine ganze Reihe von Öffnungsklauseln, die es den Mitgliedsstaaten ermöglichen, gewisse Datenschutzbelange individuell und eigenständig zu regeln. Dies gilt ohnehin für die Richtlinie (EU) 2016/680, die anders als eine Verordnung nicht unmittelbar in den EU-Mitgliedsstaaten gilt, sondern von den Mitgliedsstaaten erst in nationales Recht umgesetzt werden muss.

In der Bundesrepublik Deutschland resultieren rechtliche Regelungen aus den eben genannten Regelwerken der EU. Ergebnis ist das neue **Bundesdatenschutzgesetz (BDSG)**, das am 25. Mai 2018 in Kraft getreten ist und am 20. November 2019 geändert wurde (vgl. DSGVO-BDSG 2019). Neben dem BDSG gibt es noch weitere deutsche Gesetze zum Datenschutz. Die beiden bedeutendsten sind das **Telekommunikationsgesetz (TKG)** vom 25. Juli 1996 mit der letzten Neufassung vom 22. Juni 2004 und der letzten Änderung vom 15. Dezember 2019 sowie das **Telemediengesetz (TMG)** vom 26. Februar 2007, das am 11. Juli 2019 zuletzt geändert wurde (vgl. Kühling u. a. 2021).

Rechtliche Regelungen auf Landesebene betreffen in Deutschland z. B. die Einrichtung von Landesinstitutionen zur Umsetzung des Datenschutzes.

Sieht man von den Datenschutzgesetzen auf Länderebene ab, so lassen sich die wesentlichen Gesetze zum Schutz personenbezogener Daten in Deutschland gemäß Abb. 17.25 in Form einer „Gesetzeslandschaft“ veranschaulichen. Im Folgenden wird die Verarbeitung personenbezogener Daten in Behörden nicht näher betrachtet. Auf die Richtlinie (EU) 2016/680 und ihre Umsetzung im BDSG wird daher nicht eingegangen. Angemerkt sei jedoch, dass es im Behördenebereich verschiedene Einschränkungen des Datenschutzes im Interesse des Behördenzwecks gibt wie etwa Verhütung von Straftaten, Abwehr von Gefahren für die öffentliche Sicherheit und Vollstreckung von Strafen.

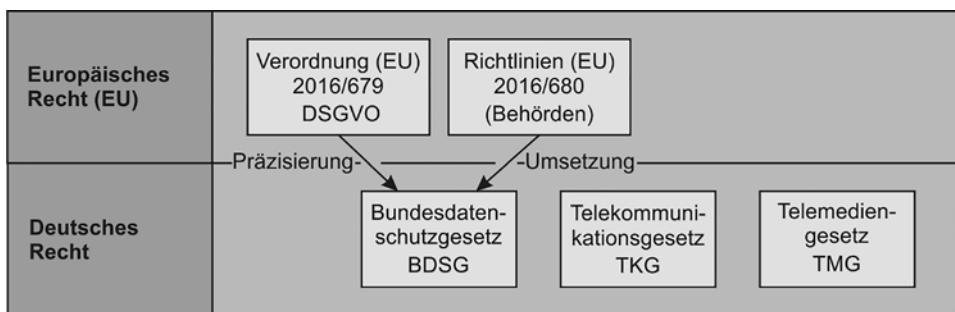


Abb. 17.25 Wesentliche Gesetze zum Schutz personenbezogener Daten in der Bundesrepublik Deutschland

17.4.2 Datenschutz-Grundverordnung der EU

Die von der Europäischen Union erlassene Verordnung (EU) 2016/479, auch bezeichnet als **Datenschutz-Grundverordnung (DSGVO)**, dient dem Schutz personenbezogener Daten in den EU-Mitgliedsstaaten und der Gewährleistung des freien Datenverkehrs innerhalb der EU. Da sie in allen EU-Mitgliedsstaaten unmittelbar geltendes Recht darstellt, wird sie im Folgenden teils genauer betrachtet. Im Vordergrund steht dabei die Verarbeitung personenbezogener Daten in nicht öffentlichen Stellen, d. h. Unternehmen und sonstigen nicht öffentlichen Organisationen. Behandelt werden im Einzelnen:

- der Aufbau der DSGVO,
- der Anwendungsbereich der DSGVO,
- die Grundsätze für die Verarbeitung personenbezogener Daten,
- die Rechte der betroffenen Person,
- die Pflichten des Verantwortlichen und des Auftragsverarbeiters und
- die Sanktionen.

Aufbau der DSGVO

Gegliedert ist die DSGVO in 11 Kapitel, die teils in Abschnitte unterteilt sind und zwischen 2 und 20 Artikel umfassen (nicht alle Abschnitte/Artikel werden nachfolgend angesprochen):

- Kapitel I (Art. 1–4) Allgemeine Bestimmungen:
Gegenstand und Ziele, sachlicher Anwendungsbereich, räumlicher Anwendungsbereich, Begriffsbestimmungen.
- Kapitel II (Art. 5–11) Grundsätze:
Grundsätze und Rechtmäßigkeit der Verarbeitung personenbezogener Daten, Bedingungen für die Einwilligung, Verarbeitung besonderer Kategorien personenbezogener Daten.
- Kapitel III (Art. 12–23) Rechte der betroffenen Person:
Transparenz und Modalitäten, Informationspflicht und Recht auf Auskunft zu personenbezogenen Daten, Berichtigung und Löschung, Widerspruchsrecht und automatisierte Entscheidungsfindung im Einzelfall einschließlich Profiling.
- Kapitel IV (Art. 24–43) Verantwortlicher und Auftragsverarbeiter:
Allgemeine Pflichten, Sicherheit personenbezogener Daten, Datenschutz-Folgenabschätzung und vorherige Konsultation, Datenschutzbeauftragter, Verhaltensregeln und Zertifizierung.
- Kapitel V (Art. 44–50) Übermittlung personenbezogener Daten an Dritt-Länder oder internationale Organisationen:
Allgemeine Grundsätze der Datenübermittlung, Datenübermittlung auf der Grundlage eines Angemessenheitsbeschlusses und vorbehaltlich geeigneter Garantien, nach dem Unionsrecht nicht zulässige Übermittlung oder Offenlegung.

- Kapitel VI (Art. 51–59) Unabhängige Aufsichtsbehörden:
Unabhängigkeit, Zuständigkeit, Aufgaben und Befugnisse der Aufsichtsbehörden.
- Kapitel VII (Art. 60–76) Zusammenarbeit und Kohärenz:
Zusammenarbeit und gegenseitige Amtshilfe betroffener Aufsichtsbehörden, Kohärenzverfahren und Informationsaustausch, Europäischer Datenschutzausschuss.
- Kapitel VIII (Art. 77–84) Rechtsbehelfe, Haftung und Sanktionen:
Recht auf Beschwerde und gerichtlichen Rechtsbehelf gegen eine Aufsichtsbehörde und Verantwortliche oder Auftragsverarbeiter, Haftung und Recht auf Schadenersatz, Bedingungen für die Verhängung von Geldbußen.
- Kapitel IX (Art. 85–91) Vorschriften für besondere Verarbeitungssituationen:
Verarbeitung und Freiheit der Meinungsäußerung und Informationsfreiheit, Zugang der Öffentlichkeit zu amtlichen Dokumenten, Datenverarbeitung im Beschäftigungskontext, Garantien und Ausnahmen zu im öffentlichen Interesse liegenden Archiv-, Forschungs- und Statistikzwecken.
- Kapitel X (Art. 92–93) Delegierte Rechtsakte und Durchführungsakte:
Ausübung der Befugnisübertragung, Ausschlussverfahren.
- Kapitel XI (Art. 94–99) Schlussbestimmungen:
Aufhebung der Richtlinie 95/46/EG, Überprüfung anderer Rechtsakte der Union zum Datenschutz, Inkrafttreten und Anwendung.

Die in Kapitel XI Art. 94 bestimmte Aufhebung der Richtlinie 95/46/EG dient dem Ersetzen dieser im Jahr 1995 erlassenen Regelung zum Schutz natürlicher Personen bei der Verarbeitung personenbezogener Daten und zum freien Datenverkehr durch die DSGVO.

Anwendungsbereich der DSGVO (vgl. Kap. I)

► **Zweck der DSGVO** ist laut Art. 1 der Schutz der Grundrechte und Grundfreiheiten natürlicher Personen und insbesondere deren Recht auf Schutz personenbezogener Daten sowie die Gewährleistung des freien Verkehrs personenbezogener Daten in der Europäischen Union.

Diese Bestimmung erfordert eine Präzisierung des sachlichen und des räumlichen Anwendungsbereichs.

Der sachliche Anwendungsbereich erstreckt sich auf (vgl. Art. 2):

- die ganz oder teilweise automatisierte Verarbeitung personenbezogener Daten und auf
- die nicht automatisierte Verarbeitung von in einem Dateisystem gespeicherten Daten.

Unter Letzteren sind Sammlungen von personenbezogenen Daten zu verstehen, die sich nicht computergestützt verarbeiten lassen, aber aufgrund ihrer Gleichartigkeit und Zugänglichkeit über Merkmale manuell ausgewertet werden können.

Nicht unter den Anwendungsbereich der DSGVO fällt die Verarbeitung personenbezogener Daten für Tätigkeiten, die z. B.

- nicht dem EU-Recht unterliegen, wie etwa die Sicherheit von Mitgliedsstaaten betreffende Tätigkeiten,
- zuständige Behörden zum Zweck der Verhütung, Ermittlung, Aufdeckung oder Verfolgung von Straftaten und der Abwehr von Gefahren für die öffentliche Sicherheit durchführen und
- ausschließlich persönlichen oder familiären Zwecken von natürlichen Personen dienen und somit keinen Bezug zu einer beruflichen oder wirtschaftlichen Betätigung aufweisen.

Der räumliche Anwendungsbereich betrifft so genannte

- Verantwortliche, d. h. natürliche und juristische Personen, Behörden und Einrichtungen – also insbesondere auch Unternehmen –, die über Zwecke und Mittel der Verarbeitung personenbezogener Daten entscheiden und damit auch verantwortlich sind, sowie
- Auftragsverarbeiter, d. h. natürliche oder juristische Personen, Behörden und Einrichtungen – also insbesondere auch Unternehmen –, die personenbezogene Daten im Auftrag von Verantwortlichen verarbeiten.

In räumlicher Hinsicht sind folgende Fälle zu unterscheiden (vgl. Art. 3):

- Für Verantwortliche/Auftragsverarbeiter mit Sitz in der EU gilt uneingeschränkt die DSGVO.
- Für Niederlassungen eines Verantwortlichen/Auftragsverarbeiters in der EU gilt die DSGVO ebenfalls.
- Für einen nicht in der EU niedergelassenen Verantwortlichen/Auftragsverarbeiter gilt die DSGVO bereits dann, wenn personenbezogene Daten von Personen (sog. betroffene Personen) verarbeitet werden, denen innerhalb der EU entgeltlich oder unentgeltlich Waren oder Dienstleistungen angeboten werden oder deren Verhalten beobachtet wird.

Die dritte Regelung folgt dem sog. Marktortprinzip, das den Geltungsbereich des DSGVO aus Gründen der Wettbewerbsgleichheit auf im EU-Binnenmarkt tätige Unternehmen ausweitet, die nicht der EU angehören. Die Berücksichtigung unentgeltlicher Angebote ist insofern von Bedeutung, als persönliche Daten von Nutzern von den Anbietern erfasst und z. B. für Werbezwecke verwendet werden können. Von Bedeutung ist auch die Beobachtung des Verhaltens von Nutzern mittels z. B. Cookies oder Social Plug-ins. Es kann sich auf verschiedene Formen des Webtracking, z. B. Auswerten des Surfverhaltens von Nutzern, und auf das Profiling, d. h. das Erstellen von Nutzerprofilen, erstrecken und geschäftlich nutzbare Informationen liefern.

Der Begriff der personenbezogenen Daten ist in der DSGVO weit gefasst (vgl. Art. 4):

► **Personenbezogene Daten** sind alle Informationen, die die direkte oder indirekte Identifizierung einer natürlichen Person „mittels Zuordnung zu einer Kennung wie einem Namen, zu einer Kennnummer, zu Standortdaten, zu einer Online-Kennung oder zu einem oder mehreren besonderen Merkmalen, die Ausdruck der physischen, physiologischen, genetischen, psychischen, wirtschaftlichen, kulturellen oder sozialen Identität dieser natürlichen Person sind,“ gestatten.

Auch der Begriff der **Verarbeitung** ist in der DSGVO umfassend geregelt (vgl. Art. 4):

► **Verarbeiten** bezeichnet mit oder ohne automatisierte Verfahren auf personenbezogenen Daten ausgeführte Operationen „wie das Erheben, das Erfassen, die Organisation, das Ordnen, die Speicherung, die Anpassung oder Veränderung, das Auslesen, das Abfragen, die Verwendung, die Offenlegung durch Übermittlung, Verbreitung oder eine andere Form der Bereitstellung, den Abgleich oder die Verknüpfung, die Einschränkung, das Löschen oder die Vernichtung“.

Lediglich hingewiesen sei noch auf weitere Abgrenzungen in Art. 4, die Begriffe wie Profiling, Pseudomisierung, Dateisystem, genetische Daten, biometrische Daten und Gesundheitsdaten betreffen.

Grundsätze für die Verarbeitung personenbezogener Daten (vgl. Kap. II)

Für die Verarbeitung personenbezogener Daten gelten sechs Grundsätze (vgl. Art. 5):

- Rechtmäßigkeit, Verarbeitung nach Treu und Glauben, Transparenz, d. h. die Verarbeitung soll „auf rechtmäßige Weise, nach Treu und Glauben und in einer für die betroffene Person nachvollziehbaren Weise“ erfolgen.
- Zweckbindung, d. h. die Verarbeitung darf nur für „festgelegte, eindeutige und legitime Zwecke“ erfolgen.
- Datenminimierung, d. h. die Verarbeitung muss „dem Zweck angemessen und ... auf das für die Zwecke der Verarbeitung notwendige Maß beschränkt sein“.
- Richtigkeit, d. h. „es sind alle angemessenen Maßnahmen zu treffen, damit personenbezogene Daten, die ... unrichtig sind, unverzüglich gelöscht oder berichtigt werden“.
- Speicherbegrenzung, d. h. die Daten müssen „in einer Form gespeichert werden, die die Identifizierung der betroffenen Personen nur so lange ermöglicht, wie es ... erforderlich ist“.
- Integrität und Vertraulichkeit, d. h. die Verarbeitung muss in einer Weise erfolgen, die „eine angemessene Sicherheit der personenbezogenen Daten gewährleistet, einschließlich Schutz vor unbefugter oder unrechtmäßiger Verarbeitung und vor unbeabsichtigtem Verlust, unbeabsichtigter Zerstörung oder unbeabsichtigter Schädigung“.

Der Verantwortliche unterliegt der Rechenschaftspflicht, d. h. er muss die Einhaltung der Grundsätze nachweisen können.

Was den Grundsatz der Rechtmäßigkeit betrifft, folgt die DSGVO einem im Datenschutz gängigen Prinzip, dem Verbotsprinzip mit Erlaubnisvorbehalt:

► Die **Verarbeitung personenbezogener Daten** ist verboten, es sei denn, sie ist durch Regelungen der DSGVO oder andere Rechtsvorschriften ausdrücklich erlaubt oder der Betroffene hat seine ausdrückliche Zustimmung zur Verarbeitung gegeben.

Die DSGVO nennt sechs **Erlaubnisvorbehalte** (vgl. Art. 6). Demnach ist die Verarbeitung personenbezogener Daten erlaubt, wenn sie:

- auf der Einwilligung des Betroffenen beruht,
- der Erfüllung eines Vertrags dient, bei dem der Betroffene Vertragspartei ist,
- der Erfüllung einer rechtlichen Verpflichtung des Verantwortlichen dient,
- dem Schutz lebenswichtiger Interessen des Betroffenen oder einer anderen Person dient,
- zur Wahrnehmung einer im öffentlichen Interesse liegenden Aufgabe des Verantwortlichen erforderlich ist,
- zur Wahrung der berechtigten Interessen des Verantwortlichen erforderlich ist, sofern schutzwürdige Interessen oder Rechte des Betroffenen nicht überwiegen.

Für die Einwilligung des Betroffenen ist die Schriftform nicht zwingend. Da aber der Verantwortliche in der Lage sein muss, die Einwilligung des Betroffenen nachzuweisen, wird die Schriftform die Regel bleiben. Da die Einwilligung bereits vor Beginn der Verarbeitung personenbezogener Daten vorliegen muss, verwenden Verantwortliche/Unternehmen z. B. so genannte Consent-Banner, auch bezeichnet als Einwilligungsbanner. Es wird beim ersten Aufruf einer Webseite angezeigt und enthält eine an den Benutzer gerichtete Aufforderung zur Abgabe einer datenschutzrechtlichen Einwilligungserklärung. Bei den übrigen Erlaubnisvorbehalten ist eine Identifizierung der betroffenen Person aus rechtlichen Gründen unverzichtbar, z. B. beim Abschluss schriftlicher Kaufverträge, bei der Abführung von Krankenkassenbeiträgen durch Unternehmen und bei der Ahndung von Ordnungswidrigkeiten.

Der Grundsatz der Transparenz fordert die Klarheit und Verständlichkeit der Vorgehensweise der Verarbeitung personenbezogener Daten sowie des Zwecks der Verarbeitung. Sowohl im Rückblick als auch in der Vorschau. Rückblickend soll die Vorgehensweise Schritt für Schritt nachvollziehbar sein und auch im Vorhinein soll der Verarbeitungsprozess verständlich sein. Zusätzlich sollen auch Verarbeitungskontext und Grund der Verarbeitung klar sein.

Der Grundsatz der Zweckbindung dient dem Schutz der betroffenen Person durch die Beschränkung der Verarbeitung auf einen klar abgegrenzten und rechtlich zulässigen Zweck. Der geforderten klaren und eindeutigen Abgrenzung genügen keinesfalls allgemeine Aussagen wie etwa „Erfüllung geschäftlicher Angelegenheiten“. Vielmehr dürfen keine Zweifel daran bestehen, worin der Sinn des Zwecks genau besteht. Zudem muss der Zweck – im Einklang mit dem Grundsatz der Transparenz – bereits vor Aufnahme der Verarbeitung feststehen.

Ein besonders sensibler Bereich ist die Verarbeitung besonderer Kategorien von personenbezogenen Daten (vgl. Art. 9):

► **Besondere Kategorien personenbezogener Daten** betreffen die ethnische Herkunft, politische Meinung, religiöse Überzeugung, Gewerkschaftszugehörigkeit, Gesundheit oder sexuelle Orientierung einer Person sowie genetische oder biometrische Daten zur Identifizierung einer Person.

Die Verarbeitung besonderer Kategorien personenbezogener Daten ist untersagt. Vom Verbot ausgenommen sind folgende Fälle: Die betroffene Person hat ausdrücklich eingewilligt, die Verarbeitung dient dem Schutz lebenswichtiger Interessen des Betroffenen, die Verarbeitung ist aufgrund von Rechtsansprüchen oder aus medizinischen Gründen (Gesundheitsvorsorge, Diagnostik, Beurteilung Arbeitsfähigkeit) erforderlich.

Rechte der betroffenen Person (vgl. Kap. III)

Zur Gewährleistung des Datenschutzes stehen der **betroffenen Person**, auch in Verbindung mit dem Grundsatz der Transparenz, umfangreiche Rechte zu. Ihnen stehen Pflichten des Verantwortlichen gegenüber. Von besonderer Bedeutung sind folgende Bestimmungen:

- Die betroffene Person hat das Recht auf Auskunft über die sie betreffenden personenbezogenen Daten (vgl. Art. 15). Dazu gehören Informationen zu den Verarbeitungszwecken, den Kategorien von verarbeiteten personenbezogenen Daten und den Empfängern von personenbezogenen Daten.
- Die vorgenannten Informationen sind vom Verantwortlichen in „präziser, transparenter, verständlicher und leicht zugänglicher Form in einer klaren und einfachen Sprache“ zur Verfügung zu stellen (vgl. Art. 12).
- Zum Zeitpunkt der Erhebung personenbezogener Daten unterliegt der Verantwortliche einer umfassenden **Auskunftspflicht** gegenüber der betroffenen Person (vgl. Art. 13 und 14). Sie erstreckt sich auf Zweck und Verantwortlichen der Verarbeitung, Empfänger personenbezogener Daten, Dauer der Datenspeicherung, Rechte auf Berichtigung, Löschung und Einschränkung der Verarbeitung personenbezogener Daten, Recht auf Widerruf der Einwilligung zur Verarbeitung, Bestehen einer automatisierten Entscheidungsfindung einschließlich Profiling (vgl. hierzu die Ausführungen zu Kap. IV, Art. 35).
- Gegenüber Verantwortlichen haben Betroffene das in der DSGVO auch so bezeichnete „**Recht auf Vergessenwerden**“ (vgl. Art. 17). Demnach kann einerseits die betroffene Person das Löschen personenbezogener Daten verlangen, und muss andererseits der Verantwortliche personenbezogene Daten unverzüglich löschen, wenn einer der folgenden Gründe vorliegt: Widerruf der Einwilligung oder Widerspruch gegen die Verarbeitung durch den Betroffenen, unrechtmäßige Verarbeitung oder Wegfall des Zwecks der Verarbeitung personenbezogener Daten. Das Recht auf Vergessenwerden gilt nicht,

soweit die Verarbeitung rechtlich erforderlich ist (z. B. aufgrund des Rechts auf freie Meinungsäußerung, aus vertragsrechtlichen Gründen, aufgrund öffentlicher Interessen, aus wissenschaftlichen Gründen). Eine Rolle spielt das Recht auf Vergessen insbesondere für den Umgang mit Altmeldungen über Verfehlungen und Straftaten Betroffener im Internet. Ungeklärt ist hierbei z. B. noch, nach welcher Zeit in Online-Archiven von Verlagen und Medien die Löschung personenbezogener Daten von Betroffenen vorgenommen werden muss.

- Eine betroffene Person hat das Recht auf Datenübertragbarkeit (vgl. Art. 20). Demnach hat ein Betroffener das Recht, personenbezogene Daten, die er einem Verantwortlichen bereit gestellt hat, in einem „strukturierten, gängigen und maschinenlesbaren Format zu erhalten“ und diese Daten „ohne Behinderung durch den Verantwortlichen“ zu übermitteln. Diese Bestimmung fördert den Wettbewerb zwischen Internet-Anbietern (z. B. Anbietern von sozialen Netzwerken, Portalen, Clouds, mobilen Apps) durch die Vereinfachung des Anbieterwechsels. Im einfachsten Fall können Betroffene ihre personenbezogenen Daten direkt von einem Anbieter zu einem anderen Anbieter übermitteln lassen.

Die DSGVO sieht vor, dass Betroffene sich um die Einhaltung ihrer Datenschutzrechte selbst bemühen und ihre Rechte einfordern müssen. Dies scheitert in der Praxis nicht selten daran, dass Betroffene über ihre Rechte nur unzureichend informiert sind.

Pflichten des Verantwortlichen und Auftragsverarbeiters (vgl. Kap. IV)

Zur Gewährleistung des Schutzes und der Sicherheit personenbezogener Daten sind Verantwortliche und Auftragsverarbeiter verpflichtet, „geeignete technische und organisatorische Maßnahmen“ zu ergreifen. Sie sollen zudem den Nachweis der Einhaltung der Bestimmungen des DSGVO erbringen können. Einige wesentliche **Pflichten des Verantwortlichen** und zu ergreifende Maßnahmen werden nachfolgend betrachtet.

- Eine für Verantwortliche zentrale Pflicht ist „Datenschutz durch Technikgestaltung und durch datenschutzfreundliche Voreinstellungen“ (vgl. Art. 25). Unter Berücksichtigung des Standes der Technik, der Implementierungskosten und des Verarbeitungszwecks hat der Verantwortliche geeignete technische und organisatorische Maßnahmen wie folgt zu ergreifen: Einerseits bereits „zum Zeitpunkt der Festlegung der Mittel für die Verarbeitung“ und andererseits „zum Zeitpunkt der eigentlichen Verarbeitung“. Im ersten Fall geht es um den Datenschutz durch Technikgestaltung bzw. „privacy by design“ und im zweiten Fall um datenschutzfreundliche Voreinstellungen bzw. „privacy by default“.
- Der Grundsatz „**privacy by design**“ zielt darauf ab, Datenschutz-Regelungen bereits vorab in die Planung und Gestaltung von Verarbeitungsvorgängen einzubeziehen. Gefordert ist hierbei eine möglichst umfassende Sicht, die sich (zumindest) auf die IT-, Prozess- und Organisationsdimension erstreckt. Ein Beispiel für eine technische bzw. IT-bezogene Maßnahme ist die Datenbankverschlüsselung. Ein die Prozessdimension

betreffendes Beispiel ist die Zerlegung von Verarbeitungsprozessen in Teilprozesse derart, dass sämtliche der Erfassung von personenbezogenen Daten nachgelagerte Teilprozesse, die keine Personenidentifizierung erfordern, in einer Weise konzipiert werden, die eine Identifizierung nicht zulässt (Pseudonymisierung). Derartige Teilprozesse sind z. B. Datenverdichtungen im Reporting oder statistische Auswertungen. Ein Beispiel für eine organisatorische Maßnahme ist die Konzipierung eines feingranularen Rechtesystems, das Nutzerzugriffe zu personenbezogenen Daten nur zulässt, falls unbedingt erforderlich.

- Der Grundsatz „**privacy by default**“ sieht Voreinstellungen von Systemen derart vor, dass „nur personenbezogene Daten, deren Verarbeitung für den jeweiligen bestimmten Verwendungszweck erforderlich ist, verarbeitet werden“ (vgl. Art. 25). Dies gilt für die Menge der erhobenen Daten, den Umfang ihrer Verarbeitung, ihre Speicherfrist und ihre Zugänglichkeit. Besondere Bedeutung besitzen diese Bestimmungen z. B. für den Erstkontakt von Nutzern mit Anbietern. Hierbei werden nicht selten nicht zweckgerechte Daten erhoben und datenschutzunfreundliche Voreinstellungen verwendet. Ein Beispiel ist die standardmäßige Aktivierung von Formularfeldern, die z. B. die (unerwünschte) Zusendung von Werbematerial oder die Verwendung von Daten für andere Zwecke vorsehen. Vorsicht ist auch bei Freitextfeldern geboten, deren Zweck nicht hinreichend oder missverständlich erläutert wird. Ein weiterer sensibler Bereich ist die Zuteilung von Nutzerrechten. Sie sollte auf die am jeweiligen Arbeitsplatz unbedingt erforderliche Funktionalität begrenzt werden. Verantwortliche und Auftragsverarbeiter können der Forderung nach datenschutzfreundlichen Voreinstellungen im Rahmen des Customizing der eingesetzten Systeme Rechnung tragen.
- Der Verantwortliche und gegebenenfalls der Auftragsverarbeiter haben ein Verzeichnis von Verarbeitungstätigkeiten zu führen, sofern sie mindestens 250 Mitarbeiter beschäftigen oder sofern die Verarbeitung besondere Risiken für Betroffene beinhaltet, nicht nur gelegentlich erfolgt oder sich auf besondere Datenkategorien erstreckt (z. B. Strafverfolgung) (vgl. Art. 30). Anzugeben sind: Name und Kontaktarten des Verantwortlichen, Zwecke der Verarbeitung, betroffene Personen, Kategorien personenbezogener Daten und Empfänger personenbezogener Daten, vorgesehene Löschfristen der Datenkategorien, technische und organisatorische Schutzmaßnahmen.
- Der Verantwortliche und der Auftragsverarbeiter arbeiten auf Anfrage mit der zuständigen Aufsichtsbehörde zusammen (vgl. Art. 31). In jedem EU-Mitgliedsstaat sind eine oder mehrere unabhängige Aufsichtsbehörden für die Überwachung der Anwendung der DSGVO zuständig (vgl. Kap. V, Art. 51). Eine Verletzung des Schutzes personenbezogener Daten hat der Verantwortliche unverzüglich der zuständigen Aufsichtsbehörde anzuzeigen sowie die Verletzung einschließlich der ergriffenen Abhilfemaßnahmen zu dokumentieren. Falls bei Verletzung ein hohes Risiko für die persönlichen Rechte und Freiheiten des Betroffenen besteht, ist dieser über die Verletzung zu benachrichtigen. Die Benachrichtigung des Betroffenen kann aus verschiedenen Gründen entfallen. Beispielsweise, wenn der Verantwortliche technische und organisatorische Abhilfemaßnahmen wie etwa Verschlüsselung ergriffen hat.

