

Einleitung

Die Informationstechnologie hat in den letzten Jahrzehnten einen rasanten Aufschwung erlebt. Während in den 80er Jahren noch überwiegend Großrechner, die nur von speziell ausgebildetem Personal bedient werden konnten, im Einsatz waren, sind heute leistungsfähige Personalcomputer in der Industrie, Verwaltung, Forschung und im täglichen Leben nicht mehr wegzudenken. Der Einsatz von Computern wurde in den Unternehmen schrittweise vollzogen. Auf diese Art und Weise sind Informationssysteme für die verschiedenen Unternehmensebenen und Funktionsbereiche entstanden.

Das Fach Wirtschaftsinformatik beschäftigt sich mit der Konzeption, Entwicklung, Einführung, Wartung und Nutzung von Systemen der computergetriebenen Informationsverarbeitung. Gute Kenntnisse in betrieblichen Informationssystemen sind für jeden in der Praxis tätigen Wirtschaftsinformatiker zwingend notwendig. Auch für Informatiker wird neben technischen Kenntnissen zunehmend Wissen über betriebliche Abläufe und deren Unterstützung durch Anwendungssysteme, sogenanntes Prozesswissen, immer wichtiger.

Das Ziel dieses Fernstudienkurses besteht deshalb darin, den Studierenden Funktionsweise, Architektur und Konstruktion von betrieblichen Informationssystemen umfassend zu vermitteln. Der Kurs besteht aus insgesamt sieben Kurseinheiten.

In der ersten Kurseinheit werden typische Betrachtungsgegenstände der integrierten Informationsverarbeitung untersucht. Nach einer Behandlung von ausgewählten Begriffen der Informatik, der Betriebswirtschaftslehre, der Systemtheorie und der Wirtschaftsinformatik werden Ausprägungen und Ziele der integrierten Informationsverarbeitung diskutiert. Es werden die für den Kurs wesentlichen Begriffe Informations- und Anwendungssystem eingeführt. Administrations-, Dispositions-, Planungs- und Kontrollsysteme werden als spezielle Teilsysteme der integrierten Informationsverarbeitung betrachtet. Die Kurseinheit stellt verschiedene Integrationsmodelle vor. Nach der Behandlung von Führungsinformationssystemen wird das Data-Warehouse-Konzept diskutiert. Anschließend werden Standards für Informationssysteme beschrieben.

In der zweiten Kurseinheit wird nach der Erläuterung des verwendeten Architekturbegriffs ein generischer Architekturrahmen beschrieben. Unter einer Architektur versteht man die grundlegende Organisation eines Systems, dargestellt durch dessen Komponenten, deren Beziehungen zueinander und zur Umgebung. Anschließend werden Beispiele für Architekturen von betrieblichen Informationssystemen angegeben. Wir stellen das Semantische Objektmodell (SOM) und die Architektur integrierter Informationssysteme (ARIS) dar. Dienstorientierte Informationssysteme und die Prinzipien service-orientierter Architekturen (SOA) werden vorgestellt. Wir beschreiben die Nutzung von Informationssystemarchitekturen. Qualitätsaspekte von Informationssystemarchitekturen werden behandelt. Die zweite Kurseinheit endet mit der Darstellung von Softwarearchitekturen für Anwendungssysteme.

Gegenstand der dritten Kurseinheit ist die Konstruktion von betrieblichen Informationssystemen. Ausgehend von der Struktur von Informationssystemen beschreiben wir Möglichkeiten zur Festlegung der Aufgabenstruktur sowie zur Festlegung der Struktur der personellen und maschinellen Aufgabenträger. Der Werkzeugunterstützung bei der Konstruktion betrieblicher Informationssysteme wird Rechnung getragen, indem unterschiedliche Modellierungssprachen behandelt werden. Die unter anderem für Webservices wesentliche Extensible-Markup-Language wird beschrieben. Die Kurseinheit führt außerdem ereignisgesteuerte Prozessketten zur Geschäftsprozessmodellierung ein. Grundlegende Elementen der Unified-Modelling-Language (UML) werden dargestellt. Ein besonderer Schwerpunkt wird auf die Beschreibung der Möglichkeiten zur Realisierung von Kopplungsarchitekturen gelegt.

In der vierten Kurseinheit werden die Ausführungen zur Konstruktion von betrieblichen Informationssystemen fortgesetzt. Gegenstand dieser Kurseinheit ist die Konstruktion von dienstorientierten betrieblichen Informationssystemen. Wir führen dazu Softwareagenten, Middleware und Webservices als technische Grundlage für die Konstruktion moderner dienstorientierter Informationssysteme ein. Außerdem wird die Business-Process-Execution-Language (BPEL) beschrieben. Webservices und BPEL können zur Implementierung von SOA-Ansätzen herangezogen werden. Probleme bei der Konstruktion dienstorientierter Informationssysteme werden diskutiert.

In der fünften Kurseinheit beschreiben wir betriebswirtschaftliche Standardsoftwaresysteme als spezielle Anwendungssysteme. Anwendungssysteme sind maschinelle Aufgabenträger, die automatisierte Teilaufgaben eines Informationssystems übernehmen. Die Auswahl, die Einführung und die Nutzung betriebswirtschaftlicher Standardsoftware werden behandelt. Außerdem gehen wir auf betriebswirtschaftliche Individualsoftware ein. Standard- und Individualsoftware werden gegenübergestellt. Anschließend werden objektorientierte bzw. komponentenbasierte Rahmenwerke als Kompromiss zwischen Individual- und Standardsoftware behandelt. Wir betrachten Beispiele für objektorientierte Rahmenwerke.