- Besteht bei der Verarbeitung personenbezogener Daten, insbesondere bei Verwendung neuer Technologien, voraussichtlich ein hohes Risiko für die Gewährleistung der Rechte und Freiheiten natürlicher Personen, so hat der Verantwortliche vorab eine Abschätzung der Folgen für den Schutz personenbezogener Daten durchzuführen (vgl. Art. 35). Bei der Durchführung der Datenschutz-Folgenabschätzung hat der Verantwortliche den Rat des Datenschutz-Beauftragten einzuhören und er hat vor Aufnahme der Verarbeitung die zuständige Aufsichtsbehörde zu konsultieren, falls die Folgenabschätzung ohne das Ergreifen von Maßnahmen zur Risikoeindämmung ein hohes Risiko erwarten lässt.
- Verantwortliche und Auftragsverarbeiter haben einen Datenschutzbeauftragten zu benennen, und zwar grundsätzlich bei Behörden und öffentlichen Stellen sowie bei Verantwortlichen/Auftragsverarbeitern, deren Kerntätigkeit in Verarbeitungsvorgängen besteht, die eine regelmäßige Überwachung von betroffenen Personen erfordert, sich auf besondere Kategorien von Daten erstreckt oder sich auf strafrechtliche Verurteilungen bezieht (vgl. Art. 37). Weitergehende Regelungen finden sich im BDSG (vgl. Abschn. 17.3.3). Aufgaben des Datenschutzbeauftragten sind Beratung des Verantwortlichen und der Mitarbeiter hinsichtlich ihrer Pflichten, Überwachung der Einhaltung der DSGVO, Beratung im Zusammenhang mit der Datenschutz-Folgenabschätzung und Zusammenarbeit mit der Aufsichtsbehörde.

Sanktionen (vgl. Kap. VIII)

Im Vergleich zu früheren Bestimmungen legt die DSGVO deutlich mehr Gewicht auf die wirksame Durchsetzung des Datenschutzrechts. Dies zeigt sich auch an den stark verschärften Bußgeldvorschriften. So können bei Verstößen gegen die DSGVO-Bestimmungen Bußgelder von

- bis zu 20 Millionen Euro oder
- bis zu 4 Prozent des weltweiten Jahresumsatzes

verhängt werden (vgl. Art. 83). Darüber hinaus können die EU-Mitgliedsstaaten weitere Sanktionsmöglichkeiten festlegen.

17.4.3 Das Bundesdatenschutzgesetz

Das für die Bundesrepublik Deutschland gültige **Bundesdatenschutzgesetz (BDSG)** ist gemeinsam mit der von der Europäischen Union erlassenen Datenschutz-Grundverordnung (DSGVO) am 25. Mai 2018 in Kraft getreten. Dies war geboten, da zwischen beiden Gesetzen enge Beziehungen bestehen. Die DSGVO gilt unmittelbar in allen Mitgliedsstaaten der EU und sie hat als europäisches Recht Vorrang vor nationalen Regelungen zum Datenschutz. Die Regelungen des BDSG (häufig als BDSG-neu bezeichnet) können

sich folglich nur auf Rechtsbereiche erstrecken, die von der DSGVO bewusst offen gehalten wurden. In der Tat enthält die DSGVO eine ganze Reihe von entsprechenden „Öffnungsklauseln“. Sie bieten Raum für die Konkretisierung und Ergänzung der DSGVO durch die nationale Spezifizierung von DSGVO-Bestimmungen.

Wie in Abschn. 17.4.2 bereits dargelegt wurde, enthält das BDSG auch Bestimmungen, die aus der Umsetzung der Richtlinie (EU) 216/680 resultieren. Sie gelten jedoch nur für Behörden, insbesondere der Polizei und Justiz, und stehen hier nicht im Vordergrund.

Behandelt werden im Folgenden:

- der Aufbau des BDSG und
- eine Auswahl von BDSG-Bestimmungen für Unternehmen.

Aufbau des BDSG

Das BDSG ist in 4 Teile gegliedert, die – abgesehen von Teil 4 – weiter in 6 bis 7 Kapitel untergliedert sind und insgesamt 86 Paragraphen enthalten:

- Teil 1 (6 Kapitel mit §§ 1–21) Gemeinsame Bestimmungen:
Die gemeinsamen Bestimmungen gelten größtenteils zugleich für öffentliche Stellen/Behörden (insbesondere Polizei- und Justizbehörden) und für nicht öffentliche Stellen (Unternehmen und sonstige Organisationen). Die Kap. 1, 2, 3, 4, 5 und 6 behandeln: Anwendungsbereich und Begriffsbestimmungen, Rechtsgrundlagen der Verarbeitung personenbezogener Daten, Datenschutzbeauftragte für öffentliche Stellen, Bundesbeauftragter für Datenschutz und Informationsfreiheit, Europäischer Datenschutzausschuss, Rechtsbehelfe.
- Teil 2 (6 Kapitel mit §§ 22–44) Durchführungsbestimmungen für Verarbeitungen zu Zwecken gemäß Artikel 2 der Verordnung (EU) 2016/679:
Die Durchführungsbestimmungen zur Verordnung 2016/279 konkretisieren und ergänzen die DSGVO in den durch die DSGVO-Öffnungsklauseln vorgegebenen Rechtsbereichen. Die Kap. 1, 2, 3, 4, 5 und 6 behandeln: Rechtsgrundlagen der Verarbeitung personenbezogener Daten, Rechte der betroffenen Person, Pflichten der Verantwortlichen und Auftragsverarbeiter, Aufsichtsbehörde für nicht öffentliche Stellen, Sanktionen; Rechtsbehelfe.
- Teil 3 (7 Kapitel mit §§ 45–84) Bestimmungen für Verarbeitungen zu Zwecken gemäß Artikel 1 Absatz 1 der Richtlinie (EU) 2016/680:
Die Bestimmungen zur Richtlinie (EU) 2016/680 setzen die Vorgaben der Richtlinie in geltendes Datenschutzrecht für deutsche Behörden um. Die Kap. 1, 2, 3, 4, 5, 6 und 7 behandeln: Anwendungsbereich, Begriffsbestimmungen und allgemeine Grundsätze für die Verarbeitung personenbezogener Daten; Rechtsgrundlagen der Verarbeitung personenbezogener Daten, Rechte der betroffenen Person, Pflichten der Verantwortlichen und Auftragsverarbeiter, Datenübermittlungen an Drittstaaten und an internationale Organisationen; Zusammenarbeit der Aufsichtsbehörden, Haftung und Sanktionen.

- Teil 4 (§§ 83 und 84) Besondere Bestimmungen für Verarbeitungen im Rahmen von nicht in die Anwendungsbereiche der Verordnung (EU) 2016/679 und der Richtlinie (EU) 2016/680 fallenden Tätigkeiten:
§ 83 regelt die Übermittlung von personenbezogenen Daten an Drittstaaten und internationale Organisationen aus zwingenden Gründen der Verteidigung, Krisenbewältigung oder Konfliktverhinderung oder aus humanitären Gründen, während § 84 die Verarbeitung personenbezogener Daten für Zwecke staatlicher Auszeichnungen und Ehrungen betrifft.

Auswahl von BDSG-Bestimmungen für Unternehmen

Nachfolgende Ergänzungen und Konkretisierungen der DSGVO sind aus Unternehmenssicht von besonderem Interesse:

- Datenverarbeitung für Zwecke des Beschäftigungsverhältnisses (vgl. § 26):
Geregelt werden hier die gesetzlichen Grundlagen der Verarbeitung personenbezogener Daten im Beschäftigungsverhältnis, die Form und Wirksamkeit der Einwilligung von Beschäftigten und die Abgrenzung des Personenkreises der Beschäftigten.
Die Verarbeitung personenbezogener Daten von Beschäftigten ist erlaubt, wenn dies erforderlich ist für die Entscheidung über die Begründung eines Beschäftigungsverhältnisses, für die Durchführung oder die Beendigung des Beschäftigungsverhältnisses oder für die Ausübung oder Erfüllung der Rechte und Pflichten der Interessenvertretung des Beschäftigten, die sich aus einem Gesetz, einem Tarifvertrag, einer Betriebs- oder Dienstvereinbarung ergeben.

Erfolgt die Verarbeitung personenbezogener Daten auf der Grundlage einer Einwilligung des Beschäftigten, so sind für die Beurteilung der Freiwilligkeit der Einwilligung die im Beschäftigungsverhältnis bestehende Abhängigkeit sowie die besonderen Umstände der Erteilung der Einwilligung zu berücksichtigen. Demnach ist eine freiwillige Einwilligung gegeben, wenn für den Beschäftigten „ein wirtschaftlicher Vorteil erreicht wird“ oder wenn Arbeitgeber und Beschäftigter „gleichgelagerte Interessen verfolgen“. Die Einwilligung bedarf der Schriftform (auch digital) und der Arbeitgeber muss den Beschäftigten über den Zweck der Verarbeitung und sein Widerufsrecht in Schriftform informieren.

Als Beschäftigte im Sinne dieses Gesetzes gelten: Arbeitnehmer, Auszubildende, Freiwilligendienstleistende, Beamte, Heimarbeiter, Bewerber sowie ehemalige Beschäftigte.

- Verbraucherkredite (vgl. § 30):
Das BDSG berücksichtigt den engen Zusammenhang, der zwischen der Gewährung von Verbraucherkrediten und der Einholung von Bewertungen der Kreditwürdigkeit von Verbrauchern besteht (Bonitätsauskünfte). Demnach muss im Fall der Ablehnung eines Verbraucherkredits aufgrund einer eingeholten Bonitätsauskunft der Verbraucher unverzüglich über die Ablehnung und die eingeholte Auskunft informiert werden.

- Schutz des Wirtschaftsverkehrs bei Scoring und Bonitätsauskünften (vgl. § 31): Hier geht es um die Verwendung von Scoring-Verfahren und Bonitätsauskünften, die den Umgang mit Verträgen im Wirtschaftsverkehr betreffen.

Scoring-Verfahren dienen der Berechnung eines Wahrscheinlichkeitswertes (Score) bezüglich des „zukünftigen Verhaltens einer natürlichen Person“. Grundsätzlich ist die Verwendung eines solchen Wahrscheinlichkeitswertes für die „Entscheidung über die Begründung, Durchführung oder Beendigung eines Vertragsverhältnisses“ mit dieser Person nur erlaubt, wenn das Datenschutzrecht eingehalten wird. Zudem muss die Score-Berechnung auf einem wissenschaftlich anerkannten mathematisch-statistischen Verfahren und nicht nur auf Adressdaten beruhen. Sollte Letzteres jedoch der Fall sein, so muss die betroffene Person vor der Score-Berechnung über die Verwendung der Adressdaten benachrichtigt werden.

Ein von Auskunfteien ermittelter Wahrscheinlichkeitswert bezüglich der Zahlungsfähigkeit oder -willigkeit einer natürlichen Person darf bei Forderungen nur verwendet werden, wenn die zuvor beschriebenen Bedingungen eingehalten werden. Außerdem gilt dies nur für bestimmte Forderungen, wie z. B. vom Schuldner ausdrücklich anerkannte Forderungen oder Forderungen, für die ein gerichtlicher Schuldtitel vorliegt.

- Datenschutzbeauftragte nicht öffentlicher Stellen (vgl. § 38):

Die DSGVO beschränkt die Bestellung von Datenschutzbeauftragten für nicht öffentliche Stellen auf Fälle, in denen stark in die schutzwürdigen Belange Betroffener eingegriffen wird. Es handelt sich hierbei um Verarbeitungsvorgänge, die eine intensive Personenüberwachung erfordern, sich auf besondere Datenkategorien erstrecken oder sich auf strafrechtliche Verurteilungen beziehen (vgl. DSGVO, Art. 37). Allerdings enthält die DSGVO eine Öffnungsklausel, die den EU-Mitgliedsstaaten die rechtliche Vorgabe weiterer Fälle ermöglicht.

Gemäß BDSG haben nicht öffentliche Stellen auch dann einen Datenschutzbeauftragten zu bestellen, wenn mindestens 20 Personen ständig mit der Verarbeitung personenbezogener Daten beschäftigt sind, die vorgenommenen Datenverarbeitungen einer Datenschutz-Folgenabschätzung unterliegen oder die geschäftsmäßig betriebene Verarbeitung personenbezogener Daten dem Zweck der (anonymisierten) Übermittlung oder der Markt- oder Meinungsforschung dient.

- Sanktionen (vgl. Teil 3, Kap. 5):

Grundsätzlich können Sanktionen in Bußgeldern und Strafen bestehen. Auf europäischer Ebene können allerdings bei Verletzungen des Datenschutzrechts keine Strafen verhängt werden. Die DSGVO sieht daher lediglich eine Sanktionierung in Form von Bußgeldern vor und überlässt den EU-Mitgliedsstaaten die Festlegung von Strafverschriften. Zudem sind die Mitgliedsstaaten befugt, die Bußgeldvorschriften der DSGVO zu erweitern. Nachfolgend werden wesentliche Straf- und Bußgeldvorschriften des BDSG vorgestellt.

Gemäß § 42 BDSG droht demjenigen eine Freiheitsstrafe bis zu drei Jahren, der personenbezogene Daten einer großen Zahl von Personen ohne Berechtigung in gewerbsmäßiger Weise übermittelt oder zugänglich macht. Eine Freiheitsstrafe bis zu

zwei Jahren droht, wenn personenbezogene Daten ohne Berechtigung und in Beziehungsabsicht verarbeitet oder erschlichen werden.

Über die Bußgeldvorschriften der DSGVO hinaus sieht das BDSG vor, dass die Aufsichtsbehörden bei Verstößen gegen die Vorschriften zu den Verbraucherkrediten (vgl. § 30) Bußgelder bis zu fünfzigtausend Euro verhängen können. Hierbei geht es um die inkorrekte Behandlung des Auskunftsverlangens von Darlehensgebern und die inkorrekte oder unterbleibende Unterrichtung von Verbrauchern. Geldbußen gegen Behörden und sonstige öffentliche Stellen sind im BDSG nicht vorgesehen.

17.4.4 Telekommunikationsgesetz und Telemediengesetz

Neben dem BDSG enthalten auch das Telekommunikationsgesetz (TKG) und das Telemediengesetz (TMG) Rechtsvorschriften zum Schutz personenbezogener Daten. Telekommunikationsdienste (TKD) und Telemediendienste (TMD) tragen dem starken Bedeutungszuwachs der Telekommunikation und des Internets in Wirtschaft und Gesellschaft Rechnung. Während TKD die allgemeine Kommunikation betreffen, d. h. die Übertragung digitaler Signale in Netzwerken, geht es bei TMD speziell um die multimediale Kommunikation im Internet. Nachfolgend werden wesentliche datenschutzrechtliche Regelungen des TKG und des TMG behandelt.

Datenschutzrechtliche Regelungen des Telekommunikationsgesetzes (TKG)

► Zweck des **Telekommunikationsgesetzes (TKG)** ist die Förderung des Wettbewerbs und der Leistungsfähigkeit der Telekommunikationsinfrastrukturen im Bereich der Telekommunikation sowie die Gewährleistung flächendeckend angemessener und ausreichender Dienstleistungen (vgl. § 1 TKG).

Das TKG kennzeichnet das Ende der Monopolstellung des Bundes im Bereich der Telekommunikation mit dem Inkrafttreten der ursprünglichen Fassung zum 1. August 1996. Die aktuelle Fassung enthält Vorschriften zur Marktregulierung, zum Verbraucherschutz, zum Wegerecht sowie zu Datenschutz und -sicherheit. Die Regelungen im letztgenannten Bereich betreffen

- allgemeine Grundsätze für die sichere Telekommunikation,
- den Umgang mit Bestandsdaten,
- den Umgang mit Verkehrs- und Abrechnungsdaten,
- den Umgang mit Standortdaten sowie
- die Vorratsdatenspeicherung.

Unter die allgemeinen Grundsätze sicherer Telekommunikation fallen das Fernmeldegeheimnis (vgl. § 88 TKG) und das Abhörverbot (vgl. § 89 TKG):

- Das **Fernmeldegeheimnis** erstreckt sich auf den Inhalt der Telekommunikation sowie ihre näheren Umstände (Beteiligte, erfolglose Verbindungsversuche). Jeder Diensteanbieter ist zur Wahrung des Fernmeldegeheimnisses verpflichtet. Kenntnis von Inhalt und näheren Umständen darf er sich nur in dem Maß verschaffen, das für die sichere Erbringung des Dienstes erforderlich ist.
- Das **Abhörverbot** untersagt die Weitergabe von, auch unbeabsichtigt, mit Funkanlagen empfangenen Nachrichten an Andere – es sei denn, die Nachrichten sind z. B. für die Allgemeinheit bestimmt.

Die Betrachtung der Vorschriften zum Umgang mit Bestands-, Verkehrs- und Abrechnungsdaten sowie mit Standortdaten erfordert zunächst eine Erläuterung dieser Datenarten:

- Bestandsdaten sind Teilnehmerdaten, die für den Abschluss, die Änderung oder die Beendigung eines Vertrags über Telekommunikationsdienste erhoben werden (vgl. § 3 TKG).
- Verkehrsdaten spezifizieren Kommunikationsvorgänge und umfassen z. B. Nummern der beteiligten Anschlüsse, Anfangs-/Endzeitpunkt der Verbindung, ggf. übertragende Datenmenge, genutzten Übertragungsdienst (vgl. § 96 TKG).
- Abrechnungsdaten beinhalten Verkehrsdaten sowie weitere für die Abrechnung mit Teilnehmern benötigte Daten wie Teilnehmer-Anschrift, Anschlussart, Entgelteinheiten, übermittelte Datenmengen sowie auch (Vorschuss)-Zahlungen, Mahnungen, Reklamationen (vgl. § 97 TKG).
- Standortdaten spezifizieren den Standort des Endgeräts eines Endnutzers eines öffentlich zugänglichen Telekommunikationsnetzes (vgl. § 3 TKG).

Der Umgang mit diesen personenbezogenen Daten unterliegt, etwa in Analogie zu den Grundsätzen der DSGVO, ebenfalls einem Verbot mit Erlaubnisvorbehalt. Im Einzelnen gelten folgende Vorschriften:

- Diensteanbieter dürfen Bestandsdaten nur zum Zweck des Abschlusses, der Änderung oder der Beendigung eines Vertragsverhältnisses über Telekommunikationsdienstleistungen erheben und verwenden. Eine Weitergabe an Dritte, sofern nicht gesetzlich erlaubt, darf ebenso der Einwilligung des Teilnehmers wie die Verwendung für z. B. Werbe- und Marktforschungszwecke oder die Versendung von Text- oder Bildmitteilungen an den Teilnehmer.
- Diensteanbieter dürfen Verkehrsdaten nur zum Zweck des Aufbaus, der Aufrechterhaltung und der Weiterverbindung der Telekommunikation sowie für die Entgeltabrechnung erheben und verwenden. Zudem dürfen sie Verkehrsdaten zur bedarfsgerechten Gestaltung und Vermarktung ihrer Dienste oder zur Bereitstellung von Diensten mit Zusatznutzen nur verwenden, wenn der Betroffene eingewilligt hat.
- Diensteanbieter dürfen Abrechnungsdaten zur ordnungsgemäßen Ermittlung und Abrechnung der Entgelte für erbrachte Telekommunikationsdienste erheben und ver-

wenden. Die Daten dürfen bis zu sechs Monate nach Rechnungsversand gespeichert werden.

- Anbieter von Diensten mit Zusatznutzen, beispielsweise Location-Based-Services, dürfen Standortdaten nur in dem zur Dienstbereitstellung erforderlichen Umfang und innerhalb des dafür benötigten Zeitraums verarbeiten, wenn sie anonymisiert wurden oder wenn der Betroffene seine Einwilligung erteilt hat. Allerdings muss den Betroffenen die Möglichkeit eingeräumt werden, die Verarbeitung auf einfache Weise unentgeltlich zeitweise zu untersagen.

► Als **Vorratsdatenspeicherung** bezeichnet man die Speicherung personenbezogener Telekommunikations-Verbindungsdaten auf Vorrat, d. h. ohne dass ein Bedarf aufgrund einer aktuellen Gefahr besteht, zum Zweck verbesserter Möglichkeiten der Verhütung und Verfolgung schwerer Straftaten.

Gegen entsprechende Vorschriften des TKG (§ 113a, § 113b) wurde Verfassungsbeschwerde beim Bundesverfassungsgericht eingelebt. Dieses erklärte die genannten Paragrafen mit Urteil vom 2. März 2010 wegen des Verstoßes gegen Artikel 10, Abs. 1 Grundgesetz für nichtig. Zur Begründung wurde angeführt, hinsichtlich des Telekommunikationsgeheimnisses der Bürger seien eine dezentrale Speicherung und besondere Sicherung der Daten erforderlich sowie eine Beschränkung ihrer Nutzung auf genau spezifizierte Fälle schwerster Kriminalität. Diesen Anforderungen genüge das Gesetz nicht. Die Bundesregierung befasste sich danach mit einem Gesetz zur Einführung einer Speicherpflicht und Höchstspeicherpflicht für Verkehrsdaten, das am 17. Dezember 2015 verkündet wurde. Es verpflichtet Telekommunikationsunternehmen, spätestens 18 Monate nach dem 18. Dezember 2015 verschiedene Daten über Kommunikationsvorgänge für 4 Wochen (Standortdaten) oder 10 Wochen (Rufnummern, IP-Adressen) zu speichern. Gegen die gesetzliche Neufassung der Vorratsdatenspeicherung wurden inzwischen ebenfalls Verfassungsbeschwerden eingelebt. Das Ergebnis bleibt abzuwarten.

Datenschutzrechtliche Regelungen des Telemediengesetzes (TMG)

► Das **Telemediengesetz (TMG)** steckt den rechtlichen Rahmen für den Einsatz von Telemedien in der Bundesrepublik Deutschland ab. Es enthält Regelungen zur Bekämpfung von Spam, zur Haftung von Dienstanbietern für gesetzeswidrige Dienstinhalte und zum Schutz personenbezogener Daten.

Als **Telemedien** gelten alle elektronischen Informations- und Kommunikationsdienste, die nicht ausschließlich der Signalübertragung über Telekommunikationsnetze wie die unter das TKD fallenden Dienste dienen und die z. B. nicht Rundfunk darstellen. Zu den **Telemediendiensten (TMD)** gehören weitaus die meisten der im Internet angebotenen Dienste, so z. B. Social-Media-Dienste, Informationsdienste, Suchdienste/Suchmaschinen,

Online-Auktionen, Online-Shops, Community-Dienste und auch private Websites (vgl. Hoeren 2007).

Auch im Fall des TMG beruht der Umgang mit personenbezogenen Daten auf dem Verbotsprinzip mit Erlaubnisvorbehalt. Die entsprechenden Vorschriften erstrecken sich auf:

- Grundsätze des TMG (vgl. § 12 TMG),
- Pflichten des Diensteanbieters (vgl. § 13 TMG),
- Umgang mit Bestandsdaten (vgl. § 14 TMG) und
- Umgang mit Nutzungsdaten (vgl. § 15 TMG).

Gemäß den Grundsätzen des TMG darf ein Diensteanbieter personenbezogene Daten zum Zweck der Bereitstellung von Telemedien erheben und verwenden. Die Verwendung erhobener personenbezogener Daten für andere Zwecke ist nur gestattet, falls es eine andere Rechtsvorschrift erlaubt oder der Nutzer eingewilligt hat.

Das TMG erlegt einem Anbieter von Telemedien eine Vielzahl von Pflichten auf, die das Verhältnis mit Nutzern und die Informationssicherheit betreffen. Zu den Pflichten gehören z. B.:

- Unterrichtung des Nutzers über Beginn, Art, Umfang und Zweck der Erhebung und Verwendung personenbezogener Daten.
- Ermöglichung des jederzeitigen Abrufs und des jederzeitigen Widerrufs einer elektronisch erklärten Einwilligung des Nutzers.
- Technische und organisatorische Gestaltung des Dienstes derart, dass die Nutzung jederzeit beendet werden kann, personenbezogene Daten nach Nutzungsende gelöscht/gesperrt werden, die Nutzung gegen Kenntnisnahme Dritter geschützt ist,
- Auskunftserteilung über zu seiner Person gespeicherte Daten auf Verlangen des Nutzers.

Was den Umgang mit Bestandsdaten anbelangt, darf der Dienstanbieter personenbezogene Daten eines Nutzers nur erheben und verwenden, soweit sie für den Abschluss und die Ausgestaltung oder Änderung eines Dienstvertrags erforderlich sind. Im Einzelfall darf der Dienstanbieter Auskunft über Bestandsdaten für Zecke der Strafverfolgung und Gefahrenabwehr an damit befasste Bundes- und Landesbehörden erteilen.

Der Diensteanbieter darf Nutzungsdaten (Nutzeridentifikation, Angaben zu Beginn, Ende, Umfang und Dienst einer Nutzung) nur erheben und verwenden, soweit es für die Inanspruchnahme und Abrechnung von Telemedien erforderlich ist. Für Zwecke der Werbung, Marktforschung oder bedarfsgerechten Gestaltung von Telemedien darf der Diensteanbieter pseudonymisierte Nutzungsprofile erstellen, sofern der Nutzer dem nicht widerspricht. Weitere Vorschriften befassen sich mit der Verwendung/Weitergabe von Nutzungsdaten für Abrechnzungszwecke.

17.4.5 Datenschutz und Informationsfreiheit

Konflikte mit anderen Zielen setzen dem Datenschutz in Wirtschaft und Gesellschaft Grenzen. Der Umgang mit personenbezogenen Daten erfordert daher nicht selten eine Bewertung und Gewichtung von Datenschutzz Zielen im Vergleich mit konkurrierenden Zielen. Ein bedeutendes konkurrierendes Ziel ist die Informationsfreiheit. Sie stellt in demokratischen Gesellschaften zweifellos ein hohes Gut dar, das sich etwa wie folgt abgrenzen lässt.

► **Informationsfreiheit** bedeutet, dass jedem Bürger der Zugang zu den Informationen der politischen Institutionen und Verwaltungsbehörden eines Staates zu gewähren ist.

Soweit es sich bei diesen Informationen um personenbezogene Daten handelt, unterliegen diese jedoch dem Datenschutz. Die Folge ist ein Zielkonflikt. In Abhängigkeit von den jeweiligen gesetzlichen Regelungen genießt der Datenschutz oder die Informationsfreiheit in einem Staatswesen einen gewissen Vorrang.

Anders als in anderen Staaten, etwa Schweden, wurde in Deutschland dem Datenschutz schon immer ein höheres Gewicht beigemessen. Durch das am 1. Januar 2006 in Kraft getretene Informationsfreiheitsgesetz hat sich diese Situation nicht wesentlich geändert.

Das **Informationsfreiheitsgesetz (IFG)**, genauer Gesetz zur Regelung des Zugangs zu Informationen des Bundes, gilt für die Institutionen und Behörden des Bundes. Landesgesetze mit analogen Regelungen für die Institutionen und Behörden auf Länderebene existieren für die meisten Bundesländer. Im Weiteren wird lediglich das Informationsfreiheitsgesetz des Bundes betrachtet. Einige wesentliche Grundsätze und Vorschriften sind:

- Der Grundsatz, dass jeder gegenüber den Behörden des Bundes einen Anspruch auf Zugang zu amtlichen Informationen hat und die Behörde Auskunft geben, Akteneinsicht gewähren oder Informationen in sonstiger Weise erteilen kann (vgl. § 1 IFG).
- Ein Anspruch auf Informationszugang besteht nicht, wenn das Bekanntwerden der Informationen nachteilige Auswirkungen auf z. B. internationale Beziehungen, militärische Belange der Bundeswehr und Belange der inneren und äußeren Sicherheit haben kann (vgl. § 3 IFG).
- Zugang zu personenbezogenen Daten darf nur gewährt werden, wenn das Informationsinteresse des Antragstellers die Schutzinteressen des Betroffenen überwiegt oder dieser eingewilligt hat. Besondere Kategorien personenbezogener Daten im Sinne des Art. 9 DSGVO dürfen nur übermittelt werden, wenn der Betroffene ausdrücklich eingewilligt hat (vgl. § 5 IFG).

Die Vorschriften gemäß § 3 und § 5 IFG deuten darauf hin, dass nur sehr gewichtige Informationsinteressen von Antragsstellern den Schutz personenbezogener Daten aushebeln können.

Literatur

- BSI (Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik): Leitfaden IT-Sicherheit, IT-Grundschutz kompakt. Bonn (2012)
- BSI (Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik): IT-Grundschutz-Kataloge, 15. Ergänzungslieferung. Bonn (2016)
- BSI (Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik).: IT-Sicherheit auf Basis der Common Criteria, ein Leitfaden. Bonn (o. J.)
- Common Criteria for Information Technology Security Evaluation: Part 1: Introduction and general model, July 2009, Version 3.1, Revision 3 (2009)
- Dierstein, R.: Sicherheit in der Informationstechnik, der Begriff IT-Sicherheit. Informatik Spektrum. **27**(4), 343–353 (2004)
- DSGVO – BDSG: Texte und Erläuterungen, Bundesbeauftragter für den Datenschutz und die Informationsfreiheit. Bonn (2019)
- Eckert, C.: IT-Sicherheit, Konzepte – Verfahren – Protokolle, 10. Aufl. de Gruyter Oldenbourg, München/Wien (2018)
- Elgamal, T.: A public key cryptosystem and a signature scheme based on discrete logarithms. IEEE Trans. Inf. Theory. **31**(4), 469–472 (1985)
- Gabriel, R., Beier, D.: Informationsmanagement in Organisationen. Kohlhammer, Stuttgart (2003)
- Hansen, H.R., Mendling, J., Neumann, G.: Wirtschaftsinformatik, 12. Aufl. de Gruyter, Berlin (2019)
- Hoeren, T.: Das Telemediengesetz. Neue Juristische Wochensch. **12**, 801–806 (2007) Beck
- Kölzsch, T., Reichenbach, M.: Ein nutzenorientiertes Konzept zur Risikoeinschätzung und Risiko-handhabung bei der Zahlungssystemauswahl. In: Röhm, A., Fox, D., Grimm, R., Schoder, D. (Hrsg.) Sicherheit und Electronic Commerce – Konzepte, Modelle, technische Möglichkeiten, S. 79–91. Vieweg, Braunschweig/Wiesbaden (1999)
- Kühling, J., Klar, M., Sackmann, F.: Datenschutzrecht, 5. Aufl. C.F. Müller, Heidelberg (2021)
- Lenhard, T.H.: Datensicherheit. Springer Vieweg, Berlin (2017)
- Müller, G.: Protektion 4.0: Das Digitalisierungsdilemma. Springer Vieweg, Berlin (2020)
- Oppliger, R.: IT-Sicherheit – Grundlagen und Umsetzung in der Praxis. Vieweg, Wiesbaden (1997)
- Paar, C., Pelzl, J.: Understanding Cryptography. Springer, Berlin/Heidelberg (2010)
- Petrlic, R., Sorge, C.: Datenschutz – Einführung in technischen Datenschutz, Datenschutzrecht und angewandte Kryptographie. Springer Vieweg, Wiesbaden (2017)
- Pohlmann, N.: Cyber-Sicherheit. Springer Vieweg, Wiesbaden (2019)
- Rabin, M.O.: Digitalized Signatures and Public-Key Functions as Intractable as Factorization. MIT, Boston (1979)
- Rannenberg, K.: Mehrseitige Sicherheit – Schutz für Unternehmen und ihre Partner im Internet. Wirtschaftsinformatik. **42**(6), 489–497 (2000)
- Rivesz, R.L., Shamir, A., Adleman, L.: A Method for Obtaining Digital Signatures and Public-Key Cryptosystems. MIT, Boston/Cambridge (1977)
- Röhrlig, S., Knorr, K., Noset, H.: Sicherheit von E-Business-Anwendungen – Struktur und Quantifizierung. Wirtschaftsinformatik. **42**(6), 499–507 (2000)
- Schaar, P.: Datenschutz im Internet, die Grundlagen. Beck, München (2002)
- Schmeh, K.: Die Welt der geheimen Zeichen, Die faszinierende Geschichte der Verschlüsselung. W3L, Herdecke/Dortmund (2004)
- Sedel, U.: Persönlichkeitsrechtliche Probleme der elektronischen Speicherung privater Daten. Neue Juristische Wochenschrift, S. 1581 und S. 1583 f (1970)
- Tinnefeld, M.-T., Ehmann, E.: Einführung in das Datenschutzrecht. de Gruyter, München/Wien/ Oldenburg (1992)



Ausblick – Weiterentwicklungen und Herausforderungen der Wirtschaftsinformatik

18

Das abschließende Kap. 18 gibt einen Ausblick auf die Weiterentwicklungen und Herausforderungen der Wirtschaftsinformatik. Zunächst werden in Abschn. 18.1 bedeutende Weiterentwicklungen und Tendenzen aufgezeigt, die sich vor allem auf die zunehmende Digitalisierung in der Gesellschaft und den vielfältigen Einsatz der Künstlichen Intelligenz (KI) in unterschiedlichen Anwendungsbereichen erstrecken. Es folgt in Abschn. 18.2 eine Charakterisierung der großen Herausforderungen, die sich der Informatik und der Wirtschaftsinformatik in den kommenden Jahren stellen.

18.1 Weiterentwicklungen der Wirtschaftsinformatik

Digitalisierung und Künstliche Intelligenz (KI) sind zwei Themen, die den aktuellen Einsatz der Informationstechnologien (IT) weltweit prägen. Beide Themen stehen auch für die Weiterentwicklungen der IT und schließlich für die Zukunft der Gesellschaft. Sie werden in den folgenden Punkten vorgestellt. Darüber hinaus wird eine ganze Reihe weiterer Aspekte angesprochen, die Tendenzen in der Wirtschaftsinformatik und ihrem unmittelbaren Umfeld betreffen.

Weiterentwicklung der Digitalisierung

Grundlage der Informatik und der Wirtschaftsinformatik ist bereits seit der Entwicklung der ersten automatisierten Rechenanlagen (Computer) die **Digitalisierung** (engl. digitization), d. h. die digitale Informationsverarbeitung. Zu Beginn des Computereinsatzes in den 1950er-Jahren sprach man von digitaler Elektronischer Datenverarbeitung (EDV), d. h. von der Verarbeitung einzelner Zeichen (engl. digits), die als binäre Ziffern (engl. binary digits) in Form von Bits und Bytes vorliegen (vgl. die Ausführungen in Kap. 2, Abschn. 2.2).

Diese technologische Sicht hat in den letzten Jahren aufgrund des zunehmenden IT-Einsatzes in allen Lebensbereichen eine erweiterte Bedeutung und eine große Bekanntheit gewonnen. Digitalisierung steht nun für die informationstechnologische Durchdringung aller Lebens- und Arbeitsbereiche der Gesellschaft (vgl. z. B. Hansen et al. 2019, S. 40 ff.) und rückt eine sozio-technische Sichtweise in den Vordergrund. Man spricht sogar von der „digitalen Gesellschaft“, der „digitalen Welt“ und dem „digitalen Zeitalter“. Die Digitalisierung beeinflusst unser Leben und wird es weiterhin stark beeinflussen (vgl. Lemke et al. 2017). Die modernen Informationstechnologien bzw. die Digitalisierung werden mit großer Intensität immer weitere Bereiche der Gesellschaft durchdringen und somit starke Wechselwirkungen zwischen Informationstechnologien und Gesellschaft mit sich bringen (vgl. Hansen et al. 2019, S. 40 ff.; Beise und Schäfer 2016; Kollmann und Schmidt 2016; Keese 2016; Spitzer 2015; Precht 2018, S. 265 ff.). **Digitale Transformationsprozesse** (vgl. Hess 2019) werden zu großen Veränderungen im Arbeitsleben führen, d. h. in allen Organisationen und Unternehmen mit ihren unterschiedlichen Funktionsbereichen und Branchen und in ihren zahlreichen Kommunikationsstrukturen mit ihren Geschäftspartnern und ihren Kunden. Auch das Privatleben wird starken Veränderungen unterworfen sein.

Innovative IT und Künstliche Intelligenz

Innovative Informationstechnologien und aktuelle Digitalisierungsprozesse basieren häufig auf Ansätzen der **Künstlichen Intelligenz** (KI; engl. artificial intelligence – AI) (vgl. Kap. 7, Abschn. 7.3 und 7.4). In immer mehr bestehende und neue Anwendungen werden KI-Systeme oder -Komponenten integriert und damit erstaunliche Erfolge erzielt. Dies gilt vor allem für **Künstliche Neuronale Netze** (KNN; engl. artificial neural networks), die **Robotersysteme** und Lernende Systeme, also das **Maschinelles Lernen**, unterstützen (vgl. Hansen et al. 2019, S. 285 f.). Da Menschen in vielen Lebensbereichen auch direkt mit KI-Systemen konfrontiert werden, so z. B. im Umgang mit selbstfahrenden Autos, Online-Shops, Haus-Robotern und den zahlreichen Funktionen eines intelligenten Hauses (engl. smart home), ist die KI ein viel diskutiertes Thema in der Gesellschaft. So finden sich in den Medien zahlreiche Beiträge, in denen sich auch Soziologen, Psychologen, Philosophen und Politiker mit der KI und ihren Chancen und Risiken kontrovers auseinandersetzen (vgl. z. B. Hofstetter 2014, 2016; Mainzer 2016; Lenzen 2018; Dräger und Müller-Eiselt 2019). Waren vor nicht allzu langer Zeit viele Ideen und Visionen noch „Science Fiction“, so sind einige davon heute schon Realität. Der zunehmende Einsatz „intelligenter“ und automatisierter Systeme wird ohne Zweifel die künftige IT-Nutzung in vielen Bereichen kennzeichnen, allerdings auch immer von kontroversen Diskussionen über Sinnhaftigkeit und Ethik der KI-Anwendungen begleitet sein (vgl. Precht 2020; Hawking 2018, S. 207 ff.).

Treiber der Digitalisierung

Treiber und Taktgeber der fortschreitenden Digitalisierung sind vor allem die **Unternehmen**, die aus ökonomischen Gründen neue (digitale) **Geschäftsmodelle** auf der Basis

digitaler Transformationsprozesse entwickeln (vgl. z. B. Lemke und Brenner 2015, S. 193 ff.; Kollmann und Schmidt 2016; Hess 2019; Hansen et al. 2019, S. 72 ff.). Unternehmensinterne und -übergreifende **Geschäftsprozesse** (vgl. Kap. 14) werden zur Verbesserung der Wertschöpfung digitalisiert und zunehmend aus unternehmensübergreifender Sicht im Sinne der Organisationsprinzipien des Konzepts Industrie 4.0 (vgl. Abschn. 6.2.1) gestaltet. Cyberphysische Systeme werden komplexe Aufgaben in ganzen Wertschöpfungsketten übernehmen, und zwar nicht nur in der industriellen Produktion (smart factories, products and logistics), sondern auch in anderen Bereichen wie beispielsweise Handel 4.0, Banken 4.0, Staat 4.0 bzw. Verwaltung 4.0 oder Medizin 4.0. Für den Erfolg von Unternehmen spielt dabei die Einbindung von Personen in die (geschäftlichen) Aktivitäten eine gewichtige Rolle, so vor allem Personen des strategischen Managements und des Informationsmanagements, die durch Ansätze der Corporate und IT/Data Governance unterstützt werden (vgl. Gluchowski 2020).

Rolle der Privatpersonen als Konsumenten und Bürger

Über benutzerfreundliche Kommunikationsschnittstellen bzw. Netzzugänge für Endkunden werden immer häufiger **Privatpersonen** als Konsumenten in die Geschäftsprozesse der Unternehmen eingebunden, so beispielsweise bei Online-Käufen von Produkten und Dienstleistungen oder bei Online-Buchungen von Sport- und Kulturveranstaltungen sowie Reisen über E-Business-Systeme (vgl. Kap. 10). Da die Entwicklung der Digitalisierung auch beim **Staat** fortschreitet, werden Bürger in Zukunft intensiver mit den staatlichen Einrichtungen digital kommunizieren (E-Government). Dies gilt ebenso im **Gesundheitswesen**, wo die Patienten digitale Patientenkarten und -akten nutzen (E-Health). Künftig werden Menschen als Bürger und Konsumenten intensiver und aktiver an digitalisierten Prozessen teilnehmen, insbesondere auch dann, wenn es keine herkömmlichen Alternativen zur Kommunikation mehr geben wird. Insgesamt wird es damit fließendere Übergänge zwischen geschäftlicher und privater IT-Nutzung geben.

Social Media und Soziale Netzwerke

Bei der Veränderung der Rolle von Bürgern und Konsumenten spielen **Social Media** (engl. social media; vgl. Kap. 12) und insbesondere **Soziale Netzwerke** (engl. social networks) wie Facebook, Google+ und Instagram und die damit zugänglichen Apps mit ihren vielfältigen Anwendungsmöglichkeiten eine zentrale Rolle. Bei den Social-Media-Anwendungen wird die Nutzung KI-basierter Komponenten sowohl im Arbeits- als auch im Privatbereich weiter zunehmen (vgl. Gabriel und Röhrs 2017). Die Folge ist eine Steigerung der Qualität der Informationsverarbeitung und die Erschließung neuer und innovativer Anwendungen, wie sie etwa mit virtuellen Systemen (engl. **virtual reality systems**) im Arbeitsleben und Privatbereich ermöglicht werden. Mit der verstärkten Einbindung der Menschen in soziale Netzwerke wird eine intensivere Nutzung mobiler Endgeräte wie Smartphones, Tablets und Laptops einhergehen und zu jeder Zeit und an jedem Ort einen allgegenwärtigen Zugang zu den verschiedenen Anwendungen gestatten (**ubiquitous computing**).

IT-Märkte und IT-Branche

Die fortschreitende Digitalisierung führt zu einer Ausweitung des **IT-Marktes** bzw. zu einer Stärkung der **IT-Branche** (vgl. Hansen et al. 2019, S. 46 ff.). So erfordern das Erreichen der von den Staaten gesetzten Ziele in Bezug auf Globalisierung (vgl. Hansen et al. 2019, S. 53 f.; Thome und Winkelmann 2015, S. 15 ff.) und bürgernahe Dienste sowie die von den Unternehmen angestrebte Steigerung der Effizienz der Arbeitsprozesse eine wesentlich leistungsfähigere **IT-Infrastruktur**. Benötigt werden vor allem schnellere Rechner/Server mit großen Speicherkapazitäten und weltweit flächendeckende **Kommunikationsnetze** mit hohen und sicheren Übertragungsleistungen wie etwa die im Aufbau befindlichen 5G-Netze für mobile Datenübertragungen (vgl. die Ausführungen in Kap. 3). In Planung sind bereits 6G-Mobilfunknetze, die Daten mehr als 100 Mal schneller als 5G-Netze übertragen werden (bis 1 Terabit pro Sekunde). Vornehmlich in den stärker industrialisierten Staaten wird daher die wirtschaftliche Bedeutung der IT signifikant zunehmen.

Digitale Wirtschaft und Internet-Ökonomie

Im Mittelpunkt der Digitalisierung steht zweifellos die Wirtschaft (**Digitale Wirtschaft**), d. h. die Gesamtheit der einzelnen Unternehmen mit ihren weltweiten Vernetzungen (**Netzwerk-Ökonomie**), mit ihren nationalen und internationalen Geschäftspartnern, mit ihren Lieferanten und Abnehmern, mit ihren Kunden, mit dem Staat und mit den Finanz- und Arbeitsmärkten. Eine wesentliche Entwicklungstendenz betrifft die **digitalen Geschäftsmodelle** der Unternehmen mit ihren Wertschöpfungsketten (vgl. Hansen et al. 2019, S. 72 ff.; Leimeister 2015, S. 325 ff.), die mit Hilfe des **Business Engineering**, einem modell- und methodenorientierten Konstruktionsansatz, künftig noch weiter automatisiert und perfektioniert werden. Eine weitere Entwicklungstendenz betrifft die marktliche Seite: über das Internet werden künftig immer mehr digitale Güter und Dienstleistungen angeboten und verkauft (**Internet-Ökonomie**).

Digitalisierung und Wissensgesellschaft

Neben bereits angesprochenen Bereichen der Künstlichen Intelligenz (Neuronale Netze, Robotersysteme, Maschinelles Lernen) wird ein weiterer KI-Bereich die Entwicklung der Gesellschaft wesentlich beeinflussen: die **Wissensverarbeitung** (engl. knowledge processing). Die **digitale Gesellschaft** wandelt sich immer stärker zu einer **Wissensgesellschaft** (vgl. Thome und Winkelmann 2015, S. 29 ff.). In großer Fülle werden Daten (**Big Data**) aus unterschiedlichen Informationsquellen über das Internet angeboten, Informationen gezielt ausgewählt und für verschiedenste Zwecke genutzt. (vgl. Kap. 7, Abschn. 7.2). Hierzu stehen schon heute effiziente **Algorithmen** der Künstlichen Intelligenz zur Selektion (z. B. mit Hilfe von Suchalgorithmen und Abfragesprachen), zur Darstellung (z. B. in Form von virtuellen 3D-Grafiken) und zur Auswertung (z. B. durch Analysen mit Hilfe statistischer oder logischer Verfahren, wie Mining-Algorithmen; vgl. Kap. 7, Abschn. 7.3 und 7.4; Hansen et al. 2019, S. 283 ff.) zur Verfügung. Unternehmen nutzen zunehmend **Wissensmanagementsysteme** (engl. knowledge management systems), um die Flut an

internen und externen Informationen bzw. von Wissen zu beherrschen (vgl. Kap. 8, Abschn. 8.3). Das Wissen findet sich in strukturierten und unstrukturierten Daten, die unterschiedliche Formen annehmen können, so als Zahlenwerte, Texte, Grafiken, Bilder, Videos, Sprache und Musik. Zur Verarbeitung dieser **multimedialen Daten** werden bereits anspruchsvolle Methoden eingesetzt. Jedoch bedürfen die IT-Wissenschaften und insbesondere der Bereich der **Data Science** (Datenwissenschaft), der sich mit der Aufbereitung und Analyse sehr großer, heterogener Datenmengen befasst, eines weiteren Ausbaus, um die weitere gewaltige Zunahme der Datenmengen zu bewältigen (vgl. Haneke et al. 2021). Steigende Anforderungen betreffen auch die Menschen als zentrale Akteure einer Wissensgesellschaft, sowohl in der Arbeitswelt als auch in der privaten Welt. In der Arbeitswelt fordert man von Arbeitnehmern zunehmend eine qualifizierte Ausbildung und die Bereitschaft zur Weiterbildung. In Schulen und Hochschulen wird die Vermittlung von IT-Wissen immer wichtiger, auch um eine „**digitale Spaltung**“ der Gesellschaft zu verhindern bzw. die „**digitale Kluft**“ zumindest zu reduzieren (vgl. Hansen et al. 2019, S. 49 ff.). Neben dem Fachwissen hat auch das Allgemeinwissen in einer Wissensgesellschaft einen hohen Stellenwert. Sehr gut unterstützen lässt sich der Erwerb von Wissen durch fortgeschrittene **E-Learning-Systeme**, deren erfolgreicher Einsatz durch die Einbeziehung von KI-Algorithmen gefördert wird. Das **Online-Lernen**, das es Schülern und Studierenden, aber auch Arbeitnehmern und interessierten Personen ermöglicht, ihr Wissen von jedem Ort aus und zu jeder Zeit zu erweitern, wird daher traditionelle Lernformen nicht mehr nur ergänzen, sondern sukzessive ablösen.

Fortschreiten der Digitalisierung

Die **Digitalisierung** wird in Zukunft immer weiter fortschreiten, sowohl in quantitativer als auch in qualitativer Form. Ständig werden fortgeschrittene und weltweit vernetzte IT-Systeme in Unternehmen und Organisationen eingerichtet. IT-Systeme werden gezielt weiterentwickelt, um das Arbeiten der Menschen zu erleichtern und verbessern sowie das Privatleben angenehmer zu gestalten. Die Welt wird durch die fortschreitende Digitalisierung jedoch noch komplexer, wobei z. B. die „totale Vernetzung“, das „**Internet der Dinge**“ (engl. internet of things) bzw. „**Internet alles Seienden**“ (engl. internet of everything), umfangreiche komplexe Datenmengen und für Nutzer nicht transparente Algorithmen wesentliche Ursachen und Triebkräfte darstellen. Es entstehen neue Arbeits- (z. B. **Crowd Sourcing**) und Lebensformen, so in Smart Factories und Smart Offices, in Smart Cities und Smart Houses. E-Business, E-Commerce, E-Government, E-Health, E-Learning und E-Entertainment werden den Alltag der Menschen noch stärker prägen, und immer mehr Systeme der virtuellen Realität (engl. **virtual reality**) und der erweiterten virtuellen Realität (engl. **augmented virtual reality**) werden das Leben beeinflussen. Dabei müssen allerdings **IT-Sicherheit** (engl. IT security) und **Datenschutz** (engl. privacy) beachtet werden (vgl. Kap. 17). Müller spricht von einem Digitalisierungsdilemma bezüglich der „Stellung der Menschen einerseits“ und der „Rolle der Daten andererseits, das die Zukunft und Akzeptanz der digitalen Transformation bestimmt“ (Müller 2020, S. V). Die Informationsmacht der dominierenden Internetplattformen kann zu einer

unkontrollierten digitalen Welt führen (vgl. Müller 2020). Weiterhin werden aufkommende Sozial- und Umweltprobleme ebenso stärkere Berücksichtigung finden wie die umweltfreundliche Gestaltung der eingesetzten IT-Systeme (**Green IT**).

Rasante Weiterentwicklungen mit Chancen und Risiken

Die rasanten Entwicklungen und intensive Nutzung innovativer digitaler Technologien und vor allem „intelligenter“ Software- und Anwendungssysteme der Künstlichen Intelligenz (KI) bieten gewiss neue Chancen und Vorteile, führen aber auch zu Risiken und Gefahren. Der Mensch wird durch die großen und schnellen Veränderungen und Weiterentwicklungen der IT („**Digitale Revolution**“) stets gefordert, aber auch die Informatik und speziell die Wirtschaftsinformatik stehen bei der weiter zunehmenden Digitalisierung und Nutzung der Künstlichen Intelligenz (KI) vor großen Herausforderungen, wie sie im folgenden Abschn. 18.2 vorgestellt werden.

18.2 Die großen Herausforderungen der Informatik und der Wirtschaftsinformatik

Die Informatik und die Wirtschaftsinformatik sind junge Wissenschaften, die in den letzten Jahren durch die zunehmende Digitalisierung (vgl. Abschn. 18.1) eine große Bedeutung und Wahrnehmung in der Gesellschaft sowohl im Arbeitsleben als auch im Privatleben gewonnen haben. Neben der Entwicklung und dem Einsatz leistungsfähiger Rechner und mobiler Endgeräte spielen hierbei auch leistungsfähige Netze wie das Internet und innovative Anwendungssysteme eine wichtige Rolle. Die deutsche „Gesellschaft für Informatik e.V.“ (GI) stellte als mitgliedsstarker Verein von Informatikern allen Interessierten folgende Frage: „Vor welchen großen Herausforderungen steht die Informatik in den kommenden Jahren und Jahrzehnten?“ Im Rahmen der Initiative „**Grand Challenges der Informatik**“ waren grundsätzliche und schwierige Fragestellungen gesucht, „deren Lösung mithilfe der Informatik einen deutlich spürbaren Fortschritt in wirtschaftlicher, sozialer oder gesellschaftlicher Hinsicht für die Allgemeinheit bedeutet.“ (vgl. Vorwort zur Broschüre „Die Grand Challenges der Informatik“ der GI, vgl. GI 2014).

Nach dem Aufruf der GI an alle Interessierte wurden die eingereichten Vorschläge von Informatik-Experten gesichtet, verdichtet und nach verschiedenen Kriterien bewertet. Es wurden fünf Bereiche identifiziert, die in einer Broschüre der GI einem breiteren Publikum vorgestellt wurden (vgl. <http://www.gi.de/themen/grand-challenges-der-informatik.html>). Im Folgenden werden diese fünf Bereiche von Herausforderungen, die auch für die Wirtschaftsinformatik eine große Bedeutung haben, kurz erläutert.

(1) Digitales Kulturerbe

Der erste Bereich „**Digitales Kulturerbe**“ setzt sich mit der langfristigen Aufbewahrung digitaler Informationen für die Nachwelt auseinander. Zwei zentrale Herausforderungen sind: „Wie können virtuelle Objekte angemessen präsentiert und zugänglich gemacht

werden?“ und „Wie lässt sich das digitale Kulturerbe dauerhaft bewahren?“ Hier steht die Frage der Langzeitarchivierung von digitalen Kulturgütern im Mittelpunkt, wie z. B. von Fotos, Filmen, Musik, E-Mails, Büchern, Zeitungen und von wichtigen Dokumenten. Neben technischen Fragen sind hierbei auch rechtliche Fragen wie die Gewährleistung von Urheberrechten und Datenschutzbestimmungen zu beantworten. Benötigt werden Konzepte und Lösungen, um die Kulturgüter langfristig zu sichern und diese für künftige Generationen begreifbar und erlebbar zu machen.

(2) Das Internet der Zukunft

Die zweite Herausforderung bezieht sich auf das **Internet der Zukunft**, seine Sicherheit, seine Freiheit und Vertrauenswürdigkeit. Aufgrund der wachsenden Bedeutung des Internets in Gesellschaft, Politik, Wirtschaft, Wissenschaft und Kultur, sowie im Arbeits- und Privatleben ist diese Herausforderung von großem Gewicht. Die sich stellenden Fragen lauten: „Welche Auswirkungen hat das Internet auf die Menschen, auf ihr Arbeits- und ihr Privatleben?“ und „Welche Chancen bietet das Internet und welche Risiken entstehen?“ Hier sind insbesondere auch die Gesetze des Datenschutzes und kriminelle Handlungen wie Versendung von Spams, Cybermobbing, Betrug oder Identitätsdiebstahl zu beachten, ohne zugleich die Offenheit der Kommunikation einzuschränken. Gefahren liegen im Internet schon allein darin, dass sich digitale Informationen sehr einfach kopieren und manipulieren lassen, d. h. sie können sehr schnell und ohne großen Aufwand verändert und gelöscht werden. Verlässlichkeit und Vertrauenswürdigkeit sind Kerneigenschaften des Internets der Zukunft, die es zu sichern und zu bewahren gilt.

(3) Systemische Risiken in weltweiten Netzen

Die dritte Herausforderung bezieht sich auf **systemische Risiken** in weltweiten digitalen Netzen, sowohl in organisationsinternen bzw. geschlossenen, als auch in frei zugänglichen bzw. offenen Netzen. Da digitale Informationen/Objekte mit beliebig vielen anderen Informationen/Objekten verbunden werden können, entstehen oft große vernetzte Systeme hoher Komplexität, die häufig nicht mehr überschaubar sind. Beispiele sind Netze in Produktionsunternehmen (Industrie 4.0), in weltweiten Transportsystemen und auch in privaten Wohnhäusern. Bei den digitalen Netzen sind vor allem sogenannte **kritische Infrastrukturen** besonders zu beachten wie z. B. Netze von Verkehrsunternehmen (z. B. Bahn- und Flugunternehmen), von Energieunternehmen (z. B. Atomkraftwerken), von Sicherheitsbehörden (z. B. Polizei) und medizinischen Einrichtungen (z. B. Krankenhäusern). Hier ist ein leistungsfähiges Risikomanagementsystem aufzubauen, das Risiken erkennt und abwehrt.

(4) Allgegenwärtige Mensch-Computer-Interaktionen

Digitale Kommunikations- und Informationsangebote bestimmen immer mehr unsere Welt. Eine wirkungsvolle Nutzung von Computern, namentlich die Interaktion zwischen **Mensch und Computer**, ist die vierte Herausforderung, die über den persönlichen Erfolg und die gesellschaftliche Teilhabe eines jeden Menschen entscheidet. Die Gestaltung

benutzerfreundlicher Schnittstellen steht hier im Vordergrund, sodass jeder Mensch von der Nutzung der Informationstechnologien profitieren kann, sowohl im Arbeits- als auch im Privatleben, so z. B. bei der Nutzung von Social Media. Eine angemessen gestaltete Mensch-Computer-Interaktion soll es Menschen aller Alters- und Bildungsstufen künftig erlauben, die allgegenwärtige Kommunikations- und Informationsangebote mühelos zu nutzen und an gesellschaftlichen Prozessen in Bildung, Kultur, Wirtschaft und Politik teilzunehmen.

(5) Verlässlichkeit von Software

Zukunftsszenarien zeigen bereits in einer Art „Science Fiction“ selbständig handelnde Computersysteme, die mittels Software der „Künstlichen Intelligenz“ Prozesse selbst planen, organisieren, steuern und kontrollieren, d. h. „unsere Welt regieren“. So werden beispielsweise Autos und Flugzeuge automatisch gesteuert und medizinische Operationen automatisch durchgeführt. Teilweise sind derartige Szenarien bereits Realität, so z. B. fahrerlose Transportsysteme oder vollautomatische Produktionsprozesse in einer so genannten „Smart Factory“. Zur Förderung von Akzeptanz und von Vertrauen ist die **Verlässlichkeit** von Software eine große Herausforderung.

Zunehmend ist Software allgegenwärtig, sie kommt „überall“ zum Einsatz und kann „zu jeder Zeit“ genutzt werden (**ubiquitous computing**), so z. B. in der Kommunikation (E-Communication), in der Produktion (E-Production), im Handel (E-Commerce), in der Unterhaltung (E-Entertainment), in der Medizin (E-Health) und in der Bildung (E-Learning). In allen Einsatzbereichen ist unbedingt die **Korrektheit**, die **Robustheit** und **Zuverlässigkeit** der Software zu garantieren, d. h. es sind hohe Anforderungen an die Softwarequalität, aber auch hinsichtlich Datensicherheit und Datenschutz zu erfüllen. Die Bewältigung dieser künftig immer anspruchsvoller Anforderungen an Software steigert das Vertrauen der Nutzer. Dies gilt vor allem für sicherheitskritische Bereiche (kritische Infrastrukturen). Bei allen hier genannten fünf zukünftigen Herausforderungen steht der Mensch im Mittelpunkt des Geschehens. Er soll aus dem Einsatz von Informationstechnologien Nutzen ziehen. Die Gesellschaft soll positiv beeinflusst werden und die Chancen des Technologieeinsatzes nutzen können. Die aus den großen Herausforderungen der Informatik abgeleiteten Ziele, die auch für die Wirtschaftsinformatik gelten, lassen sich nur durch ein Handeln der Menschen erreichen, das durch **Ethik**, **Verantwortung** und **Vertrauen** geprägt ist.

Literatur

- Beise, M., Schäfer, U.: Deutschland digital – Unsere Antwort auf das Silicon Valley. Campus, Frankfurt am Main (2016)
- Dräger, J., Müller-Eiselt, R.: Wir und die intelligenten Maschinen, Wie Algorithmen unser Leben bestimmen und wir sie für uns nutzen können. DVA, München (2019)
- Gabriel, R., Röhrs, H.-P.: Social Media – Potenziale, Trends, Chancen und Risiken. Springer Gabler, Berlin (2017)

- GI (Hrsg.): Die Grand Challenges der Informatik. Gesellschaft für Informatik, Bonn (2014)
- Gluchowski, P.: Data Governance – Grundlagen, Konzepte und Anwendungen. dpunkt, Heidelberg (2020)
- Haneke, U., Trahasch, S., Zimmer, M., Felden, C. (Hrsg.): Data Science – Grundlagen, Architekturen und Anwendungen. dpunkt, Heidelberg (2021)
- Hansen, H.R., Mendling, J., Neumann, G.: Wirtschaftsinformatik, 12. Aufl. de Gruyter, Berlin (2019)
- Hawking, S.: Kurze Antworten auf große Fragen. Klett-Cotta, Stuttgart (2018)
- Hess, T.: Digitale Transformation strategisch steuern. Springer Gabler, Wiesbaden (2019)
- Hofstetter, Y.: Sie Wissen Alles, 4. Aufl. Bertelsmann, München (2014)
- Hofstetter, Y.: Das Ende der Demokratie – Wie die künstliche Intelligenz die Politik übernimmt und uns entmündigt. Bertelsmann, München (2016)
- Keese, C.: Silicon Valley – Wie wir die digitale Transformation schaffen. Bertelsmann, München (2016)
- Kollmann, T., Schmidt, H.: Deutschland 4.0 – Wie die digitale Transformation gelingt. Springer, Wiesbaden (2016)
- Leimeister, J.M.: Einführung in die Wirtschaftsinformatik, 12. Aufl. Springer Gabler, Berlin/Heidelberg (2015)
- Lemke, C., Brenner, W.: Einführung in die Wirtschaftsinformatik, Band 1: Verstehen des digitalen Zeitalters. Springer Gabler, Berlin/Heidelberg (2015)
- Lemke, C., Brenner, W., Kirchner, K.: Einführung in die Wirtschaftsinformatik, Band 2: Gestaltung des digitalen Zeitalters. Springer Gabler, Wiesbaden (2017)
- Lenzen, M.: Künstliche Intelligenz, Was sie kann & was uns erwartet. Beck, München (2018)
- Mainzer, K.: Künstliche Intelligenz, Wann übernehmen die Maschinen? Springer, Berlin (2016)
- Müller, G.: Protektion 4.0: Das Digitalisierungsdilemma. Springer Vieweg, Berlin (2020)
- Precht, R.D.: Jäger, Hirten, Kritiker, Eine Utopie für die digitale Gesellschaft. Goldmann, München (2018)
- Precht, R.D.: Künstliche Intelligenz und der Sinn des Lebens. Goldmann, München (2020)
- Spitzer, M.: Cyberkrank! Wie das digitalisierte Leben unsere Gesundheit ruiniert. Droemer, München (2015)
- Thome, R., Winkelmann, A.: Grundzüge der Wirtschaftsinformatik, Organisation und Informationsverarbeitung. Springer Gabler, Berlin/Heidelberg (2015)

Literatur

- Abeck, S., Lockemann, P., Schiller, J., Seitz, J.: Verteilte Informationssysteme. dpunkt, Heidelberg (2003)
- Abts, D., Mülder, W. (Hrsg.): Masterkurs Wirtschaftsinformatik. Vieweg/Teubner, Wiesbaden (2010)
- Ackoff, R.L.: Scientific Method – Optimizing Applied Research Decisions. Wiley, New York (1962)
- Ackoff, R.L.: A Concept of Corporate Planning. Wiley, New York (1970)
- Ahlert, D.: Anforderungen an Handelsinformationssysteme aus Nutzersicht – Auswertungspotentiale für das Handels- und Wertschöpfungsprozess-Management. In: Ahlert, D., Becker, J., Olbrich, R., Schütte, R. (Hrsg.) Informationssysteme für das Handelsmanagement, S. 3–63. Springer, Berlin (1998)
- Ahlrichs, F., Knuppertz, T.: Controlling von Geschäftsprozessen, 2 Aufl. Schäffer-Poeschel, Stuttgart (2010)
- Aier, S.: Integrationstechnologien als Basis einer nachhaltigen Unternehmensarchitektur: Abhängigkeiten zwischen Organisation und Informationstechnologie. Gito, Berlin (2007)
- Aier, S., Schönherr, M. (Hrsg.): Enterprise application integration – Flexibilisierung komplexer Unternehmensarchitekturen, 2 Aufl. Gito, Berlin (2007)
- Allweyer, T.: Geschäftsprozeßmanagement, Strategie, Entwurf, Implementierung, Controlling. W3L, Herdecke/Bochum (2010)
- Anandarajan, M., Devin, P., Simmers, C.A.: Personal Web Usage in the Workplace. IRM Press, Hershey (2004)
- Anderson, D.J.: Kanban – Evolutionäres Change Management für IT-Organisationen. dpunkt, Heidelberg (2011)
- Aslet, M.: How will the Database Incumbents Respond to NoSQL and NewSQL? 451 Group, Beitrag im Internet (2011)
- Atzert, S.: Strategisches Prozesscontrolling – Koordinationsorientierte Konzeption auf der Basis von Beiträgen zur theoretischen Fundierung von strategischem Prozessmanagement. Gabler, Wiesbaden (2011)
- Backhaus, K., Schneider, H.: Strategisches Marketing, 2 Aufl. Schäffer-Poeschel, Stuttgart (2007)
- Backhaus, K., Büschgen, J., Voeth, M.: Internationales Marketing, 8 Aufl. Schäffer-Poeschel, Stuttgart (2010)
- Balzert, H.: Die Entwicklung von Software-Systemen – Prinzipien, Methoden, Sprachen, Werkzeuge. B.I.-Wissenschaftsverlag, Mannheim (1982)
- Balzert, H. (Hrsg.): CASE-Systeme und Werkzeuge, 4 Aufl. B.I.-Wissenschaftsverlag, Mannheim (1992)

- Balzert, H.: Lehrbuch der Objektmodellierung, Analyse und Entwurf. Spektrum Akademischer, Heidelberg (1999)
- Balzert, H.: Lehrbuch der Softwaretechnik, Basiskonzepte und Requirements Engineering, 3 Aufl. Spektrum Akademischer, Heidelberg (2009)
- Bauer, A., Günzel, H. (Hrsg.): Data-Warehouse-Systeme – Architektur, Entwicklung, Anwendung. dpunkt, Heidelberg (2001)
- Bauernhansl, T., ten Hompel, M., Vogel-Heuser, B. (Hrsg.): Industrie 4.0 in Produktion, Automatisierung und Logistik, Anwendung, Technologien, Migration. Springer Vieweg, Wiesbaden (2014)
- Baumgartner, P., Häfele, H., Häfele, K.: eLearning – Didaktische und technische Grundlagen, Handreichung für den IT-Einsatz im Unterricht. Das Multimedia-Magazin für Österreichs Schulen. **5**, 1–32 (2002)
- Beck, K.: Extreme Programming - Die revolutionäre Methode für Softwareentwicklung in kleinen Teams. Addison-Wesley, München (2000)
- Beck, K., Beedle, M., van Bennekum, A., Cockburn, A., Cunningham, W., Fowler, M., Grenning, J., Highsmith, J., Hunt, A., Jeffries, R., Kern, J., Marick, B., Martin, R., Mellor, S., Schwaber, K., Sutherland, J., Thomas, D.: Manifesto for Agile Software Development, o. O. <https://agilemanifesto.org> (2001). Zugegriffen am 28.10.2019
- Becker, J., Schütte, R.: Handelsinformationssysteme, 2 Aufl. Redline Wirtschaft, Frankfurt am Main (2004)
- Becker, J., Rosemann, M., Schütte, R.: Prozessintegration zwischen Industrie- und Handelsunternehmen – eine inhaltlich-funktionale und methodische Analyse. Wirtschaftsinformatik. **38**(3), 309–316 (1996)
- Becker, J., Algermissen, L., Pfeiffer, D., Räckers, M.: Bausteinorientierte Modellierung von Prozesslandschaften mit der PICTURE-Methode am Beispiel der Universitätsverwaltung Münster. Wirtschaftsinformatik. **29**(4), 267–279 (2007)
- Behme, W., Holthuis, J., Mucksch, H.: Umsetzung multidimensionaler Strukturen. In: Mucksch, H., Behme, W. (Hrsg.) Das Data Warehouse Konzept, 4 Aufl, S. 215–241. Gabler, Wiesbaden (2000)
- Beise, M., Schäfer, U.: Deutschland digital – Unsere Antwort auf das Silicon Valley. Campus, Frankfurt am Main (2016)
- Berentsen, A., Schär, F.: Bitcoin, Blockchain und Kryptoassets. BoD – Books on Demand, Norderstedt (2017)
- Berg, B., Silvia, P.: SAP HANA – An Indroduction, 2 Aufl. Galileo Press, Boston (2013)
- Berger, S., Lehner, F.: Mobile B2B-Anwendungen. In: Hampe, J.F., Schwabe, G. (Hrsg.) Mobile and Collaborative Business 2002, GI-Edition – Lecture Notes in Informatics (LNI), P-16, S. 85–94. Bonn (2002)
- Berger, T.G.: Konzeption und Management von Service-Level-Agreements für IT-Dienstleistungen, Dissertation, TU-Darmstadt, Darmstadt (2005)
- Berndt, O., Leger, L.: Dokumenten-Management-Systeme. Luchterhand, Neuwied (1994)
- Berners-Lee, T.: Der Web-Report. Econ, Düsseldorf/Berlin (2001)
- Bernhard, M.G.: Service-Level-Management = Supply-Chain-Management. In: Bernhard, M.G., Lewandowski, W., Mann, H., Schrey, J. (Hrsg.) IT-Outsourcing und Service-Management, S. 41–72. Symposion, Düsseldorf (2003)
- Berthel, J., Becker, F.G.: Personal-Management, 11 Aufl. Schäffer-Poeschel, Stuttgart (2017)
- Berthold, H.J.: Aktionsdatenbanken in einem kommunikationsorientierten EDV-System. Informatik-Spektrum. **6**, 20–26 (1983)
- Biethahn, J., Mucksch, H., Ruf, W.: Ganzheitliches Informationsmanagement. Oldenbourg, München/Wien (1994)

- Binner, H.F.: Prozessorientierte TQM-Umsetzung, Reihe: Organisationsmanagement und Fertigungsautomatisierung. Hanser, München (2000)
- Bissanz, N., Hagedorn, J., Mertens, H.: Data Mining. In: Mucksch, H., Behme, W. (Hrsg.) Das Data Warehouse Konzept, 2 Aufl, S. 437–468. Gabler, Wiesbaden (1997)
- Bleicher, K.: Organisation – Strategien, Strukturen, Kulturen, 2 Aufl. Gabler, Wiesbaden (1991)
- Boehm, B.W.: Software engineering. IEEE Trans. Comput. **25**(12), 1226–1241 (1976)
- Boehm, B.W.: Guidelines for verifying and validating software requirements and design specifications. In: EURO IFIP 79, S. 711–719. North Holland (1979)
- Böhm, C., Jacopini, G.: Flow diagrams, turing machines and languages with only two formation rules. Commun. ACM. **9**(5), 366–371 (1966)
- Booch, G.: Object-Oriented Analysis and Design with Applications. The Benjamin/Cummings Publishing Company, Redwood City (1991)
- Booch, G., Rumbaugh, J., Jacobson, I.: Unified Modelling Language, User Guide. Addison-Wesley, Reading (1998)
- Bottler, J., Horvath, P., Kargl, H.: Methoden der Wirtschaftlichkeitsberechnung für die Datenverarbeitung. Moderne Industrie, München (1972)
- Bruhn, M.: Kommunikationspolitik, 4 Aufl. Vahlen, München (2007)
- Bruhn, M.: Marketing, 12 Aufl. Gabler, Wiesbaden (2014)
- BSI (Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik): BSI-Standard 100-2, IT-Grundschutz-Vorgehensweise, Version 1.0. Bonn (2005)
- BSI (Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik): Leitfaden IT-Sicherheit, IT-Grundschutz kompakt. Bonn (2012)
- BSI (Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik): IT-Grundschutz-Kataloge, 15. Ergänzungslieferung. Bonn (2016)
- BSI (Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik).: IT-Sicherheit auf Basis der Common Criteria, ein Leitfaden. Bonn (o.J.)
- Buchmann, J.: Einführung in die Kryptografie. Springer, Berlin/Heidelberg (2003)
- Buchta, D., Kannegiesser, M., Klatt, M.: Performance Management zur strategischen Steuerung der Informationstechnologie. Control. Mag. **3**, 277–282 (2003)
- Bühner, R.: Personalmanagement, 3 Aufl. Oldenbourg, München (2005)
- Bullinger, H.-J., Niemeier, J., Koll, P.: Führungsinformationssysteme (FIS): Einführungskonzepte und Entwicklungspotentiale. In: Behme, W., Schimmelpfeng, K. (Hrsg.) Führungsinformationsysteme – Neue Entwicklungstendenzen im EDV-gestützten Berichtswesen, S. 44–62. Gabler, Wiesbaden (1993)
- Bullinger, H.-J., Altenhofen, C., Petrovic, M. (Hrsg.): Marktstudie Dokumenten- und Workflow-Management-Systeme, Teil III: Produkte. IRB, Stuttgart (1998)
- Chamoni, P., Gluchowski, P.: On-Line Analytical Processing (OLAP). In: Mucksch, H., Behme, W. (Hrsg.) Das Data Warehouse Konzept, 4 Aufl, S. 333–376. Gabler, Wiesbaden (2000)
- Chen, P.I.: The entity-relationship-model. ACH TODS. **1**(1), 9–36 (1976)
- Coad, P., Yourdon, E.: Object-Oriented Analysis, 2 Aufl. Yourdon Press, Prentice Hall/Englewood Cliffs (1991a)
- Coad, P., Yourdon, E.: Object-Oriented Design. Yourdon Press, Prentice Hall, Englewood Cliffs (1991b)
- Coase, R.H.: The nature of the firm. Economica. **4**, 386–405 (1937). Als Nachdruck in: Williamsson, O.E.; Winter, S.G. (Hrsg.) The Nature of the Firm: Origins, Evolution, and Development, S. 18–33. Oxford University Press, Oxford (1991)
- Codd, E.F.: The Relational Model for Database Management, 2 Aufl. Addison-Wesley, Boston (1990)
- Codd, E.F., Codd, S.B., Salley, C.T.: Providing OLAP (On-Line Analytical Processing) to User-Analysis – An IT-Mandate, White Paper. Codd & Associates, Ann Arbor (1993)

- Coenenberg, A.G., Haller, A., Mattner, G., Schultze, W.: Einführung in das Rechnungswesen, 6 Aufl. Schäffer-Poeschel, Stuttgart (2016)
- Common Criteria for Information Technologie Security Evaluation: Part 1: Introduction and general model, July 2009, Version 3.1, Revision 3 (2009)
- Conrad, S.: Föderierte Datenbanksysteme. Springer, Heidelberg/Berlin (1997)
- Corsten, H., Gössinger, R.: Produktionswirtschaft, 14 Aufl. de Gruyter Oldenbourg, Berlin/Boston (2016)
- Dadam, P.: Verteilte Datenbanken und Client/Server-Systeme. Springer, Berlin (1996)
- Dantzig, G.B.: Linear Programming and Extensions. Princeton University Press, Princeton (1968)
- Dantzig, G.B.: Linear programming. Oper. Res. **50**, 42–47 (2002)
- De Marco, T.: Structured Analysis and System Specification. Prentice Hall Inc, Englewood Cliffs (1979)
- Derungs, M., Vogler, P., Österle, H.: Kriterienkatalog Workflow-Systeme, Arbeitsbericht Nr. IM HSG/CC PSI/1, Version 1.0, 21.11.1995, Institut für Wirtschaftsinformatik der Universität St. Gallen, St. Gallen (1995)
- Dierstein, R.: Sicherheit in der Informationstechnik, der Begriff IT-Sicherheit. Informatik Spektrum. **27**(4), 343–353 (2004)
- Dijkstra, E.W.: A Discipline of Programming. Prentice Hall Inc, Englewood Cliffs (1967)
- Dijkstra, E.W.: Go to statement considered harmful. Commun. ACM. **11**(3), 147–148 (1968)
- DIN 44300: Informationsverarbeitung – Begriffe, Informationsdarstellung, DIN. Berlin (1988)
- Douceur, J.R.: The SybilAttack. In: Druscel, P., Kaashoek, F., Rowstron, A. (Hrsg.) Peer-to-Peer Systems, S. 251–260. Springer, Berlin (2002)
- Dräger, J., Müller-Eiselt, R.: Wir und die intelligenten Maschinen, Wie Algorithmen unser Leben bestimmen und wir sie für uns nutzen können. DVA, München (2019)
- Drescher, D.: Blockchain. Grundlagen, Frechen (2017)
- DSGVO – BDSG: Texte und Erläuterungen, Bundesbeauftragter für den Datenschutz und die Informationsfreiheit. Bonn (2019)
- Dwortschek, S.: Management-Informations-Systeme. de Gruyter, Berlin/New York (1971)
- Ebert, K.: Warenwirtschaftssysteme und Warenwirtschafts-Controlling. Lang, Frankfurt am Main (1986)
- Ecker, F., van Caster, C.: Die neue DIN ISO 9001:2000. In: Leistung und Lohn, Zeitschrift für Arbeitswirtschaft, Bundesvereinigung der Deutschen Arbeitgeberverbände, Nr. 353/354/355, April 2001 (2001)
- Eckert, C.: IT-Sicherheit, Konzepte – Verfahren – Protokolle, 10 Aufl. de Gruyter Oldenbourg, München/Wien (2018)
- Ehli, A.: Electronic Data Interchange (EDI). In: Bullinger, H.-J., Berres, A. (Hrsg.) E-Business – Handbuch für den Mittelstand – Grundlagen, Rezepte, Praxisberichte, S. 1001–1081. Springer, Berlin (2000)
- Elgamal, T.: A public key cryptosystem and a signature scheme based on discrete logarithms. IEEE Trans. Inf. Theory. **31**(4), 469–472 (1985)
- Enzinger, M.: Verknüpfung der Balanced Scorecard mit dem Value Based Management. Control. News. **5**, 162–164 (2004)
- Epstein, M.J., Roy, M.J.: How does your board rate? Strateg. Finance, 25–31 (2004)
- Evers, C., Oecking, G.F.: Auswahl eines geeigneten Führungsinformationssystems – Marktanalyse und firmenspezifisches Anforderungsprofil. Control. Comput. **4**, 214–218 (1993)
- Fähnrich, K.-P., Altenhofen, C., Groh, G.: Dokumenten-Technologien gehen dem Papier an den Kragen – Papier ist (un-)geduldig. IT Manag. **8**, 52–57 (1998)
- Fasel, D., Meier, A. (Hrsg.): Big Data, Praxis der Wirtschaftsinformatik. HMD **51**(4) (2014)

- Fasel, D., Meier, A. (Hrsg.): Big Data, Grundlagen, Systeme und Nutzungspotenziale. Springer Vieweg, Wiesbaden (2016a)
- Fasel, D., Meier, A.: Was versteht man unter Big Dat und NoSQL? In: Fasel, D., Meier, A. (Hrsg.) Big Data, S. 3–16. Springer Vieweg, Wiesbaden (2016b)
- Ferstl, O., Sinz, E.J.: Geschäftsprozessmodellierung. Wirtschaftsinformatik. **35**(6), 589–592 (1993)
- Fieweger, U.: Ein Vorgehensmodell zur Einführung von Standardsoftware – Grundlegung und Anwendung am Beispiel eines Kaltwalzwerkes, Diplomarbeit, Wirtschaftsinformatik. FernUniversität Hagen, Hagen (1996)
- Fingerlos, U.R., Golla, G., Pastwa, A., Gluchowski, P., Gabriel, R.: Risikoreporting in Finanzinstituten, Anforderungen, Konzepte, Prototyping. Springer Gabler, Wiesbaden (2020)
- Fleisch, E.: Das Netzwerkunternehmen – Strategien und Prozesse zur Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit in der „Networked Economy“. Springer, Berlin (2001)
- Flynn, M.J.: Some computer organizations and their effectiveness. IEEE Trans. Comput. **C-21**, 948–960 (1972)
- Flynn, M.J.: Computer Architecture. Jones and Bartlett, Burlington (1995)
- Forrester, J.W.: Industrial Dynamics. MIT Press, Cambridge, MA (1961)
- Fremann, C.: IT-Governance – Konzepte, Standards und Instrumente, Diplomarbeit. FernUniversität in Hagen, Fakultät für Wirtschaftswissenschaft, Hagen (2006)
- Gabriel, R.: Wissensbasierte Systeme in der betrieblichen Praxis. McGraw-Hill, London (1992)
- Gabriel, R., Beier, D.: Informationsmanagement in Organisationen. Kohlhammer, Stuttgart (2003)
- Gabriel, R., Hoppe, U. (Hrsg.): Electronic Business. Physica, Heidelberg (2002)
- Gabriel, R., Röhrs, H.-P.: Datenbanksysteme, Konzeptionelle Datenmodellierung und Datenbankarchitekturen, 2 Aufl. Springer, Berlin/Heidelberg/New York (1995)
- Gabriel, R., Röhrs, H.-P.: Gestaltung und Entwicklung von Datenbanksystemen, Data Base Engineering und Datenbankarchitekturen. Springer, Berlin/Heidelberg/New York (2003)
- Gabriel, R., Röhrs, H.-P.: Social Media – Potenziale, Trends, Chancen und Risiken. Springer Gabler, Berlin (2017)
- Gadatsch, A.: Entwicklung eines Konzepts zur Modellierung und Evaluation von Workflows, Dissertation. FernUniversität in Hagen, Hagen (1998)
- Gadatsch, A.: Grundkurs Geschäftsprozessmanagement, Methoden und Werkzeuge für die IT-Praxis: Eine Einführung für Studenten und Praktiker, 6 Aufl. Viehweg + Teubner, Wiesbaden (2010)
- Gadatsch, A., Mayer, E.: Masterkurs IT-Controlling – Grundlagen und strategischer Stellenwert, 2 Aufl. Vieweg, Wiesbaden (2005)
- Gadatsch, A., Kuppertz, T., Schnägelberger, S.: Status Quo Geschäftsprozessmanagement – Umfrage zur aktuellen Situation in Deutschland, Österreich und der Schweiz. www.bpm-expo.com (2007)
- Gaitanides, M.: Prozeßorganisation – Entwicklung, Ansätze und Programme prozeßorientierter Organisationsgestaltung. Vahlen, München (1983)
- Gal, T., Gehring, H.: Betriebswirtschaftliche Planungs- und Entscheidungstechniken. DeGruyter, Berlin/New York (1981)
- Gallasch, W.: Wirtschaftliche Bedeutung und betriebliche Auswirkungen des elektronischen Datenaustausches. In: Scheer, A.-W. (Hrsg.) Handbuch Informations-Management – Aufgaben, Konzepte, Praxislösungen, S. 567–587. Gabler, Wiesbaden (1993)
- Galler, J., Scheer, A.-W.: Workflow-Projekte: Vom Geschäftsprozeß zur unternehmensspezifischen Workflow-Anwendung. Inf. Manag. **1**, 20–27 (1995)
- Gane, C., Sarson, T.: Structured Systems Analysis. Prentice-Hall, Englewood Cliffs (1979a)
- Gane, T., Sarson, T.: Structured Systems Analysis: Tools and Techniques. Prentice Hall Inc, Englewood Cliffs (1979b)

- Gassner, C.: Konzeptionelle Integration heterogener Transaktionssysteme, Dissertation Nr.1879, Universität St. Gallen, St. Gallen (1996)
- Gehring, H.: Projekt-Informationssysteme. DeGruyter, Berlin/New York (1975)
- Gehring, H.: Betriebliche Anwendungssysteme, Kurseinheit 2, Prozessorientierte Gestaltung von Informationssystemen. FernUniversität in Hagen, Hagen (1998)
- Gehring, H., Pankratz, G.: Grundzüge der Wirtschaftsinformatik, Kurseinheit 1: Technologische Grundlagen der Wirtschaftsinformatik. FernUniversität in Hagen, Hagen (2012a)
- Gehring, H., Pankratz, G.: Grundzüge der Wirtschaftsinformatik, Kurseinheit 2: Modellierung von Informationssystemen. FernUniversität in Hagen, Hagen (2012b)
- Gehring, H., Pankratz, G.: Grundzüge der Wirtschaftsinformatik, Kurseinheit 3: Systeme der innerbetrieblichen Informationsverarbeitung. FernUniversität in Hagen, Hagen (2012c)
- Gehring, H., Pankratz, G.: Grundzüge der Wirtschaftsinformatik, Kurseinheit 4: Netzbasierte und zwischenbetriebliche Informationsverarbeitung. FernUniversität in Hagen, Hagen (2012d)
- Gehring, H., Pankratz, G.: Grundzüge der Wirtschaftsinformatik, Kurseinheit 5: Informationsmanagement. FernUniversität in Hagen, Hagen (2012e)
- Gehring, H., Röscher, P.: Einführung in Modula-2, Programmierung und Systementwicklung. DeGruyter, Berlin/New York (1989)
- Georg, T., Gruber, P.: Elektronischer Geschäftsverkehr – EDI in deutschen Unternehmen, Technologie, Effekte, Praxisbeispiele. Computerwoche-Verlag, München (1995)
- GI (Hrsg.): Die Grand Challenges der Informatik. Gesellschaft für Informatik, Bonn (2014)
- Gloer, A., Groothuis, U.: Völlig umgedreht. Wirtschaftswoche vom 05.08.1994, Nr. 32, S. 54–56 (1994)
- Gluchowski, P.: Entwicklungstendenzen bei Analytischen Informationssystemen. In: Gluchowski, P., Chamoni, P. (Hrsg.) Analytische Informationssysteme, 5 Aufl, S. 225–238. Springer Gabler, Berlin/Heidelberg (2016)
- Gluchowski, P.: Data Governance – Grundlagen, Konzepte und Anwendungen. dpunkt, Heidelberg (2020)
- Gluchowski, P., Chamoni, P. (Hrsg.): Analytische Informationssysteme, Business Intelligence-Technologien und -Anwendungen, 5 Aufl. Springer Gabler, Berlin/Heidelberg (2016)
- Gluchowski, P., Hofmann, M.: Moderne Technologie- und Architekturkonzepte für Analytische Ecosysteme. In: Steven, M., Klünder, T. (Hrsg.) Big Data, S. 58–83. Kohlhammer, Stuttgart (2020)
- Gluchowski, P., Gabriel, R., Chamoni, P.: Management Suport Systeme – Computergestützte Informationssysteme für Führungskräfte und Entscheidungsträger. Springer, Berlin/Heidelberg (1997)
- Gluchowski, P., Gabriel, R., Dittmer, C.: Management Support Systeme und Business Intelligence – Computergestützte Informationssysteme für Fach- und Führungskräfte. Springer, Berlin/Heidelberg (2008)
- Gora, W., Röttger-Gerigk, S. (Hrsg.): Handbuch Mobile-Commerce. Springer, Berlin (2002)
- Gottschalk, J., Friedrich, H., Billig, A.: Marktübersicht Wissensportale. Informatik-Spektrum. **28**(3), 202–209 (2005)
- Götze, U.: ZP-Stichwort: Prozesscontrolling. Z. Planung Unternehmenssteuerung. **18**, 323–332 (2007)
- Graeve, C.: M-Commerce – Mobilität, Machbarkeit und Manie. HMD. **220**, 5–14 (2001)
- Gronau, N., Becker, J., Kliewer, N., Leimeister, J.M., Overhage, S. (Hrsg.): Enzyklopädie der Wirtschaftsinformatik, Online-Lexikon, 11 Aufl. GIT-Verlag, Berlin (2019)
- Gumm, H.P., Sommer, M.: Einführung in die Informatik. Pearson Studium, München (2012)
- Hackstein, R., Köhl, E.: Datenintegration – Wunsch oder Wirklichkeit? CIM-Manag. **7**, 30–34 (1991)
- Haibin, Z.: Challenges to reusable services. IEEE Int. Conf. Serv. **2**, 243–244 (2005)

- Hamaker, S.: Spotlight on governance. *Inf. Syst. Control J.* **1**, 15 (2003)
- Hammer, M., Champy, J.: *Reengineering the Corporation: A Manifesto for Business Revolution*. Harper Collins Publishers Inc., New York (1993)
- Hammon, L., Hippner, H.: Crowdsourcing. *Bus. Inf. Sci. Eng.* **4**(3), 163–166 (2012). Springer, Berlin/Heidelberg
- Haneke, U., Trahasch, S., Zimmer, M., Felden, C. (Hrsg.): *Data Science – Grundlagen, Architekturen und Anwendungen*. dpunkt, Heidelberg (2021)
- Hansen, H.R., Neumann, G.: *Wirtschaftsinformatik I*, 8 Aufl. Lucius & Lucius, Stuttgart (2001)
- Hansen, H.R., Mendling, J., Neumann, G.: *Wirtschaftsinformatik*, 12 Aufl. de Gruyter, Berlin (2019)
- Hardwick, M., Bolton, R.: The industrial virtual enterprise. *Commun. ACM.* **40**(9), 59–60 (1997)
- Harrington, J.: *Computer-Integrated Manufacturing*. Industrial Press, New York (1973)
- Haselman, T., Vossen, G.: Database-as-a-Service für kleinere und mittlere Unternehmen, Working Paper. Universität Münster, Münster (2010)
- Häusler, O., Schwickert, A.C., Ebersberger, S.: *IT-Service-Management – Referenzmodelle im Vergleich*. Justus-Liebig-Universität Gießen, Gießen (2005)
- Hawking, S.: *Kurze Antworten auf große Fragen*. Klett-Cotta, Stuttgart (2018)
- Hayes-Roth, F., Waterman, D.A., Lenat, D.B.: An overview of expert systems. In: Hayes-Roth, F., et al. (Hrsg.) *Building Expert Systems*, S. 3–29. Addison-Wesley, London/Reading (1983)
- Heilmann, H.: Wissensmanagement – ein neues Paradigma? *Praxis der Wirtschaftsinformatik (HMD)*. **36**(208), 7–23 (1999)
- Heinrich, L.J., Lehner, F.: *Informationsmanagement*, 8 Aufl. R. Oldenbourg, München/Wien (2005)
- Helber, C.: Entscheidungen bei der Gestaltung optimaler EDV-Systeme. Minerva, München (1981)
- Henning, K.W.: *Einführung in die betriebswirtschaftliche Organisationslehre*. Springer, Berlin (1934)
- Herlyn, W.: *PPS im Automobilbau*. Hanser, München (2012)
- Herold, H., Lurz, B., Wohlrab, J., Hopf, M.: *Grundlagen der Informatik*, 3 Aufl. Pearson Studium, München (2017)
- Herrmann, M., Pentek, B., Otto, B.: Design Principles for Industrie 4.0 Scenarios. In: *Proceedings of the 49th Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS)*, 6.–8. Januar 2016, Hawaii, S. 3928–3973 (2016)
- Hertel, J.: *Warenwirtschaftssysteme – Grundlagen und Konzepte*, 3 Aufl. Physica, Heidelberg (1999)
- Herzig, M.: Basistechnologien und Standards des Mobile Business. *Wirtschaftsinformatik*. **43**(4), 397–404 (2001)
- Hess, T.: *Digitale Transformation strategisch steuern*. Springer Gabler, Wiesbaden (2019)
- Heuer, A.: *Objektorientierte Datenbanken*. Bonn, München (1997)
- Hippner, H.: Einsatzpotentiale von Social Software. *HMD*. **43**, 6–16 (2006)
- Hippner, H., Wilde, K.D.: CRM – Ein Überblick. In: Helmke, S., Uebel, M., Dangelmaier, W. (Hrsg.) *Effektives Customer Relationship Management*, 3 Aufl. S. 3–37. Gabler, Wiesbaden (2003)
- Hirsch-Kreinsen, H.: Einleitung, Digitalisierung industrieller Arbeit. In: Hirsch-Kreinsen, H., Ittermann, P., Niehaus, J. (Hrsg.) *Digitalisierung industrieller Arbeit, Die Vision Industrie 4.0 und ihre sozialen Herausforderungen*, S. 11ff. Nomos, Baden-Baden (2015)
- HMD: Big Data, Praxis der Wirtschaftsinformatik. **51**(4) (2014)
- Hoare, C.A.R.: An axiomatic basis for computer programming. *Commun. ACM.* **12**, 576–580 (1969)
- Hoeren, T.: Das Telemediengesetz. Neue Juristische Wochensch. **12**, 801–806 (2007) Beck
- Hofmann, J.: Aktionsorientierte Datenbanken im Fertigungsbereich, Reihe Betriebs- und Wirtschaftsinformatik 27, Berlin (1988)
- Hofmann, U.: *Netzwerk-Ökonomie*. Physica, Heidelberg (2001)
- Hofstetter, Y.: *Sie Wissen Alles*, 4 Aufl. Bertelsmann, München (2014)

- Hofstetter, Y.: Das Ende der Demokratie – Wie die künstliche Intelligenz die Politik übernimmt und uns entmündigt. Bertelsmann, München (2016)
- Höhn, R.: Der Data Warehouse Spezialist: Entwurf, Methoden und Umsetzungen eines Data Warehouses. Addison-Wesley, München (2000)
- Hollingsworth, D.: Workflow Management Coalition – The Workflow Reference Model, Document Number TC00-1003. The Workflow Management Coalition, Winchester (1995)
- Horvath, P.: Umsetzungserfahrungen mit der Balanced Scorecard – Echtes Lernen erfordert mehr als die Beschreibung einzelner Success Stories. Kostenrechnungspraxis Sonderh. **2**, 125–127 (2000)
- Horvath, P.: Controlling, 9 Aufl. Vahlen, München (2003)
- Howe, J.: The rise of crowdsourcing. *Wired Mag.* **14**(6), 1–4 (2006)
- Hungenberg, H.: Bildung und Entwicklung von strategischen Allianzen, theoretische Erklärungen, illustriert am Beispiel der Telekommunikationsbranche. In: Engelhard, J., Sinz, E.J. (Hrsg.) Kooperation im Wettbewerb, S. 3–29. Gabler, Wiesbaden (1999)
- IFAC (Hrsg.): Enterprise Governance – Getting the Balance Right. International Federation of Accountants, New York (2004)
- Inmon, W.H.: Building the Data Warehouse. Wiley, New York (1993)
- ITGI (Hrsg.): CobiT 3rd Edition Framework. ITGI, Rolling Meadows (2000)
- ITGI (Hrsg.): Board Briefing on IT Governance, 2 Aufl. ITGI, Rolling Meadows (2003)
- Jackson, M.A.: Principles of Program Design. Academic Press, London/New York (1975)
- Jacobson, I., Christerson, M., Jonsson, P., Övergaard, G.: Object-Oriented Software Engineering – A Use Case Driven Approach. Addison Wesley, Wokingham (1992)
- Jäger-Goy, H.: Instrumente des IV-Controlling. In: von Dobschütz, L., Barth, M., Jäger-Goy, M., Kütz, H., Müller, M. (Hrsg.) IV-Controlling – Konzepte, Umsetzungen, Erfahrungen, S. 23–36. Gabler, Wiesbaden (2000a)
- Jäger-Goy, H.: Das Controlling des Outsourcing-Prozesses von IV-Leistungen. In: von Dobschütz, L., Barth, M., Jäger-Goy, M., Kütz, H., Müller, M. (Hrsg.) IV-Controlling, Konzepte – Umsetzungen – Erfahrungen, S. 551–569. Gabler, Wiesbaden (2000b)
- Jahnke, B.: Einsatzkriterien, kritische Erfolgsfaktoren und Einführungsstrategien für Führungsinformationssysteme. In: Behme, W., Schimmelpfeng, K. (Hrsg.) Führungsinformationssysteme, Neue Entwicklungstendenzen im EDV-gestützten Berichtswesen, S. 29–43. Gabler, Wiesbaden (1993)
- Jung, H.: Allgemeine Betriebswirtschaftslehre, 12 Aufl. Oldenbourg, München (2010)
- Jungbluth, V.: Wem die Stunde schlägt – Termin- und Kontaktmanager im Vergleich. *c't Arch.* **19**, 138 (1999)
- Kampfmeyer, U., Merkel, B.: Grundlagen des Dokumentenmanagements – Einsatzgebiete, Technologien, Trends. Gabler, Wiesbaden (1997)
- Kaplan, A.M., Haenlein, M.: Users of the world, unite! The challenges and opportunities of Social Media. *Bus. Horiz.* **1**(53), 59–68 (2010)
- Kaplan, R.S., Norton, D.P.: The balanced scorecard – measures that drive performance. *Harv. Bus. Rev.* **70**, 71–79 (1992)
- Kaplan, R.S., Norton, D.P.: Balanced Scorecard – Strategien erfolgreich umsetzen. Schäffer-Pöschel, Stuttgart (1997)
- Kargermaann, H.: Chancen von Industrie 4.0 nutzen. Springer, Berlin/Heidelberg (2017)
- Kargl, H.: Controlling im DV-Bereich, 3 Aufl. Oldenbourg, München/Wien (1996)
- Kargl, H.: Management und Controlling von IV-Projekten. Oldenbourg, München (2000)
- Kauffels, F.-J.: Lokale Netze, 15 Aufl. mitp, Frechen (2003)
- Keese, C.: Silicon Valley – Wie wir die digitale Transformation schaffen. Bertelsmann, München (2016)

- Kehren, V.: Service Level Management in einer Bundesbehörde, Diplomarbeit. FernUniversität in Hagen, Fachbereich Wirtschaftswissenschaft, Hagen (2006)
- Keller, G., Nüttgens, M., Scheer, A.-W.: Semantische Prozessmodellierung auf der Grundlage „Ergebnisgesteuerter Prozessketten (EPK)“. In: Scheer, A.-W. (Hrsg.) Veröffentlichungen des Instituts für Wirtschaftsinformatik, Heft 89. Saarbrücken (1992)
- Kemper, H.-G., Mehanna, W., Unger, C.: Business Intelligence – Grundlagen und praktische Anwendungen. Springer Vieweg, Wiesbaden (2004)
- Kirchmer, M., Scheer, A.-W.: Change Management – der Schlüssel zu Business Process Excellence. In: Scheer, A.-W., Abolhassan, F., Jost, W., Kirchmer, M. (Hrsg.) Change Management im Unternehmen, S. 1–14. Springer, Berlin/Heidelberg (2003)
- Kirsch, W.: Betriebswirtschaftslehre – Systeme, Entscheidungen, Methoden. Gabler, Wiesbaden (1973)
- Kisling, T.: Klimaschädling Bitcoin. Fränkische Nachr. **19** (2021)
- Klagge, D., Nett, W., Windler, A.: Leitfaden Electronic Data Interchange (EDI) im mittelständischen Betrieb – Organisation und Technik, Chancen und Risiken. Josef Eul, Köln (1998)
- Klein, S.: Interorganisationssysteme und Unternehmensnetzwerke. Deutscher Universitätsverlag, Wiesbaden (1996)
- Knabke, T., Olbrich, S.: Grundlagen und Einsatzpotentiale von In-Memory-Datenbanken. In: Gluchowski, P., Chamoni, P. (Hrsg.) Analytische Informationssysteme, 5 Aufl, S. 187–203. Springer Gabler, Berlin/Heidelberg (2016)
- Koglin, U.: SAP S/4HANA, Voraussetzungen, Nutzen, Erfolgsfaktoren. SAPPRESS, Bonn (2016)
- Kollmann, T.: E-Business, Grundlagen elektronischer Geschäftsprozesse in der Net Economy, 5 Aufl. Gabler, Wiesbaden (2013)
- Kollmann, T., Schmidt, H.: Deutschland 4.0 – Wie die digitale Transformation gelingt. Springer, Wiesbaden (2016)
- Kölzsch, T., Reichenbach, M.: Ein nutzenorientiertes Konzept zur Risikoeinschätzung und Risiko-handhabung bei der Zahlungssystemauswahl. In: Röhm, A., Fox, D., Grimm, R., Schoder, D. (Hrsg.) Sicherheit und Electronic Commerce – Konzepte, Modelle, technische Möglichkeiten, S. 79–91. Vieweg, Braunschweig/Wiesbaden (1999)
- Koontz, H., O'Donnell, C.: Principles of Management: An Analysis of Managerial Functions. McGraw-Hill, New York (1955)
- Kosiol, E.: Organisation der Unternehmung. Gabler, Wiesbaden (1962)
- Kosiol, E.: Betriebswirtschaftslehre und Unternehmensforschung. Z. Betriebswirtschaftliche Forschung. **34**(12), 743–762 (1964)
- Kossel, A.: Intranet-Hype. c't. **5**, 69 (1996)
- Krafcik, J.F.: Triumph of the lean production system. Sloan Manag. Rev. **30**(1), 41–52 (1988)
- Krcmar, H.: Innovationen durch Strategische Informationssysteme. In: Dichtl, E., Gerke, W., Kieser, A. (Hrsg.) Innovation und Wettbewerbsfähigkeit, S. 227–246. Gabler, Wiesbaden (1987)
- Krcmar, H.: Informationsverarbeitungs-Controlling in der Praxis. Inf. Manag. **2**, 6–18 (1992)
- Krcmar, H.: Informationsmanagement, 4 Aufl. Springer, Berlin (2005)
- Krcmar, H.: Informationsmanagement, 6 Aufl. Springer, Berlin (2015)
- Krcmar, H., Buresch, A.: IV-Controlling, Ein Rahmenkonzept für die Praxis. Controlling. **5**, 294–303 (1994)
- Krcmar, H., Buresch, A.: IV-Controlling – Ein Rahmenkonzept. In: Krcmar, H., Buresch, A., Reb, M. (Hrsg.) IV-Controlling auf dem Prüfstand: Konzept – Benchmarking – Erfahrungsberichte, S. 1–20. Gabler, Wiesbaden (2000)
- Krcmar, H., Son, S.: Editorial zum Schwerpunktthema IV-Controlling. Wirtschaftsinformatik. **46**(3), 165–166 (2004)
- Kudlich, H.: Verteilte Datenbanken. Siemens AG, Berlin/München (1992)

- Kühling, J., Klar, M., Sackmann, F.: Datenschutzrecht, 5 Aufl. C.F. Müller, Heidelberg (2021)
- Kummer, W., Spühler, R., Wyssen, R.: Projektmanagement. Industrielle Organisation, Zürich (1993)
- Küpper, H. (Hrsg.): Controlling: Konzeption, Aufgaben und Instrumente, 3 Aufl. Schaeffer-Poeschel, Stuttgart (2001)
- Kurbel, K.: Enterprise Resource Planning und Supply Chain Management in der Industrie, 7 Aufl. Oldenbourg, München (2011)
- Kurbel, K., Nenoglu, G., Schwarz, G.: Von der Geschäftsprozess-Modellierung zur Workflow-Spezifikation – Zur Kompatibilität von Modellen und Werkzeugen. Handbuch der Maschinellen Datenverarbeitung. **34**(198), 66–82 (1997)
- Lackes, R.: Just-in-Time-Production. Gabler, Wiesbaden (1995)
- Laudon, K.C., Laudon, J.P., Schoder, D.: Wirtschaftsinformatik, 2 Aufl. Pearson, München/Boston (2010)
- Laudon, K.C., Laudon, J.P., Schoder, D.: Wirtschaftsinformatik, eine Einführung, 3 Aufl. Pearson Studium, München (2016)
- Lechtenbörger, J., Vossen, G.: NoSQL, NewSQL, Map-Reduce und Hadoop. In: Gluchowski, P., Chamoni, P. (Hrsg.) Analytische Informationssysteme, 5 Aufl, S. 205–223. Springer Gabler, Berlin/Heidelberg (2016)
- Lehner, E.: Mobile Business – Mobile Service, Forschungsbericht Nr. 49, Universität Regensburg, WI3, Regensburg (2001)
- Leimeister, J.M.: Einführung in die Wirtschaftsinformatik, 12 Aufl. Springer Gabler, Berlin/Heidelberg (2015)
- Leistert, O.: Führungskoordinierendes Geschäftsprozesscontrolling. Kovac, Hamburg (2006)
- Lemke, C., Brenner, W.: Einführung in die Wirtschaftsinformatik, Band 1: Verstehen des digitalen Zeitalters. Springer Gabler, Berlin/Heidelberg (2015)
- Lemke, C., Brenner, W., Kirchner, K.: Einführung in die Wirtschaftsinformatik, Band 2: Gestaltung des digitalen Zeitalters. Springer Gabler, Wiesbaden (2017)
- Lemme, M.: Erfolgsfaktor Einkauf. Durch gezielte Einkaufspolitik Kosten senken und Erträge steigern. Cornelsen, Berlin (2005)
- Lenhard, T.H.: Datensicherheit. Springer Vieweg, Berlin (2017)
- Lenzen, M.: Künstliche Intelligenz, Was sie kann & was uns erwartet. Beck, München (2018)
- Lewin, M., Dogan, A., Schwarz, J., Fay, A.: Distributed-Ledger-Technologien und Industrie 4.0 – Eine Untersuchung der Relevanz für Industrie 4.0. Informatik-Spektrum. **42**(3), 166–173 (2019)
- Li, C., Bernoff, J.: Why the Groundswell, and Why Now? Social Technologies Are Here to Stay. Harvard Business Press, Boston (2008)
- Lipschutz, S.: Datenstrukturen. McGraw-Hill, Hamburg (1987)
- Löffler, R., Maier, F.: Die Sozialen Medien des Web 2.0. In: Michels, D., Schildhauer, T. (Hrsg.) Social Media Handbuch – Theorien, Methoden, Modelle und Praxis, 2 Aufl, S. 282–292. Nomos, Baden-Baden (2012)
- Loos, P., Fettke, P.: Zum Beitrag empirischer Forschung in der Informationsmodellierung – Theoretische Aspekte und praktische Beispiele. In: Loos, P., Krcmar, H. (Hrsg.) Architekturen und Prozesse – Strukturen und Dynamik in Forschung und Unternehmen. Springer, Berlin (2007)
- Loos, P., Balzert, S., Werth, D.: Controlling von Geschäftsprozessen. In: Jochem, R., Mertins, K., Knothe, T. (Hrsg.) Prozessmanagement – Strategien, Methoden, Umsetzung. Symposium, Düsseldorf (2010)
- Loos, P., Lechtenbörger, J., Vossen, G., et al.: In-Memory Datenmanagement in betrieblichen Anwendungssystemen. Wirtschaftsinformatik. **53**, 383–390 (2011)
- Lusti, M.: Dateien und Datenbanken, 3 Aufl. Springer, Berlin/Heidelberg (1997)
- Mag, W.: Unternehmensplanung. Vahlen, München (1995)
- Magal, S.R., Word, J.: Integrated Business Processes with ERP Systems. Wiley, Hoboken (2012)

- Mainzer, K.: Künstliche Intelligenz, Wann übernehmen die Maschinen? Springer, Berlin (2016)
- Malone, T.W., Yates, J., Benjamin, R.I.: Electronic markets and electronic hierarchies. *Commun. ACM.* **30**(6), 484–497 (1987)
- Mann, C.C.: The end of Moore's law? *Technol. Rev.* **103**(3), 43–48 (2000)
- Martin, W.: Data Warehousing und Data Mining – Marktübersicht und Trends. In: Mucksch, H., Behme, W. (Hrsg.) Das Data Warehouse Konzept, 2 Aufl, S. 119–133. Gabler, Wiesbaden (1997)
- McFarlan, F.W., McKenney, J.L., Pyburn, P.: Information archipelago, Plotting a course. *Harv. Bus. Rev.* **61**(1), 145–155 (1983)
- Meier, A.: Relationale Datenbanken, 3 Aufl. Springer, Berlin/Heidelberg (1998)
- Meier, A.: Relationale und postrelationale Datenbanken, 6 Aufl. Springer, Berlin/Heidelberg (2007)
- Meier, A.: Datenmanagement mit SQL und NoSQL. In: Fasel, D., Meier, A. (Hrsg.) Big Data. Springer Vieweg, Wiesbaden (2016)
- Meier, A., Kaufmann, M.: SQL- und NoSQL-Datenbanken. Springer, Berlin/Heidelberg (2016)
- Meinel, C., Sack, H.: WWW – Kommunikation, Internetworking, Web-Technologien. Springer, Berlin (2004)
- Mell, P., Grance, T.: The NIST Definition of Cloud Computing. National Institute of Standards and Technology, Gaithersburg (2011)
- Melzer, I.: Service-Orientierte Architekturen mit Web Services: Konzepte, Standards, Praxis, 4 Aufl. Spektrum, Heidelberg (2010)
- Mertens, P.: Einsatzpotentiale und Anwendungsklassen für Expertsysteme. In: Kurbel, K., Strunz, H. (Hrsg.) Handbuch Wirtschaftsinformatik, S. 523–540. Poeschel, Stuttgart (1990)
- Mertens, P.: Integrierte Informationsverarbeitung 1, Aministrations- und Dipositionssysteme in der Industrie, 9 Aufl. Gabler, Wiesbaden (1993)
- Mertens, P.: Moden und Nachhaltigkeit in der Wirtschaftsinformatik, Arbeitspapier Nr. 1/2006, Universität Erlangen-Nürnberg, Wirtschaftsinformatik I, Nürnberg (2006)
- Mertens, P.: Integrierte Informationsverarbeitung 1, 18 Aufl. Gabler, Wiesbaden (2012)
- Mertens, P., Griese, J.: Integrierte Informationsverarbeitung 2, Planungs- und Kontrollsysteme in der Industrie, 7 Aufl. Gabler, Wiesbaden (1993)
- Mertens, P., Meier, M.: Integrierte Informationsverarbeitung 2, Planungs- und Kontrollsysteme in der Industrie, 10 Aufl. Gabler, Wiesbaden (2009)
- Mertens, P., Schumann, M., Hohe, U.: Informationstechnik als Mittel zur Verbesserung der Wettbewerbsposition – Erkenntnisse aus einer Beispielsammlung. In: Zur, E., Spremann, K. (Hrsg.) Informationstechnologie und strategische Führung, S. 109–135. Gabler, Wiesbaden (1989)
- Merz, M.: Elektronische Märkte im Internet. Thomson, Bonn (1996)
- Merz, M.: Electronic Commerce, Marktmodelle, Anwendungen und Technologien. dpunkt, Heidelberg (1999)
- Metzger, C., Villar, J.: Cloud Computing, Chancen und Risiken aus technischer und unternehmerischer Sicht. Hanser, München (2012)
- Meyer-Wegener, K.: Multimediale Datenbanken. Springer Vieweg, Wiesbaden (2003)
- Milde, H.: Informationssysteme für das Handelsmanagement. In: Ahlert, D., Becker, J., Olbrich, R., Schütte, R. (Hrsg.) Informationssysteme für das Handelsmanagement, S. 289–303. Springer, Berlin/Heidelberg (1998)
- Milgram, S.: The SMALL-WORLD problem. *Psychol. Today.* **1**, 61–67 (1967)
- Möllmann, S.: Executive Information Systems: Navigationsinstrumente zur Unternehmensführung. *Z. Organ.* **6**, 366–367 (1992)
- Moore, G.E.: Cramming more components onto integrated circuits. *Electronics.* **38**(8), 114–117 (1965)

- Mucksch, H., Behme, W.: Die Notwendigkeit einer entscheidungsorientierten Informationsversorgung. In: Mucksch, H., Behme, W. (Hrsg.) Das Data Warehouse Konzept, 2 Aufl, S. 3–30. Gabler, Wiesbaden (1997)
- Mucksch, H., Behme, W. (Hrsg.): Das Data Warehouse Konzept, 4 Aufl. Gabler, Wiesbaden (2000)
- zur Mühlen, M., Hansmann, H.: Workflowmanagement. In: Becker, J., Kugeler, M., Rosemann, M. (Hrsg.) Prozessmanagement – ein Leitfaden zur prozessorientierten Organisationsgestaltung, S. 373–407. Springer, Berlin (2008)
- Müller, G.: Protektion 4.0: Das Digitalisierungsdilemma. Springer Vieweg, Berlin (2020)
- Müller, G., Eymann, T., Kreutzer, M.: Telematik- und Kommunikationssysteme in der vernetzten Wirtschaft. Oldenbourg, München (2003)
- Müller, J.: Workflow-Based Integration – Grundlagen, Technologien, Management. Springer, Berlin (2005)
- Müller, S.: Die neue Relität: Erweiterung des Data Warehouse um Hadoop, NoSQL & Co. HMD. **51**(4), 447–457 (2014)
- Mummert & Partner (Hrsg.): B2B auf virtuellen Marktplätzen, Momentaufnahmen und Zukunfts-szenarien – Ein Chance für Finanzdienstleister, Studie (2000)
- Myers, G.J.: Composite design: A method for top-down program design. In: ACPA-V Proceedings, Kensington, S. 42–45 (1975)
- Myers, G.J.: Software Reliability. Wiley, New York (1976)
- Myers, G.J.: Methodisches Testen von Programmen, 4 Aufl. Oldenbourg, München/Wien (1991)
- Nägele, R., Schreiner, P.: Bewertung von Werkzeugen für das Management von Geschäftsprozessen. Z. Organ. **71**(4), 201–210 (2002)
- Nakamoto, S.: Bitcoin – A Peer-to-Peer Electronic Cash System (2008)
- Nassi, I., Shneiderman, B.: Flowchart techniques for structured programming. SIGPLAN Notices. **8**, 12–26 (1973)
- Neoklar, A.-P.: e-Procurement, Euphorie und Realität. Springer, Berlin (2003)
- Neumann, D., Holtmann, C., Orwat, C.: Grid-economics. Wirtschaftsinformatik. **48**(3), 206–209 (2006)
- von Neumann, J.: First draft of a report of the EDVAC. IEEE Ann. Hist. Comput. **15**(4), 27–75 (1993) (verfasst bereits 1945)
- Nippa, M., Picot, A. (Hrsg.): Prozeßmanagement und Reengineering, Die Praxis im deutsch- sprachigen Raum. Campus, Frankfurt am Main/New York (1995)
- Nonaka, I., Takeuchi, H.: The new development game, stop running the relay race and take up rugby. Harv. Bus. Rev., 137–146 (1986)
- Nonaka, I., Takeuchi, H.: The Knowledge-Creating Company. Oxford University Press, New York (1995)
- Nonaka, I., Takeuchi, H.: Die Organisation des Wissens, Wie japanische Unternehmen eine brach- liegende Ressource nutzbar machen. Campus, Frankfurt/New York (1997)
- Nordsiek, F.: Grundlagen der Organisationslehre. Poeschel, Stuttgart (1934)
- Nüttgens, M.: Rahmenkonzept zur Evaluierung von Modellierungswerkzeugen zum Geschäfts- prozessmanagement, in: Informationssystem-Architekturen 9, 2002, 2, Rundbrief der GI- Fachgruppe WI-MobIS (2002), S. 101–111
- Oberschelp, W., Vossen, G.: Rechneraufbau und Rechnerstrukturen, 10 Aufl. Oldenbourg, München (2006)
- OGC (Hrsg.): Service Delivery, The Stationery Office, 5 Aufl. OGC, Norwich (2002a)
- OGC (Hrsg.): Service Support, The Stationery Office, 6 Aufl. OGC, Norwich (2002b)
- OGC (Hrsg.): IT Service Management, The Stationery Office. OGC, Norwich (2005)
- Ohno, T.: Toyota Production System – Beyond Large-Scale Production. Productivity Press, Cam- bridge, MA (1988)

- Ohno, T.: Das Toyota-Produktionssystem. Campus, Frankfurt am Main (1993)
- Oppliger, R.: IT-Sicherheit – Grundlagen und Umsetzung in der Praxis. Vieweg, Wiesbaden (1997)
- Österle, H.: Business Reengineering, Prozeß- und Systementwicklung, Band 1 Entwicklungs-techniken, 2 Aufl. Springer, Berlin (1995)
- Osterloh, M., Frost, J.: Prozessmanagement als Kernkompetenz, Wie Sie Business Reengineering strategisch nutzen können, 4 Aufl, Gabler Verlag, Wiesbaden (2003)
- Paar, C., Pelzl, J.: Understanding Cryptography. Springer, Berlin/Heidelberg (2010)
- Pankratz, G.: Blockchains und Distributed Ledgers – Konzeptionelle Grundlagen, Einsatzmöglichkeiten und Grenzen. IT-Governance. **30**, 4–11 (2019)
- Parnas, D.L.: A technique for software module specification with examples. Commun. ACM. **15**(5), 330–336 (1972)
- Peikert, T.: Der Einsatz von Informations- und Kommunikationstechnik in Unternehmen – Empirische Untersuchung unter besonderer Berücksichtigung von EDI. Nachr. Dok. **47**, 339–350 (1996)
- Pendse, N., Creeth, R.: A New Definition for OLAP: FASMI. <http://www.busintel.com/syn3.htm> (1995). Zugegriffen am 20.04.2019
- Petri, C.A.: Kommunikation mit Automaten. Mathematisches Institut der Universität Bonn, Bonn (1962)
- Petrlic, R., Sorge, C.: Datenschutz – Einführung in technischen Datenschutz, Datenschutzrecht und angewandte Kryptographie. Springer Vieweg, Wiesbaden (2017)
- Pfaff, D., Kunz, A., Pfeffer, T.: Balanced Scorecard als Bemessungsgrundlage finanzieller Anreiz-systeme – Eine theorie- und empiriegeleitete Analyse der resultierenden Grundprobleme. Betriebswirtsch. Forsch. Praxis. **1**, 36–55 (2000)
- Picot, A.: Organisationsstrukturen der Wirtschaft und ihre Anforderungen an die Informations- und Kommunikationstechnik. In: Scheer, A.-W. (Hrsg.) Handbuch Informationsmanagement, S. 49–68. Gabler, Wiesbaden (1993)
- Picot, A., Reichwald, R., Wigand, R.T.: Die grenzenlose Unternehmung: Information, Organisation, Management, 5 Aufl. Gabler, Wiesbaden (2003)
- Piquet, J.: Customer category management. In: Ahlert, D., Becker, J., Olbrich, R., Schütte, R. (Hrsg.) Informationssysteme für das Handelsmanagement, S. 281–287. Springer, Berlin (1998)
- Plattner, H.: In-Memory Data Management, Grundlagen der In-Memory-Technologie. Gabler, Wiesbaden (2012)
- Plattner, H., Zeier, A.: In-Memory Data Management, Technology and Applications, 2 Aufl. Springer, Heidelberg (2015)
- Pleil, T.: Public relations im Social Web. In: Walsh, G., Hass, B.H., Kilian, T. (Hrsg.) Web 2.0, Neue Perspektiven für Marketing und Medien, 2 Aufl, S. 235–251. Springer, Berlin (2011)
- Pohland, S.: Globale Unternehmensarchitekturen – Methode zur Verteilung von Informations-systemen. Weißensee, Berlin (2000)
- Pohlmann, N.: Cyber-Sicherheit. Springer Vieweg, Wiesbaden (2019)
- Porter, M.E.: Wettbewerbsstrategie, 10 Aufl. Campus, Frankfurt am Main/New York (1999)
- Porter, M.E.: Wettbewerbsvorteile, Spitzenleistungen erreichen und behaupten, 6 Aufl. Campus, Frankfurt am Main (2004)
- Precht, R.D.: Jäger, Hirten, Kritiker, Eine Utopie für die digitale Gesellschaft. Goldmann, München (2018)
- Precht, R.D.: Künstliche Intelligenz und der Sinn des Lebens. Goldmann, München (2020)
- Probst, G., Raub, S., Romhardt, K.: Wissen managen – Wie Unternehmen ihre wertvollste Ressource optimal nutzen. Gabler, Wiesbaden (1997)

- Quantz, J., Wichmann, T.: E-Business-Standards in Deutschland, Bestandsaufnahme, Probleme, Perspektiven, Forschungsauftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Arbeit, Endbericht. Berlecon Research GmbH, Berlin (2003)
- Rabin, M.O.: Digitalized Signatures and Public-Key Functions as Intractable as Factorization. MIT, Boston (1979)
- Rannenberg, K.: Mehrseitige Sicherheit – Schutz für Unternehmen und ihre Partner im Internet. *Wirtschaftsinformatik*. **42**(6), 489–497 (2000)
- Reb, M., Herr, R.: IV-Infrastruktur-Controlling – Kennzahlengestützte Steuerung der IT-Ressourcen. In: Krcmar, H., Buresch, A., Reb, M. (Hrsg.) IV-Controlling auf dem Prüfstand – Konzept, Benchmarking, Erfahrungsberichte, S. 75–104. Gabler, Wiesbaden (2000)
- Reichmann, T.: Controlling mit Kennzahlen und Managementberichten – Grundlagen einer systemgestützten Controlling-Konzeption, 6 Aufl. Vahlen, München (2001)
- Reichmann, T., Burkhard, F., Nölken, D.: EIS-gestütztes Controlling – Schnittstelle zwischen Controlling und Informationsmanagement. In: Scheer, A.-W. (Hrsg.) Handbuch Informationsmanagement – Aufgaben, Konzepte, Praxislösungen, S. 463–489. Gabler, Wiesbaden (1993)
- Reichwald, R., Piller, F., Ihl, C., Seifert, S.: Interaktive Wertschöpfung, Open Innovation, Individualisierung und Neue Formen der Arbeitsteilung, 2 Aufl. Gabler, Wiesbaden (2009)
- Richter, M., Koch, A.: Social Software – Status quo und Zukunft, Technischer Bericht Nr. 2007-01, Fakultät für Informatik, Universität der Bundeswehr München, München (2007)
- Riedl, R.: Strategische Planung von Informationssystemen – Methode zur Entwicklung von langfristigen Konzepten für die Informationsverarbeitung. Physica, Heidelberg (1991)
- Riggert, W.: Rechnernetze, Grundlagen – Ethernet – Internet, 5 Aufl. Hanser, München (2014)
- Rivesz, R.L., Shamir, A., Adleman, L.: A Method for Obtaining Digital Signatures and Public-Key Cryptosystems. MIT, Boston/Cambridge (1977)
- Robertson, A.: Wireless application architecture for business: key implementation considerations. *Cutter IT J.* **14**(3), 10–21 (2001)
- Rockart, J.F.: Chief Executives define their own data needs. *Harv. Bus. Rev.* **57**, 81–93 (1979)
- Rockart, J.F., DeLong, D.W.: Executive Support Systems – The Emergence of Top Management Computer Use. Dow-Jones Irwin, Homewood (1988)
- Röhrlig, S., Knorr, K., Noset, H.: Sicherheit von E-Business-Anwendungen – Struktur und Quantifizierung. *Wirtschaftsinformatik*. **42**(6), 499–507 (2000)
- Ross, D.T., Schomann, K.E.: Structured analysis for requirements definition. *IEEE Trans. Softw. Eng.* **13**(1), 6–15 (1977)
- Rumbaugh, J., Blaha, M., Premerlani, W., Eddy, F., Lorensen, W.: Object-Oriented Modeling and Design. Prentice Hall, Englewood Cliffs (1991)
- Ruthekolck, T.: Informations-Controlling – Optionen der organisatorischen Gestaltung. *Inf. Manag.* **3**, 28–33 (1990)
- Saake, G., Sattler, K.-U., Heuer, A.: Datenbanken, Konzepte und Sprachen, 3 Aufl. Redline, Heidelberg (2008)
- Sandkuhl, K.: Wissensportale – Merkmale, Architekturen und Perspektiven. Informatik-Spektrum. **28**(3), 193–201 (2005)
- SAP AG (Hrsg.): System R/3 SAP Retail – Funktionen im Detail. Walldorf (1998)
- Schaar, P.: Datenschutz im Internet, die Grundlagen. Beck, München (2002)
- Schader, M.: Objektorientierte Datenbanken. Springer, Berlin (1997)
- Schaede, R.: Eine Methode zum modularen Systementwurf. In: Softwaretechnik-Trends, Mitteilungen der Fachgruppe „Software Engineering“ der GI, 1–2, S. 41–51 (1981)
- Scheer, A.-W.: CIM Computer Integrated Manufacturing – Der computergesteuerte Industriebetrieb, 4 Aufl. Springer, Berlin (1990)

- Scheer, A.-W.: Wirtschaftsinformatik – Referenzmodelle für industrielle Geschäftsprozesse. Springer, Berlin (1995)
- Scheer, A.-W.: EDV-orientierte Betriebswirtschaftslehre – Grundlagen für ein effizientes Informationsmanagement, 4 Aufl. Springer, Berlin (1996)
- Scheer, A.-W.: ARIS – Vom Geschäftsprozeß zum Anwendungssystem, 3 Aufl. Springer, Berlin (1998a)
- Scheer, A.-W.: ARIS – Modellierungsmethoden, Metamodell, Anwendungen, 3 Aufl. Springer, Berlin (1998b)
- Scheer, A.-W., Jost, W.: Geschäftsprozeßmodellierung innerhalb einer Unternehmensarchitektur. In: Vossen, G., Becker, J. (Hrsg.) Geschäftsprozeßmodellierung und Workflow-Management – Modelle, Methoden, Werkzeuge, S. 29–46. Thomson, Bonn (1996)
- Scheer, A.-W., Bold, M., Hagemeyer, J., Kraemer, W.: Organisationsstrukturen und Informationssysteme im Wandel – Konsequenzen für die Informationsmodellierung. In: Scheer, A.-W. (Hrsg.) Organisationsstrukturen und Informationssysteme auf dem Prüfstand, 18. Saarbrücker Arbeitstagung 1997 für die Industrie, Dienstleistung und Verwaltung, S. 32, Heidelberg (1997)
- Scheer, A.-W., Feld, T., Göbl, M., Hoffmann, M.: Das mobile Unternehmen. In: Silberer, G., Wohlfahrt, J., Wilhelm, T. (Hrsg.) Mobile Commerce – Grundlagen, Geschäftsmodelle, Erfolgsfaktoren, S. 91–110. Gabler, Wiesbaden (2001)
- Schinzer, H., Bange, C., Mertens, H.: Data Warehouse und Data Mining – Marktführende Produkte im Vergleich, 2 Aufl. Franz Vahlen, München (1999)
- Schlück, J., Stephan, P., Loskyll, M., Lappe, D.: Industrie 4.0 in der praktischen Anwendung. In: Bauernhansl, T., et al. (Hrsg.) Industrie 4.0 in Produktion, Automatisierung und Logistik, S. 57–84. Springer, Wiesbaden (2014)
- Schmeh, K.: Die Welt der geheimen Zeichen, Die faszinierende Geschichte der Verschlüsselung. W3L, Herdecke/Dortmund (2004)
- Schmeh, K.: Kryptografie, Verfahren, Protokolle, Infrastrukturen, 5 Aufl. dpunkt, Heidelberg (2013)
- Schmelzer, H.J., Sesselmann, W.: Geschäftsprozessmanagement in der Praxis, 7 Aufl. Hanser, München (2010)
- Schmitzer, B., Butterwegge, G.: M-Commerce. Wirtschaftsinformatik. **42**(4), 355–358 (2000)
- Schönwalder, S., Schulze-Döbold, P., Lapp, M.: IV-Portfolio-Controlling – Projekte richtig ausgewählt. In: Krcmar, H., Buresch, A., Reb, M. (Hrsg.) IV-Controlling auf dem Prüfstand: Konzept – Benchmarking – Erfahrungsberichte, S. 21–36. Gabler, Wiesbaden (2000)
- Schreiner, R.: Computernetzwerke, 6 Aufl. Hanser, München (2014)
- Schreyögg, G.: Strategische Planung – Kurseinheit 2: Elemente und Schrittfolge der Strategischen Planung. Fakultät Wirtschaftswissenschaft, Lehrbriefe FernUniversität in Hagen, Hagen (1996)
- Schubert, P.: E-Procurement: Elektronische Unterstützung des Beschaffungsprozesses in Unternehmen, Studentext an der Hochschule für Wirtschaft, Basel (2002)
- Schüle, M., Pasing, L., Kemper, A., Neumann, T.: Ja-(zu-)SQL: Evaluation einer SQL-Scriptsprache für Hauptspeicherdatenbanksysteme. In: Grust, T., et al. (Hrsg.) Datenbanksysteme für Business, Technologie und Web (BTW, 2019), Lecture Notes in Informatics (LNI), S. 107–126. Gesellschaft für Informatik (GI), Bonn (2019)
- Schulte, C.: Logistik – Wege zur Optimierung der Supply Chain, 5 Aufl. Vahlen, München (2009)
- Schulte-Zurhausen, M.: Organisation, 3 Aufl. Vahlen, München (2002)
- Schulze König, K.: Nutzenpotentiale des EDI-Einsatzes zur Prozeßunterstützung in einem Dienstleistungsunternehmen, Diplomarbeit. FernUniversität in Hagen, Fakultät Wirtschaftswissenschaft, Hagen (2002)
- Schumann, M., Frerichs, A.: Masse mit Klasse – Crowdsourcing in der Praxis. Wirtschaftsinf. Manag. **5**(3), 20–28 (2013)., Springer/Gabler, Wiesbaden

- Schwaber, K.: Scrum development process, In: Sutherland, J.V., Patel, D., Casanave, C., Miller, J., Hollowell, G. (Hrsg.) Business Object Design and Implementation, OOPSLA'95 Workshop Proceedings, 16 October 1995, Austin, Texas (1995)
- Schwaber, K., Beedle, M.: Agile Software Development with Scrum. Prentice Hall, Prentice (2001)
- Schwaber, K., Sutherland, J.: Der gültige Leitfaden für Scrum: Die Spielregeln, o. O. <https://www.scrumguides.org> (2017). Zugegriffen am 28.10.2019
- Schwarze, J.: Informationsmanagement – Planung, Steuerung, Koordination und Kontrolle der Informationsversorgung in Unternehmen. NBW, Herne (1998)
- Schwarze, J.: Projektmanagement mit Netzplantechnik, 11 Aufl. NBW, Herne (2014)
- Sedel, U.: Persönlichkeitsrechtliche Probleme der elektronischen Speicherung privater Daten. In: Neue Juristische Wochenschrift, S. 1581 und S. 1583 f (1970)
- Sedran, T.: Wettbewerbsvorteile durch EDI. Inf. Manag. 2, 16–21 (1991)
- Segev, A., Porral, J., Roldan, M.: Internet-Based EDI Strategy, Working Paper 97-WP-1021, The Fisher Center for Information Technology and Management, Walter A. Haas School of Business, University of California, Berkeley (1997)
- Seghezzi, H.D.: Bewirtschaftung der Qualität – eine betriebswirtschaftliche Aufgabe. Gesellschaft zur Förderung der Schweizerischen Wirtschaft, Zürich (1992)
- Seidlmeier, H.: Prozessmodellierung mit ARIS, Eine beispielorientierte Einführung für Studium und Praxis. Vieweg, Braunschweig/Wiesbaden (2002)
- Sharp, A., McDermott, P.: Workflow Modeling: Tools for Process Improvement and Application Development. Artech House, Norwood (2002)
- Shleifer, A., Vishny, R.W.: A survey of corporate governance. J. Finance. 52(2), 737–783 (1997)
- Siebert, H.: Ökonomische Analyse von Unternehmensnetzwerken. In: Staehle, W.W., Sydow, J. (Hrsg.) Managementforschung 1, S. 291–311. de Gruyter, Berlin (1991)
- Simon, H.: The New Science of Management Decision. Harper and Row, New York (1960)
- Skwarek, V.: Eine kurze Geschichte der Blockchain – Ursprünge, Begriffe und aktuelle Entwicklungen. Informatik-Spektrum. 42(3), 161–165 (2019)
- Smith, A.: An Inquiry into the Nature and Causes of the Wealth of Nations. (Deutscher Titel: Eine Untersuchung über die Natur und die Ursachen des Wohlstands der Nationen) (1776)
- Smith, R.F.: Business Process Management and the Balanced Scorecard. Using Processes as Strategic Drivers. Wiley, Hoboken (2007)
- Snodgrass, R.T. (Hrsg.): The TSQL2 Temporal Structured Query Language. Kluwer Academic Publishers, Boston et al. (1995)
- Spitzer, M.: Cyberkrank! Wie das digitalisierte Leben unsere Gesundheit ruiniert. Droemer, München (2015)
- Sprague, R., Carlson, E.: Building Effective Decision Support Systems. Prentice-Hall, Englewood Cliffs/New York (1984)
- Staehle, W.: Management – eine verhaltenswissenschaftliche Perspektive, 8 Aufl. F. Vahlen, München (1999)
- Stahknecht, P., Hasenkamp, U.: Einführung in die Wirtschaftsinformatik, 11 Aufl. Springer, Berlin (2005)
- Stecher, M.: Enterprise 2.0, Sozio-technologische Neuausrichtung von Unternehmen. Kovac, Hamburg (2012)
- Steinbuch, P.A. (Hrsg.): Prozeßorganisation – Business Engineering – Beispiel R/3. Friedrich Kiehl, Ludwigshafen (1998)
- Steven, M.: Einführung in die Produktionswirtschaft. Kohlhammer, Stuttgart (2013)
- Steven, M.: Produktionsmanagement. Kohlhammer, Stuttgart (2014)
- Steven, M.: Industrie 4.0. Kohlhammer, Stuttgart (2019)

- Steven, M., Grandjean, L.: Digitale Geschäftsmodelle für industrielle Produkt-Service-Systeme im Kontext von Industrie 4.0. In: Keuper, F., Schomann, M., Sikora, L.I., Wassef, R. (Hrsg.) Disruption und Transformation Management, S. 267–289. Springer Gabler, Wiesbaden (2018)
- Stevens, W.P., Myers, G.J., Constantine, L.L.: Structured design. IBM Syst. J. **13**(2), 115–139 (1974)
- Stoll, P.: Der Einsatz von E-Procurement in mittelgroßen Unternehmen, Konzeptionelle Überlegungen und explorative Untersuchung. Gabler, Wiesbaden (2008)
- Stonebraker, M.: NewSQL – An Alternative to NoSQL and OldSQL for New OLTP Apps, Communication of the ACM Blog (2011)
- Streubel, F.: Organisatorische Gestaltung und Informationsmanagement in der lernenden Unternehmung. Peter Lang, Frankfurt am Main (2000)
- Sutton, M.: Document Management for the Enterprise – Principles, Techniques and Applications. Wiley, New York (1996)
- Sydow, J.: Strategische Netzwerke und Transaktionskosten. In: Staehle, W.W., Conrad, P. (Hrsg.) Managementforschung 2, S. 239–311. de Gruyter, Berlin (1992)
- Sydow, J., Winand, U.: Unternehmensvernetzung und -virtualisierung: Die Zukunft unternehmerischer Partnerschaften. In: Winand, U., Natusius, K. (Hrsg.) Unternehmungsnetzwerke und virtuelle Organisationen, S. 11–31. Schäffer-Poeschel, Stuttgart (1998)
- Szyperski, N.: Geplante Antwort der Unternehmung auf den informations- und kommunikationstechnischen Wandel. In: Frese, E. (Hrsg.) Organisation, Planung, Informationssysteme, S. 177–195. Poeschel, Stuttgart (1981)
- Tannenbaum, A.S.: Computernetzwerke, 4 Aufl. Pearson Studium, München (2003)
- Tannenbaum, A.S.: Moderne Betriebssysteme, 3 Aufl. Pearson Studium, München (2009)
- Teuteberg, F.: Effektives Suchen im World Wide Web – Suchdienste und Suchmethoden. Wirtschaftsinformatik. **39**, 373–383 (1997)
- Tewald, C.: Die Balanced Scorecard für die IV. In: von Dobschütz, L., Barth, M., Jäger-Goy, H., Kütz, M., Müller, M. (Hrsg.) IV-Controlling. Konzepte – Umsetzungen – Erfahrungen, S. 621–640. Gabler, Wiesbaden (2000)
- Thome, R., Winkelmann, A.: Grundzüge der Wirtschaftsinformatik, Organisation und Informationsverarbeitung. Springer Gabler, Berlin/Heidelberg (2015)
- Tilemann, T.: Planungssprachen. In: Mertens, P., et al. (Hrsg.) Lexikon der Wirtschaftsinformatik, S. 257–259. Springer, Berlin (1987)
- Timmers, P.: Electronic Commerce – Strategies and Models for Business-to-Business Trading. Wiley, Chichester (1999)
- Tinnefeld, M.-T., Ehmann, E.: Einführung in das Datenschutzrecht. de Gruyter, München/Wien/Oldenburg (1992)
- Umbach, H., Metz, P.: Use Cases vs. Geschäftsprozesse. Informatik Spektrum. **29**(6), 424–432 (2006)
- Vahrenkamp, R.: Von Taylor zu Toyota, Rationalisierungsdebatten im 20. Jahrhundert, 2 Aufl. Josef Eul, Lohmar/Köln (2013)
- VDI 2870-1: Ganzheitliche Produktionssysteme – Grundlagen, Einführung und Bewertung, VDI – Verein Deutscher Ingenieure e.V. Beuth, Berlin (2012)
- Vogel, M.: Straffe Leitung führt Megaprojekt zum Erfolg. Comput. Zeitung. **24**, 16 (2006)
- Vogler, P.: Chancen und Risiken des Workflow Managements. In: Österle, H., Vogler, P. (Hrsg.) Praxis des Workflow Managements, S. 343–362. Vieweg, Wiesbaden (1996)
- Von Dobschütz, L., Barth, M., Jäger-Goy, H., Kütz, M., Müller, M. (Hrsg.): IV-Controlling, Konzepte – Umsetzungen – Erfahrungen. Gabler, Wiesbaden (2000)
- Von Reibnitz, U.: Szenario-Technik – Instrumente für die unternehmerische und persönliche Erfolgsplanung, 2 Aufl. Gabler, Wiesbaden (1992)
- Voss, S., Gutenschwager, K.: Informationsmanagement. Springer, Berlin/Heidelberg (2001)

- Vossen, G., Haselmann, T., Hoeren, T.: Cloud-Computing für Unternehmen, Technische, wirtschaftliche, rechtliche und organisatorische Aspekte. dpunkt, Heidelberg (2012)
- Wacker, H.W.: Betriebswirtschaftliche Informationstheorie. Westdeutscher Verlag, Opladen (1971)
- Wagner, J., Schwarzenbacher, K.: Föderative Unternehmensprozesse, Technologien, Standards und Perspektiven für vernetzte Systeme. Publics Corporate Publishing, Erlangen (2004)
- Waidelich, R.: Informationsmanagement in der Automobilindustrie. In: Scheer, A.-W. (Hrsg.) Handbuch Informationsmanagement – Aufgaben, Konzepte, Praxislösungen. Gabler, Wiesbaden (1993)
- Wasem-Gutensohn, J.: Information durch Dokumentenmanagementsysteme bestens im Griff. IT Manag. **12**, 34–38 (1998)
- Weber, L.: Marketing to the Social Web: How Digital Customers Communities Build Your Business. Wiley, Hoboken (2009)
- Weber, P., Gabriel, R., Lux, T., Schroer, N.: Basiswissen Wirtschaftsinformatik, 3 Aufl. Springer, Berlin (2019)
- Wegener, I.: Theoretische Informatik, eine algorithmenorientierte Einführung, 3 Aufl. Teubner, Stuttgart (2005)
- Weid, H.: Wettbewerbsvorteile durch Electronic Data Interchange (EDI) – Analyse betrieblicher Effekte des Einsatzes zur zwischenbetrieblichen Kommunikation zwischen Lieferant und Abnehmer. Huss, München (1995)
- Weinberg, G.M.: The Psychology of Computer Programming. Van Nostrand Reinhold Company, New York (1971)
- von Weissenfluh, A.: Expertensysteme – Ihr Einsatz zur Unterstützung betrieblicher Entscheidungen. Haupt, Bern/Stuttgart (1990)
- Weitzel, T., Harder, T., Buxmann, P.: Electronic Business und EDI mit XML. dpunkt, Heidelberg (2001)
- Weller, T.C.: BtoB eCommerce, the Rise of eMarketplaces, Online-Bericht (2000)
- Wenzel, I.: Elektronische Archivierung: Das Archiv als Goldgrube. Office Manag. **4**, 26–29 (1996)
- Werners, B.: Grundlagen des Operations Research, 3 Aufl. Gabler, Berlin (2013)
- Weske, M.: Business Process Modeling, Concepts, Languages, Architectures. Springer, Berlin (2007)
- White, S.A.: Introduction to BPMN. www.bpmn.org (2004). Zugegriffen am 22.03.2008
- Wight, O.: Manufacturing Resource Planning – MRP II. O. Wight Ltd, Essex Junction (1984)
- Wild, J.: Grundlagen der Unternehmensplanung, 4 Aufl. Westdt. Verl, Opladen (1982)
- Williamson, O.E.: Markets and Hierarchies – Analysis and Antitrust Implications. The Free Press, New York (1975)
- Williamson, O.E.: The Nature of the Firm – Origin, Evolution and Development. Oxford University Press, Oxford (1991)
- Willke, H.: Systemisches Wissensmanagement. Lucius & Lucius, Stuttgart (1998)
- Wirth, N.: Algorithmen und Datenstrukturen. Teubner, Stuttgart (1983)
- Wirtschaftswoche: Die neue Versuchung. Wirtschaftswoche. **5**, 38–45 (2010)
- Wirtz, B.W.: Electronic Business, 4 Aufl. Springer Gabler, Wiesbaden (2013)
- Wirtz, B.W.: Medien- und Internetmanagement, 9 Aufl. Springer, Wiesbaden (2016)
- Wirtz, B.W.: Electronic Business, 6 Aufl. Springer Gabler, Wiesbaden (2018)
- Wirtz, B.W.: Electronic Business, 7 Aufl. Springer Gabler, Wiesbaden (2020)
- Wirtz, B.W.: Digital Business and Electronic Commerce, Strategy, Business Models and Technology. Springer, Berlin (2021)
- Wöhre, G., Döring, U., Brösel, G.: Einführung in die Allgemeine Betriebswirtschaftslehre, 26 Aufl. Franz Vahlen, München (2016)
- Womack, J., Jones, D., Roos, D.: The Machine That Changed the World: The Story of Lean Production. Harper Collins, New York (1990)

- Wurl, H.-J., Mayer, J.H.: Gestaltungskonzept für Erfolgsfaktoren-basierte Balanced Scorecards. *Z. Planung.* **11**, 1–22 (2000)
- Wurl, H.-J., Mayer, J.H.: Balanced Scorecards und industrielles Risikomanagement – Möglichkeiten der Integration. In: Klingebiel (Hrsg.) *Performance Measurement und Balanced Scorecard*, S. 179–213. Vahlen, München (2001)
- Yourdon, E.: *Techniques of Program Structure and Design*, 2 Aufl. Prentice Hall Inc, Englewood Cliffs (1988)
- Yourdon, E., Constantine, L.L.: *Structured Design*. Prentice Hall Inc, Englewood Cliffs (1979)
- Zbornik, S.: *Elektronische Märkte, elektronische Hierarchien und elektronische Netzwerke*. Universitätsverlag, Konstanz (1996)
- Zehnder, C.A.: *Informationssysteme und Datenbanken*, 7 Aufl. Vdf Hochschulverl, Zürich (2002)
- Zobel, J.: *Mobile Business und M-Commerce*. Hanser, München (2001)

Stichwortverzeichnis

A

A-Artikel 505
ABC-Analyse 505
Abfrage-Server 316
Abfragesprache 308
Abhängigkeit 714
 transitive 801
 unidirektionale 628
 vollfunktionale 799
Ablaufsteuerung 668
Abrechnungskomponente 283
Abrechnungssystem 206
Abstimmungskonflikt 687
Abstimmungsproblem 689
Abstraktion 571
Abwicklungspartner 500
ACID 819
Acquire & Implement (AI) 892
Activity Diagram 713
Adapter 431, 753
Administration 437
Administrations- und Dispositionssystem
 200, 203
Administrationskomponente 810
Administrationssystem 200, 318, 566
Administrationswerkzeug 446
Adressbus 45, 49
Adresse 44
ADSL (asymmetric digital subscriber line) 108
Aggregatfunktion 814
Akteur 437
Aktionsdatenbank 667
Aktionsnachricht 667
Aktivität
 primäre 678

Aktivitätsbereich 437
Aktivitätsbereich von Unternehmens-Netzwerken 476
Aktivitätsdiagramm 723
Akzeptanzproblem 704
Algorithmus, genetischer 343
Alignment-Funktion 861, 862
Alphabet 402
ALPHANUMERIC 817
Analyse- und Bewertungsmethode 744
Anbieterhierarchie 473
Änderung
 organisatorische 703
 technologische 703
Änderungsanomalie 803
Änderungsdaten 205
Änderungsmanagement 586
Anwendungsfall 620, 621
Anwendungs-Gateway 114
Anwendungsneutralität 765
Anwendungsprogramm 76
Anwendungssoftware 566
Anwendungssystem 808
 betriebliches 566
 Kategorisierung 200
 Systempyramide 200
Anwendungssystemintegration 433
Anwendungssystem-Management 901
Applikationsschicht 315
Arbeitsplatzinformationssystem 202
Arbeitsplatzkommunikation 202
Arbeitsplatzrechner 52
Arbeitsplatzsystem 202
Arbeitsschritt 401
Arbeitsspeicher 77

- Arbeitsteilung 425
Archivierung 55, 388
Archivierungssystem 392
Assembler 582
Assemblersprache 576
Assoziation 630, 728, 731, 788
Assoziationstyp 788, 790
asynchron 109
Attribut 763, 789
Attributwert 789
Aufbewahrungspflicht 390
Aufgabe
 operative 670
 strategische 670
Aufgabenträger 714
Auflösung 56, 57
Auftragsabwicklung 500
Auktion 471
Ausgabegerät 55
Ausgangskorb 400
Ausgangs-Mailbox 668
Austauschbeziehung 437, 438
Auswahlanweisung 812
Auswertungswerzeug 366
Authentifizierung 499
Automatisierungsgrad 691
Autonomiegrad 418
AX-Artikel 506
AY-Artikel 506
AZ-Artikel 506
- B**
Balanced Scorecard (BSC) 745, 927
 betriebsinterne Perspektive 332
 Erfolgsfaktoren-basierte 333
 finanzwirtschaftliche Perspektive 332
 Kundenperspektive 332
 Lern- und Entwicklungsperspektive 332
Balken- und Gantt-Diagramm 262
Barcode 285
B-Artikel 505
Basel II 852
Basismaschine 572
 konkrete 571
Batch-Planungssystem 206, 207
batch processing 78
Baum, balancierter 774
Baumstruktur 100
- BCDM 309
Bearbeitungsablauf 78
Bedienoberfläche 344
Befehlszähler 45
Begriffssystem 708, 713
Beleg 53
Belegleser 53
Benutzermaschine 572
 abstrakte 571
Benutzungsschnittstelle 632
Beratungsproblem 348
Berechtigungskonzept 810
Berichts- und Kontrollsystem 203, 212, 319
Berichtssystem 317
 Begriff 318
Beschaffung 417
Beschaffungslösung 506
Beschaffungsmodell 451
Beschaffungsziel 503
Beschreibung der Prozesskandidaten 684
Beschreibungskriterium 684
Beschreibungssicht 783
Bestandsdaten 205, 568
Betrieb
 operativer 706
Betriebsmittel 77, 78
Betrieb/Weiterentwicklung 706
Bewegungsdaten 205, 568
Beweiskraft 391
Bewertungskriterium 684
Bezeichner 811
Beziehungstyp 789, 791
Bibliothekswesen 310
Bildschirm 55, 56
Bildtelefonie 396
Bildungsaktivität 443
Bildwiederholfrequenz 56
Binder 583, 585
Bit 108
Bitemporal Conceptual Data Model
 (BCDM) 309
bitparallel 108
bitseriell 108
Blended Education 444
Bottom-up-Prinzip 572
BPMN-Diagramm 722
Breitensuche 316
Bridge 114
Bruttobedarf 258

- BSC-Variante 333
BSI-Sicherheitsprozess 970
BtB-Bereich 456
BtC-Bereich 456
Bubble-Jet-Verfahren 58
Bubblesort 778
Bündelung, reine 471
Bürobereich 58
Business 437
Business Activity Monitoring (BAM) 755
Business-Intelligence-System 753
Business Process Diagram (BPD) 720
Business Process Execution Language (BPEL) 720
Business Process Modeling Notation (BPMN) 713, 720
Business Process Outsourcing 680
Busnetz 100
BX-Artikel 506
BY-Artikel 506
BZ-Artikel 506
- C**
Cache 45
C-Artikel 505
CASE-Werkzeug 733
Cash-Management 293
CAS-System 250
Category 289
Category Management (CM) 288
CBT-System 445
Change-Management 703
CHAR 811
Chefinformationssystem 325
CI-Dokument 387, 388
CIM (Computer Integrated Manufacturing) 263
CISC (complex instruction set computer) 41
COLD-Dokument 387
Community-Dienste 457
Compiler 582, 585
Compliance-Management 981
Computer Integrated Manufacturing (CIM) 263
Computer Integrated Telephony (CIT) 232
Computer Supported Cooperative Work (CSCW) 394
Consumer 437
Container-Klasse 629
Content-Management-System 393
- Controlling 325
Controllingkonzept
koordinationsorientiertes 738
rechnungswesenorientiertes 738
Corporate Governance 852
COUNT 814
CREATE TABLE 811
Cross-Selling 376
Cross-Selling-Effekt 376
CRT (cathode ray tube) 56
CSCW 394
Customer Exchanges-Dienst 457
Customer Opinion Portal 457
Customizing 221
CX-Artikel 507
CY-Artikel 507
CZ-Artikel 507
- D**
Dashboard 754
Data Cube 368
Data Definition Language (DDL) 810
Data Manipulation Language (DML) 810
Data Mart 361, 363
Data Mining 366, 371, 375
Anwendungsproblem 376
Datenqualität 376
Grenzen 376
Qualität der Ergebnisse 377
Visualisierung der Ergebnisse 377
Data Mining-Verfahren 375
Data Warehouse 361, 753
Werkzeuge 371
Data-Support 305, 318, 325
Data-Support-System 203
Data-Warehouse-Konzept 361
Datei 763
invertierte 774
Dateisystem 779
Dateiverwaltungssystem 780
Daten 402
Austausch 209
ereignisbezogene 205
historisierte 327
Inkonsistenz 208
Redundanz 208, 209
zustandsbezogene 205
Datenaktualität 204

- Datenarchivierung 366
Datenaustausch, elektronischer 433
Datenbank 209, 343, 344, 764, 782
 mehrdimensionale 310
 multimediale 310
 objektorientierte 310
 relationale 308
 temporale 309
Datenbank-Administrator 808
Datenbank-Entwickler 808
Datenbankentwurf 785
Datenbankkomponente 734
Datenbankkonzept 781
Datenbankmodell
 relationales 795
Datenbankoperation, elementare 818
Datenbanksystem 782
 objektorientiertes 635
Datenbankverwaltungssystem 209, 782, 807
Datenbasis 209, 782
Datenbeschreibungssprache (DDL) 810
Datenbus 50
Datenelement 763
Datenempfänger 104
Datenendeinrichtung 102
Datenfeld 763
Datenfluss 211, 727
Datenflussdiagramm 714, 715
Datenhaltung 635, 782
Datenhaltungsschicht 628, 635
Datenintegration 264
Datenintegrität 765, 817
Datenkonsistenz 765, 817, 818
Datenkopplung 209
Datenmanipulationssprache (DML) 810
Datenmodell 711, 787
Datenmodellierung 366, 731, 787
 multidimensionale 366
Datenmuster 375
Datenobjekt 368, 727, 735
Datenpaket 114
Datenpersistenz 764
Datenquelle 104, 364
Datenredundanz 765
Datenrücksicherung 810
Datensatz 763, 795
Datenschicht 315
Datenschutz 377
Datenschutz 765, 817
Datensender 104
Datensenke 104
Datensicherheit 765, 817
Datensicherung 810
Datensicherungssystem 392
Datensicht 727
Datenstation 113
 mobile 107
Datentyp 811
Datenübertragungseinrichtung 102
Datenunabhängigkeit 765, 779
 logische 765, 784
 physische 765, 784
Datenverknüpfung 362
Datenwürfel 368
DBVS 368, 807
Decision-Support 306, 318, 333
Decision-Support System (DSS) 203, 334
 OR-basiertes 333
 wissensbasiertes 333
Definitionsgleichung 336
Defizit papiergebundener Büroarbeit
 Arbeitsablaufdefizit 386
 Medienbruch 386
 Zeitdefizit 386
 Zugriffsproblem 386
Degressionseffekt 212, 433
DELETE 817
Deliver & Support (DS) 892
Deskriptor 388
Deskriptorendatei 311
Desktop OLAP (DOLAP) 374
Dezentralisierung 415, 426
Dezentralität 740
Diagrammsprache 712
Diagrammtyp 723
Dialogbetrieb 78
Dialogmanagement 343
Dialogverarbeitung 78, 207
Dice 372
Dienstleistung 112
Digital Mock-up (DMU) 254
Digitalisierung 424
Dimension 367, 369
 hierarchische 367
 nicht-hierarchische 367
Direktzugriffsspeicher 60, 62
Disintermediation 424, 468
Diskussionsforum 396

- Dispositionsproblem 345
Dispositionssystem 200, 318, 566
 Abgrenzung 334
Distance-Education 444
Distribution 417
Distributionsmodell 452
DMU (Digital Mock-up) 254
Dokument
 Arten 387
 Begriff 387
Dokumentation
 kaufmännische 393
 technische 393
Dokumenten-Management-System (DMS) 204,
 313, 389
 Begriff 389
 Einsatzziel 386
 Einsatzziele 389
 Medienvielfalt 390, 391
 Vorteile 390
DOLAP 374
Doppelrolle der IT 689
Drei-Schichten-Architektur 628
Drucker 55, 57, 58
Druckgeschwindigkeit 58
DSS
 als XPS 348
 Alternativenbewertung 334
 Begriff 334
 formales Modell 335
 Formalisierung von
 Entscheidungsproblemen 334
 gekoppelt mit XPS 348
 Generierung von
 Entscheidungsalternativen 334
 KI-basiertes 347
 Komplexität 335
 mit integriertem XPS 348
 strategische Planung 334
 Verbindungen von DSS und XPS 347
Duplexverfahren 109
DuPont-Schema 323, 336
Durchlaufzeit 213
- E**
EAI (Enterprise Application Integration) 224
E-Attraction 456
EBIS 360
- E-Business
 Begriff 436
Echtzeitverarbeitung 78
E-Collaboration 436
E-Commerce 439
E-Communication 436, 448
E-Communication-Dienst 449
Economic Value Added 333
Economies of Scale 213, 426
Economies of Scope 426
EDGE (Enhanced Data Rates for GSM
 Evolution) 123
EDI 427
EDIFACT-Subsets 485
EDI-Konverter 702
Editor 446, 585
EDI-Verfahren 702
EDM-System 393
E-Education 436, 443, 444
E-Education-Anbieter 456
E-Entertainment 436, 442
E-Entertainment-Anbieter 456
EFBSC 333
Effektivität 662
Effizienz 662, 764
E-Fulfillment 456
Einbenutzer-Betrieb 78
E-Information 436, 442
E-Information-Anbieter 455
E-Infotainment 443
Eingabegerät 52
Eingangskorb 400
Eingangs-Mailbox 668
Einprogrammbetrieb 76
Einprozessorbetrieb 77
Einzelssystem 208
EIS 325
Electronic Banking 441
Electronic Brokerage 441
Electronic Business 435
Electronic Data Interchange (EDI) 427
Electronic Finance 441
Electronic Payment 441
E-Mail 229
Employee Self-Service 236
Enabler 291
Enabler-Funktion 690, 862
Endanwender 808
Endgerät 125

- E-Negotiation 456
Engineering-Data-Management-System 393
Enterprise Application Integration (EAI) 224
Entität 787
Entitätsmenge 788
Entitätstyp 788
Entity 787
Entity-Relationship-Modell (ERM) 790
Entscheidungsempfehlung 745
Entscheidungsmodell 343
Entscheidungsunterstützungssystem (EUS) 334
Entscheidungsvorbereitung 342
Entwicklungsdatenbank 585
Entwicklungsdocument 568
E-Ordering 504
Ereignis 717, 725
Ereignisbezeichnung 725
Ereignisgesteuerte Prozesskette (EPK) 713, 717
Erfahrungseigenschaft 468
Erfahrungswissen 751
Erfolgsfaktor 674
Erfolgsfaktor, kritischer 674
Erfolgsfaktor, prozessspezifischer 675
Erfolgsindikator 749
Erlös
 direkter 456, 457
 indirekter 456, 457
Erlöserzielung im BtC-Bereich 455
Erlösform im E-Business 452
Erlösmodell 452
Erlösquellen 456
ERP-Software 224
ERP-System 720
E-Sourcing 504
ETL-Schicht 364
European Business Information System (EBIS) 360
EVA 333
Evolutionsverfahren 343
Executive Information System (EIS) 325
Expertensystem (XPS) 347, 349, 356
Expertensystem-Bank 348
Externalisierung 404
Extraktion 364
Extranet 483
- F**
Fachkonzept-Schicht 628
Facility-Management 918
Fakt 367
Faktorkandidat 675
Faktittabelle 369
Fakturierung 249
F&E-Planung 335
FASMI 372
 Analysemöglichkeit 372
 Geschwindigkeit 372
 Kapazität/Skalierbarkeit 372
 Multidimensionalität 372
 Sicherheit/Mehrbenutzerbetrieb 372
Fast Analysis of Shared Multidimensional Information (FASMI) 372
Fernsprechnetz 105
Filialsystem 288
Finanzbuchhaltung 240
Finanzcontrolling 325
Finanzierungsmodell 452
Finanzziel 504
Firewall 216
FIS 326
FIS-Datenbasis 328
FIS-Funktion 329
Flächenrentabilität 287
Flat File 376
Flexibilität 444, 675
FLOPS 42
Formalisierungsgrad 712
Formelebene 340
Fractal Foam Plot 377
Frame 352
Fremdschlüssel 368, 800
Frühwarnfunktion 327
Fuhrparkplanung 335
Führungsinformationssystem (FIS) 203, 325
Führungskonzept 329
Führungsprozess 679
Funk 107
Funknetz 124
Funktion
 Elimination 212, 213
Funktionsbaum 711
Funktionsbereich 202
Funktionsexternalisierung 464, 475
Funktionshierarchie 730
Funktionsintegration 264

- Funktionssicht 725
Funktionstaste 53
- G**
Galaxie 371
GAN (global area networks) 100
Gateway 722
Gemeinkostenzurechnung 755
Generalisierung 791
Geräuschbelastung 58
Gesamtumstellung 705
Geschäftsdocument 427
Geschäftsmodell
 Begriff 450
 Commerce 456
 Content 455
 Context 456
Geschäftsmodell Connection 457
Geschäftsprozess 364, 665, 725
Geschäftsprozessdiagramm 708
Geschäftsprozessmodell 679, 695, 708
Geschäftsprozessmodellierung 711
Geschäftsprozessoptimierung 665
Geschäftsprozessschritt 725
Gestaltungsdimension 668, 718
Gestaltungsentscheidung 756
Gestaltungsfeld 664, 666
Gewinnspanne 679
Glasfaserkabel 107
Globalisierung 419, 661
GPRS (General Packed Radio
 Services) 123
Grafik-Beschleuniger 49
Grafikkarte 56
Granularitätsstufe 683
Graph, gerichteter 315
Grobplanung 670
Groupware 394, 395
Grunddaten 205
GSM (Global System for Mobile
 Communication) 123
GUI-Klassenbibliothek 633
GUI-Schicht 628
Gut, digitales 422
- H**
Halbduplexverfahren 109
Halbleiterspeicher 60
- Handbuch 568
Handel
 netzbasierter 441
Hash-Funktion 771
Heterogenität 431
Hierarchie 473
 Begriff 467
 interorganisationale 473
Hierarchiebeziehung 728, 730
Hierarchisierung 571
High Speed Packet Access (HSPA) 124
Hilfsklasse 629
Hilfsorganisation 773
Historisierung 309
HOLAP 374
How-to-achieve-Analyse 337
Hybrides OLAP (HOLAP) 374
Hybridform 442
Hyperlink 315
Hypothese
 Generierung 375
 Validierung 375
- I**
Identifikationschlüssel 763, 789, 796, 800
Impact-Drucker 58
Implementierung 703, 705
Indexer 315
Indexierung 312
 freie 312
 gebundene 312
 Synonyma 312
 Thesaurus 312
Indikator 676
 direkter 676
 finanzieller 676
 qualitativer 676
Individualentwicklung 224
Individualisierung 424
Individualkommunikation 449
Inferenzmaschine 353
Information 402
 Vernetzung 402
 weiche 327
 Wissen 402
Information Retrieval 310, 316
Information-Retrieval-System 311
Information Technology Infrastructure Library
 (ITIL) 905

- Informationsanforderung
 Aussagegehalt 304
 Relevanz 304
 Verwendungsbereitschaft 304
 Wahrheitsgehalt 304
 Zeitbezug 304
- Informationsbereitstellung 499
- Informationsfilterung 317, 326, 327
- Informationsmanagement
 operatives 894
- Informationsquelle 307
- Informationsreduktion 326
- Informationssystem 566
 operativ betriebliches 203
 partielles 318
 unternehmensübergreifendes
 netzbasiertes 416
- Informationsüberflutung 326
- Informationsverarbeitung
 interorganisatorische 200
 intraorganisatorische 200
 netzbasierte 415
- Informationsverdichtung 212, 321
- Informationsziel 504
- Infrarot-Verbindung 107
- Infrastruktur-Controlling 923
- Inhaltsanalyse 315, 316
- Inkonsistenz 779
- Innovationspotenzial 664, 700
- Innovationszyklus 661
- Input-Output-Beziehung 906
- INSERT 816
- Insertionsort 777
- Insourcing 744
- Integration
 Arten 212, 432
 Begriff 208
 Daten- 209, 211
 Defizite 208
 Funktions- 210
 horizontale 211
 interorganisatorische 209
 intraorganisatorische 208
 Prozess- 212, 213, 432, 433
 vertikale 211
 Ziele 212, 432
- Integrationsarchitektur 430
- Integrationsform 427
- Integrität 765
- Integrität, referenzielle 804
- Integritätsregel 818
- Interaktion
 didaktische 445
 steuernde 445
 zwischen Wirtschaftssubjekten 462
- Interaktivität 444, 449
- Inter-Connection 457
- Intermediär 471
- Intermediation 424, 469
- Internalisierung 404
- Internet 100, 313
- Internet-Schicht 315
- Interpretationskomponente 353
- Interpreter 583
- Intra-Connection 457
- ISO/OSI-Referenzmodell 111
- Ist-Analyse 695
- IT Service Level Model (HP ITSM) 907
- IT-Controlling 909
 operatives 919
- IT-Governance 883
- IT-Governance-Domäne 887
- IT-Grundschutz-Zertifizierung 981
- IT-Infrastruktur-Management 897
- IT-Potenzial 664
- IT-Service 904
- IT-Service-Management 903
- ITU-T (International Telecommunications Union – Telecommunication Standardization Sector) 110
- IV-Strategie 866
- J**
- Java Database Connectivity (JDBC) 636
- job 78
- Just-in-Time-Education 444
- Just-in-Time-Konzept 288
- K**
- Kalkulationsblatt 340
- Kamineffekt 686
- Kanal 676
- Kapitalmodell 452
- Kardinalität 728, 731, 788
- Katalog 313
 allgemeiner 314
 spezieller 314

- KDD 375
Kenngroße 756
Kennlinie 212
Kennzahl 212, 322, 367, 746
 Absolutzahlen 323
 Verhältniszahlen 323
Kennzahlensystem 742
Klassenlexikon 626
Klassenspezifikation 626
KI-basiertes Decision Support System (DSS)
 Anwendungsgebiet 348
Knowledge Discovery on Databases
 (KDD) 375
Knowledge Management 406
Koaxialkabel 106
Kombination 404
Kombination von Geschäftsmodellen 457
Kommunikation 112
 asynchrone 449
 betriebliche 481
 einseitige 448
 externe 218
 interne 215, 481
 wechselseitige 449
Kommunikationsbeziehung
 virtuelle 113
Kommunikationsdienst 112
Kommunikationskreis 214, 482
Kommunikationsprotokoll 103, 110
Kommunikationsregel 98
Kommunikationsschnittstelle 103
Kommunikations-Standards 477
Kommunikationssystem 111, 202
Kommunikationsunterstützung 477
Kommunikationsverfahren, offenes 428
Kommunikationswerkzeug 446
Komplexität 431, 567, 569
Komplexitätsbeherrschung 708
Komponente, terrestrische 124
Konkretisierung 699
Konnektor 727
Konsistenz 431, 749
Konsistenzbedingung 818
Konsistenzregel 818
Kontext 402
KonTraG 852
Kontrolle 738
Kontrollfluss 714, 725
Kontrollflussobjekt 735
 Kontrollflusspfeil 725
 Kontrollsystem 201, 317
 Begriff 318
 Kooperation
 horizontale 464
 konglomerate 464
 vertikale 464
 Kooperationsrichtung 464
 Kooperationsziel 466
 Koordination, hierarchische 426
 Koordinationsaufwand 699
 Koordinationskosten 421
 Koordinationsproblem 686
 Kopplung, lose 418
 Kopplungsgrad 431
 Kosten- und Leistungsrechnung 243
 Kostendruck 661
 Kostenzurechnung 755
 Kriterienkatalog 737
 Kundenbindung 287
 multiple 457
 Kundenprofil 441
 Künstliche Intelligenz (KI) 204, 346
 Kupferkabel 105
- L**
Laden 364
Lader 583, 585
LAN (Local Area Network) 99, 481
Laser 60
Laserstrahl 107
LCD (liquid crystal display) 56
Lean Management 361, 363
Learning by Doing 404
Learning Management System (LMS) 445
Leistungsangebotsmodell 452
Leistungserstellung 677, 680
Leistungsprozess 679
Leistungsqualität 706
Leistungstransparenz 740
Leistungsvereinbarung 936
Leitungs- und Paketvermittlung 124
Leitungsvermittlung 109
Lernen
 organisationales 403
Lernphase 706
Lieferbarkeit
 elektronische 468

- Liste, invertierte 312
Log-in-Funktion 498
Logistiktracking 500
Long Term Evolution (LTE) 124
Lower CASE-Tools 585
- M**
- Mailing-Dienst 457
Makro 341
MAN (metropolitan area networks) 100
Management
 funktionale Sicht 302
 Informationsanforderungen 304
 institutionelle Sicht 302
 operatives 302, 334
 strategisches 302, 335
 taktisches 302, 334
Management by Exception 324
Management-Informations-System (MIS) 317
Managementprozess
 Kontrolle 303, 304
 Phasenschema 303
 Planung 303
 Realisierung 303
 Situationsanalyse 303
Marketing 246
Markt
 dezentraler 470
 elektronischer 467
 geschlossener 470
 offener 470
 zentraler 470
Markt, elektronischer 423
 geschlossener 467
 offener 467
Marktbetreiber 471
Marktmodell 451
Marktplatzticker 498
Marktsegment 680
Marktteilnehmer 471
Markttransparenz 424
Marktziel 504
Maschinencode 582
Maschinensprache 576
Mass Customization 424
Massenkommunikation 449
Maßnahme
 verkaufsfördernde 441
- Mastersystem 348
Matching, automatisches 499
Matrix 367
 mehrdimensionale 367
Matrixorganisation 687
Medienbruch 421, 697
M-Education 444
Mehrbenutzerbetrieb 78, 374
Mehrprogrammbetrieb 76
Mensch-Maschine-Interaktion 444
Mensch-Mensch-Interaktion 444
 herkömmlicher Märkte 467
Message-Konzept 722
Metadatenbank 366
Metaheuristik 343
Metasuchmaschine 313, 317
Metawissen 403
Methode 711
 datenflussorientierte 713
 formale 712
 kontrollflussorientierte 713
 nicht-formale 712
Methodenbank 344
Microsoft Operational Framework (MOF) 907
Middleware 224, 431, 432
Mikrofilm 388
Mikroprogrammspeicher 45
MIMD 77
MIPS 42
MIS 317
Mobilfunkgeneration 123
Modellbank 318, 343, 344
Modellbildung 708
Modelldaten 338, 344
Modellierung 782
Modellierungsansatz 731
Modellierungssprache
 grafische 708
Modellierungswerkzeug 399, 733
Modem 102, 104, 108
Modul 567
Modularisierung 425, 571
Modulo-Division 772
MOLAP 374
Momentum-Strategie 866
Monitor & Evaluate (ME) 892
Move-to-the-Market-Effekt 426
MPSX-Format 344
MRO-Teil 504

- MSS 325
Multidimensionales OLAP (MOLAP) 374
Multi-Fakttabellen-Schema 371
Multiprozessorbetrieb 77
multitasking 77
multithreading 77
Mustererkennung 375
Mutation 812
Mutationsanomalie 797
Mutationsbearbeitung 810
- N**
Nachfragerhierarchie 473
Nachfragermodell 451
Nachricht 113
NCI-Dokument 387, 388
Netz
 semantisches 351
Netz-Generation 123
Netztopologie 114
Netzwerk 78, 99
 als Kooperationsformen von Unternehmen 475
 dynamisches 466
 elektronisches 476
 hierarchisch/polyzentrisches 477
 hierarchisch koordiniertes 477
 lokales 100, 104
 regionales 478
 strategisches 466, 478
Netzwerkkarte 102, 104
Netzwerkstruktur
 interorganisationale 465
Netzwerktypologie 477
Netzzugangsverfahren 114
Neugestaltung, revolutionäre 666
Newsgroup 396
Nicht-Volatilität 362
Normalform 369
 1NF 798
 2NF 799
 3NF 801
Normalisierung 795, 797
Normung 662
Normungsgremium 110
NOT NULL 812
Notation
 grafisch-sprachliche 708
- Notebook 107
Nutzungsphase 742
- O**
Object Query Language (OQL) 310
Objekt 714
Objekt Management Group (OMG) 720
objektorientierte Modellierungsmethode 713
Objektprogramm 582
Objektverweis 631
OCR (optical character recognition) 53
OCR-Leser 388
ODS 366
Office-Paket, integriertes 227
Offline-Betrieb 77
OLAP 310, 366, 371, 372
 12 Regeln von Codd 371
Online Analytical Processing (OLAP) 371
Online-Betrieb 77
Open Database Connectivity (ODBC) 636
Operational Data Store (ODS) 366
Operational-Level-Agreements (OLA) 938
Operations Research (OR) 204, 342
Operator
 Exklusiv-ODER 725, 726
 ODER 725, 727
 UND 725, 726
Operator, logischer 720
Optimalitätsstreben 342
Optimierung
 kombinatorisches 343
 lineare 343
OQL 310
ORDER BY 813
Organigramm 711
Organisationsbruch 697
Organisationsdimension 663
Organisationseinheit 688
Organisationsgestaltung 669
Organisationsobjekt 727, 735
Organisationssicht 727
Organisationsstruktur
 funktionsorientierte 686
 hybride 689
 prozessorientierte 671, 688
Organisationszuordnung 727
Orientierung, strategische 327
Outsourcing 745, 881

- P**
- Paket 623
 - Paketvermittlung 109
 - Parallel- und Stichtagsumstellung 704
 - PDA 107
 - Peripheriegerät 49, 77
 - Plan & Organize (PO) 892
 - Plan-/Istvergleich 325
 - Planung 706
 - Bereichs- 345
 - Corporate Planning 345
 - integrierte 345
 - strategische 671, 692
 - strategische und Kontrolle 329
 - Planungs- und Entscheidungsaufgabe 669
 - Planungs- und Entscheidungssystem 334
 - Planungs- und Kontrollsyste 200, 201
 - Planungsmodell 338
 - Planungsparameter 206
 - Planungsproblem 345, 348
 - Planungssprache 337, 338
 - Anwendungsgebiet 339
 - Komponenten 338
 - Trennung zwischen Modell und Modelldaten 338
 - Planungssystem 201, 206, 212, 566
 - Planungsvariable 207
 - Planungswerkzeug 333
 - Planungswerkzeug, interaktives 336
 - Plotter 392
 - Pool 722
 - Portal 406
 - Portfolio-Controlling 915
 - Postkorb 667
 - Postkorb, elektronischer 400
 - Potenzial
 - ökonomisches 684
 - strategisches 684
 - technologisches 684
 - Potenzial-Analyse 700
 - Präsentationsschicht 315
 - Präsentationswerkzeug 366, 446
 - Preis/Absatz-Funktion 336
 - Preisbildungsmechanismus 471
 - Preisbündelung 457, 471
 - Preiselastizität 337
 - Preisfestsetzung, einseitige 471
 - Preisfindung 471
 - dynamische 471
 - statische 471
 - Primärdokument 310
 - Primärschlüssel 366, 369, 764, 768, 777
 - Priorisierung 683, 744
 - Problemquantifizierung 342
 - Process-Performance-Management-System 753
 - Produkt, immaterielle 291
 - Produkt-Controlling 922
 - Produktdaten-Management-System (PDMS) 255
 - Produktdifferenzierung 424
 - Produktion 417
 - Produktionsprogrammplanung 258
 - Produktionssystem 352
 - Produktivitätsvorteil 210
 - Produktsuche 499
 - Produktvariante 661
 - Professional Service 918
 - Profit-Center 290, 881
 - Profit-Center-Organisation 425
 - Programmiersprache
 - höhere prozedurale 576
 - Projekt
 - strategisches 743
 - Projektauftrag 694
 - Projekt-Controlling 920
 - Projekt-Lenkungsausschuss 694
 - Projekt-Management-Werkzeug 695
 - Projekt-Netzwerk 478
 - Projektplanung 692, 694
 - proprietär 99, 114
 - Protokoll 98, 112, 113
 - Prozess 664
 - unternehmensübergreifender 661
 - wertschöpfender 664
 - Prozess der Wissensgewinnung 375
 - Prozessausführung 749
 - Prozessbaustein 734
 - Prozessbegleitung 692
 - Prozessbegriff 665
 - Prozess-Benchmarking 747
 - internes 746
 - Prozess-Betrieb/-Weiterentwicklung 693
 - Prozesscontrolling 671, 706, 739, 740
 - operatives 672
 - strategisches 671, 672

- Prozessdaten 54
Prozessdimension 663, 687
Prozesseffizienz 688, 740
Prozessevaluation 751
Prozessgestaltung 661, 669
Prozess-Implementierung 693
Prozessintegration 264, 432
Prozesskandidat 744
Prozesskoordination 686
Prozesskostenrechnung 245, 755, 930
Prozesslandschaft 683, 708
Prozessleistung 684, 700, 714
Prozessleistungsmessung 751
Prozessleiter 687
Prozessmanagement
 operatives 694
Prozessmonitoring 400
Prozessobjekt 735
Prozessorientierung 660, 663, 664
Prozess-Reengineering 693
Prozessschritt 714, 730
Prozesssteuerung 399
Prozessverbesserung 706
Prozesswegweiser 720
Prozesswelt 679, 690, 743
Prozessziel 504, 714
Public-Interest-Inhalt 455
Pufferspeicher 45
Punkt-zu-Punkt-Verbindung 430
- Q**
Qualität 674
Quellenprogramm 582
Querschnittsfunktion 738
Querschnittssystem
 integrationsunterstützendes
 201, 204
Quicksort 778
- R**
Rahmenwerk 889
RAM (random access memory) 44
Randbedingung 700
Rationalisierungspotential 386
Rationalität, beschränkte 463
Real Time Enterprises 755
real time processing 78
- Realitätsausschnitt 695
Realitätstreue 757
Rechnungswesen
 betriebliches 240
Redundanz 779, 802
 relationsübergreifende 803
Reengineering
 Ausgangspunkt 666
 Reengineering-Projekt 692
Referenzarchitektur für DSS 344
Referenzdatenbank 311, 316
Referenzprozess 568
Regelbaum 354
Regelkonformität 662
Registerspeicher 45
Relation 795
Relationales Datenbankverwaltungssystem
 (DBVS) 368
Relationales OLAP (ROLAP) 372
Relationenalgebra 810
Relationenmodell 786
Rentabilitätsberechnung 336
Rentabilitätskennzahl 323
Reorganisationsprojekt 671, 748
Repeater 114
Reportbank 345
Reportgenerator 320
Reporting 319
Repository 399, 583, 585, 732, 734
Ressourcenauslastung 686
Ressourceneffizienz 688
Ressourceneinsatz 678
Retrievalsystem 393
Return on Investment (ROI) 323
RFID 125
RFID-Leser 125
Richtfunk 107
Ringnetz 100
RISC (reduced instruction set computer) 41
Risikoindikator 333
Risikomanagement 333
Risikomanagementsystem 852
Risk Balanced Scorecard 333
ROI 323, 329
ROLAP 372
Rollenauflösungsmodul 401
ROM (read only memory) 45
Router 114
Rückkopplung 670

- Rückwärtsverkettung 353
Rundfunk 107
- S**
SADT 714
Satellitenfunk 107
Scanner 388
Scanningdaten 286
Schema 783
 externes 783
 internes 783
 konzeptionelles 783
 logisches 783
3-Schema-Konzept 783
Schemaverwaltung 809
Schichtenarchitektur 628
4-Schichten-Architektur 315, 364
Schichtenhierarchie 112
Schlüssel 763
Schlüsselkandidat 795, 796
Schlüsselwort 811
Schnittstelle 52, 112, 416, 430, 432
 bilaterale 430
Schnittstellendefinition 52
Schulungsmaßnahme 704
Schutzstrategie 217
Schwachstelle 700
SCM 417
Segment 763
Sekundärbedarf 258
Sekundärdokument 311
Sekundärschlüssel 774
SELECT 813
Selectionsort 777
Selektionstechnik 321
Semantik 402
Sensitivitätsanalyse 337
Sensor 54
Service-Katalog 938
Service-Level-Agreements (SLA) 938
Service-Orientierung 419
Shareholder-Ansatz 330
Shareholder Value 333
Sicherheitsmaßnahme
 organisatorische 963
 personelle 963
 technische 965
Sicherheitsrisiko 957
Sichtenbildung 709
Sichtenkonzept 713
Sicht, ganzheitliche 723
Signal 105
Signal, schwaches 327
Signalart 108
Signaldämpfung 107
SIMD 77
Simplex-Methode 343
Simplexverfahren 109
Simulated Annealing 343
Simulation
 deterministische 343
Simulationsansätze 343
Simulationswerkzeug 733
Simultaneous Engineering 680
Skalierbarkeit 374
Skriptsprache 712
Slice 372
SMALLINT 811
SMART-Kriterium 750
Snowflake-Schema 368
 Normalisierung 370
Software-Agent 471
Software Engineering 569
Software Life Cycle 693
Softwarebetrieb/-wartung 693
Softwareentwicklung 693
Software-Entwicklungsumgebung
 (SEU) 583
Softwaremarkt 736
Software-/Systemeinführung 693
Soll-Prozess 703
Sortieren 776
Sortierkriterium 776
Sortierschlüssel 777
Sortimentspflege 286
Sourcing-Strategie 744
Special-Interest-Inhalt 455
Speicher 43
 virtueller 46
Speicherbeschreibungssprache (SDL) 810
Speicherkapazität 43
Speicherpyramide 46
Speicherung 766, 777
 gestreute 771
 Index-sequentielle 768
 verkettete 769
Speicherungsform 765
Speicherverwaltung 810

- Spezialisierung 791
Spezifitätsgrad einer Transaktion 463
Spider 315
Sprache
 maschinenorientierte 576
 semiformale 712
Sprache, grafische 695
Spracherkennung 53
Spreadsheet 340
SQL 309
SQL-92 309
Stabsstelle 876
Stammdaten 205, 568
Standard 50, 99
Standardisierbarkeit 685
Standard-Reporting 372
Standards, informationstechnologische 420
Standardsoftware
 strategischer Nutzen 226
Standleitung 109
Standortplanung 335
Stapelverarbeitung 78, 206
Star-Schema 368
 Redundanzen in Dimensionstabellen 369
 Vorteile 370
Steigerung der Effizienz des Lernens 446
Sternnetz 100
Sternstruktur 100
Steuerbit 109
Steuerbus 50
Steuerinformation 115
Steuerung 706
Steuerungsaufgabe 669
Steuerungskonzept 725
Steuerzeichen 109
Storage Description Language (SDL) 810
Strategie 668, 875
 aggressive 867
 defensive 866
Strategieentwicklung 669
Strategisches Informationssystem (SIS)
 700, 863
Streudiagramm 377
Stromleitung 106
Structured Analysis and Design Technique
 (SADT) 713
Struktur
 organisatorische 685
 zwischenbetriebliche 467
Strukturierung 571
Stücklistenauflösung 258
Subprozess 708, 722
Subschema 783
Suchdienst
 Indexer 315
 katalogbasierter 314
 personalisierter 313, 317
 roboterbasierter 314
 Spider 315
Suche
 binäre 776
 sequentielle 775
Suchmaschine 313
Suchstrategie 354
Sukzessivumstellung 705
Supply Chain Management (SCM) 417
Swimlane(-Diagramm) 713, 716
synchrone Kommunikation 449
Synchronisation 819
System 707
 integriertes 736
 interorganisatorisches 701
 linearer Gleichungen 343
 linearer Ungleichungen 343
System, operatives
 branchenneutrales 203
 branchenspezifisches 203
Systembruch 697
Systementwicklung 569
System-Integration 918
System-Parameter 221
Systempyramide 200
Systemsoftware 566
Systemsteuerung 345
Systemwelt 690
- T**
Tabellenkalkulationsprogramm 337, 340
Funktionalität 340
Templates 341
Zellen 340
TabuSearch-Verfahren 343
tags 489
Task 76
Taylorismus 210
TCO-Konzept 928
Technologiedimension 663, 722

- Technologiegestaltung 669
Teilhaber-Betrieb 78
Teilnehmer-Betrieb 78
Teilnehmerzahl, kritische 422
Telefonie, computerintegrierte 232
Telefonkonferenz 395
Telefonleitung 104
Templates 341
Temporal Structured Query Language (TSQL2) 309
Terminplanung 694
Testdaten-Generator 585
Text Annotation 722
Thesaurus 311, 312, 388
Tiefensuche 316
Toner 58
Tool 583, 733
Top-down-Prinzip 572
Total Cost of Ownership (TCO) 928
Totalsystem 318
Transaktion 420, 818
Transaktionsatmosphäre 463
Transaktionsbetrieb 78
Transaktionshäufigkeit 463
Transaktionskosten 421, 425
Transaktionskostenansatz 475
Transaktionskostensenkung 421
Transaktionskostenvorteil 475
Transaktionsphase 437, 499
Transformation 364
Traversieren 315
Traversierungsalgorismus 316
Treiber der Vernetzung 418
Trigger 667
Triggerdatenbank 667
TSQL2 309
Tupel 795
Tutoring 444
Typisierung von Netzwerken 478
- U**
Übertragungsgeschwindigkeit 123
Übertragungsleistung 105
Übertragungsmedium 103, 113
Übertragungsrate 43, 105, 123
Übertragungsverfahren 103, 107
Übertragungsweg 47
Überwachung 706
- UML-Aktivitätsdiagramm 723
Umsatzkostenverfahren 325
UMTS 124
Underpinning Contracts (UC) 938
UN/EDIFACT-Standard 485
Unified Modeling Language (UML) 713, 723
Universalrelation 376
Unterabfrage 814
Unternehmen
 virtuelles 477, 478
Unternehmensforschung 342
Unternehmensführung, wertorientierte 326, 329
Unternehmens-Netzwerk 465
Unternehmensstrategie 677, 700
Unternehmensumwelt 416
Unternehmensziel 690
Unterstützungsprozess 679
UPDATE 817
Upper-CASE-Tools 584
Use Case-Diagramm 723
Use Cases 713
- V**
Value Based Management 330, 333
Verarbeitung
 Batch-Verarbeitung 206
 Dialogverarbeitung 207
 entfernte 78
 ereignisorientierte 207
 fortlaufende 765
 interaktive 207
 lokale 78
 quasiparallele 77
 Stapelverarbeitung 206
 verteilte 78
 verzahnte 77
 wahlfreie 765
Verbundeffekt 457
Verdichtung 362
Verfeinerung 699
Verfeinerung, stufenweise 681
Verfeinerungskonzept 723
Verfeinerungsprinzip 708
Verfeinerungsstufe 709
Verfilmung 388
Verfügbarkeitsprüfung 248

- Verhaltensgleichung 336
Verhandlung
 eindimensionale 472
 mehrdimensionale 472
Verknüpfungsformel 340
Verknüpfungsobjekt 735
Vermarktung
 komplementärer Produkte 464
Vermittlung 108
Vermittlungsstation 109
Verrechnungspreis 425
 auf der Basis der variablen Kosten 936
 auf Vollkostenbasis 936
 kostenorientierter 935
 marktorientierter 935
Versand 248
Versionsverwaltung 585
Vertrauensgut 468
Vertretereinsatzplanung 345
Vertrieb 246
Verwaltungsmodul 316
Verwundbarkeit
 Hardware-Schwachstellen 952
 infrastrukturelle Schwachstelle 952
 menschliche Schwachstellen 952
 Schwachstellen der Sicherheitssysteme 952
 Schwachstellen des
 Sicherheitsmanagement 953
 Software-Schwachstellen 952
Videoadapter 56
Videokonferenz 396
Virtual Learning Environments (VLE) 445
Virtualisierung 426
Virtuelle Produktentwicklung (VPE) 254
Visualisierungstechnik 377
Visualisierungswerzeug 733
Vorgangssteuerungssystem 667
Vorgehen
 modellanalytisches 342
Vorgehensmodell 671, 693
Vorlaufverschiebung 258
Vorstandsinformationssystem 325
Vorwärtsverkettung 353
VPE (Virtuelle Produktentwicklung) 254
- W**
Wählverbindung 109, 110
WAN (wide area networks) 100
- Warenwirtschaft 282
Warenwirtschaftssystem (WWS)
 Module 290
Wartbarkeit 431
WBT-System 445
Weiterentwicklung, evolutionäre 666
Weitverkehrsnetz 100
Werkzeug 583, 732
Wertebereich 789
Wertebereich, dynamischer 804
Wertorientierte Unternehmensführung 333
Wertschöpfungskette 677
 unternehmensübergreifende 416
Wertschöpfungskette mehrerer
 Unternehmen 464
Wertschöpfungsstufe
 gleiche 464
Werttreiber 331
Wettbewerbsform 475
Wettbewerbsinformation 744
Wettbewerbsmodell 451
Wettbewerbsposition 745
Wettbewerbsvorteil 475
What-if-Analyse 337, 339
Wissen 402
 deklaratives 351
 explizites vs. implizites 403
 individuelles vs. kollektives 403
 Meta- 403
 organisationales 403
 prozedurales 351
Wissensbewahrung 405
Wissensbewertung 405
Wissensentwicklung 404
Wissenserwerb 404
Wissensidentifikation 404
Wissensmanagement 404
 Ganzheitlichkeit 404
 IuK-Technologien als Enabler 406
 Prozessorientierung 403, 404
 Strategieorientierung 403, 404
 Werkzeug 406
Wissensmanagement-System 393
Wissensnutzung 405
Wissensteilung 405
Wissensverarbeitung 313, 347
 integrationsfördernde Wirkung 347
Wissensverteilung 405
Wissensziel 406

- operatives 406
strategisches 406
- Workflow 667
- Workflow-Engine 401
- Workflow Management Coalition (WfMC) 667
- Workflow Management-System (WFMS) 204, 394, 397, 399, 667, 701, 733
- Workgroup-Computing 395
- Workgroup-Management System 204
- WWW 313
- X**
- X-Artikel 505
- XPS-Bank 348
- XYZ-Analyse 505
- Y**
- Y-Artikel 505
- Z**
- Zahlungssystem, elektronisches 417
- Zahlungstracking 500
- Z-Artikel 505
- Zeichen 402
- Zeigegerät 52
- Zeitreihenanalyse 327, 362
- Zeitscheibenverfahren 78
- Zeitstempel 309, 362
- Zentralisierungsgrad 470
- Zentralprozessor 77
- Zerlegung, hierarchische 728
- Zieldimension 663
- Zielerreichungsgrad 675
- Zielfunktion 343
- Zielplanung
- agierende strategische 865
 - interagierende strategische 865
 - reagierende strategische 865
- Zielpluralismus 331
- Zielsetzung 749
- Zielvorgabe 749
- Zugangsverfahren 114
- Zugriffsmethode 765
- Zugriffsschutz 216
- Zugriffszeit 43, 60
- Zwischenablage 400
- Zwischencode 583