Probleme der Produktionsplanung und -steuerung werden in der sechsten Kurseinheit behandelt. Enterprise-Resource-Planning-(ERP)-Systeme und Advanced-Planning-and-Scheduling-(APS)-Systeme werden als spezielle betriebswirtschaftliche Standardsoftwaresysteme diskutiert. Manufacturing-Execution-Systems (MES) werden als Bindeglied zwischen Produktionsprozess und ERP-System beschrieben. Es wird gezeigt, wie ausgewählte Problemstellungen der Produktionsplanung und -steuerung durch ERP- und APS-Systeme sowie MES unterstützt werden. In dieser Kurseinheit werden weiterhin die Unterstützung des Kundenkontakts, die Angebotsüberwachung sowie die Auftrags-erfassung und -prüfung behandelt. Die Architektur und Funktionsweise von Customer-Relationship-Management-(CRM)-Systemen werden erläutert.

Die in vorausgegangenen Kurseinheiten diskutierten Architektur- und Kon-

struktionsprinzipien werden anhand von zwei Fallstudien in Kurseinheit 7 illustriert und vertieft. Innerhalb der ersten Fallstudie wird das FABMAS-System, ein agentenbasiertes Produktionssteuerungssystem für Halbleiterfabriken, diskutiert. Die zweite Fallstudie behandelt einen Prototyp einer SOA für die Produktionsdomäne. In beiden Fallstudien kommen moderne Middlewarekonzepte zur Anwendung. Auf die Unterstützung von ausgewählten betrieblichen Funktionen und Prozessen durch die beiden vorgestellten Prototypen wird eingegangen.

Voraussetzung für eine erfolgreiche Bearbeitung des Moduls ist ein Grundwissen über Wirtschaftsinformatik in einem Umfang, wie es im Modul „Grundzüge der Wirtschaftsinformatik“ und im Modul „Modellierung von Informationssystemen“ im Studiengang Wirtschaftsinformatik vermittelt wird. Weiterhin werden Programmierkenntnisse entsprechend dem Modul „Einführung in die objektorientierte Programmierung“ erwartet.

Lernziele

Die vorliegende Kurseinheit soll Sie mit grundlegenden Begriffen der Informatik, der Betriebswirtschaftslehre sowie der Wirtschaftsinformatik in dem Maße vertraut machen, wie es für die Zwecke dieses Kurses erforderlich erscheint. Sie sollen in ein Gesamtkonzept der integrierten betrieblichen Informationsverarbeitung eingeführt werden. Das Studium dieser Kurseinheit wird Ihnen Kenntnisse über die Struktur, Funktionalität und Einsatzpotentiale von Administrations-, Dispositions- sowie Planungs- und Kontrollsystemen vermitteln. Die in Kurseinheit 1 behandelten Inhalte sind Grundlage für die nachfolgenden Kurseinheiten und werden dort verfeinert und vertieft.

Nach dem Studium von Abschnitt 1.1 sollen Sie sicher mit wichtigen Begriffen der Informatik, Betriebswirtschaftslehre und Wirtschaftsinformatik im Kontext von betrieblichen Informationssystemen umgehen können.

Das Studium von Abschnitt 1.2 soll Sie in die Lage versetzen, wichtige Ausprägungen der integrierten Informationsverarbeitung beschreiben zu können. Sie sollen mit den Zielsetzungen der integrierten Informationsverarbeitung vertraut sein. Nach der Bearbeitung des Abschnitts werden Sie die wichtigsten Funktionen von Teilsystemen der integrierten Informationsverarbeitung darstellen können. Mit der Bereitstellung der unternehmensweiten Datenbasis sollen Sie nach Lektüre des Abschnitts vertraut sein.

Nachdem Sie Abschnitt 1.3 durchgearbeitet haben, werden Sie in der Lage sein, interne und außenwirksame Informationssysteme charakterisieren zu können. Wichtige Dimensionen betrieblicher Informationssysteme sollen Ihnen bekannt sein.

Die Beschäftigung mit dem Inhalt von Abschnitt 1.4 wird Sie zu einem Verständnis für die Notwendigkeit von Standardisierungen im Bereich betrieblicher Informationssysteme befähigen. Sichere Kenntnisse der verschiedenen Möglichkeiten von Standards für Informationssysteme sollen bei Ihnen vorhanden sein.

Die Übungsaufgaben dienen der Überprüfung des erreichten Kenntnisstandes. Erst durch das selbständige Lösen von Übungsaufgaben werden Sie eine große Sicherheit im Umgang mit den Begriffen, die in der Kurseinheit eingeführt wurden, erlangen. Außerdem soll Sie die eigenständige Beschäftigung mit den Aufgaben zu einer weiteren Durchdringung des erarbeiteten Stoffes anregen. Die vorgeschlagenen Lösungen werden Ihnen dabei helfen.

1.1 Motivation und Begriffsbildungen

Nach einer Motivation werden in diesem Abschnitt für diesen Kurs und für das Fach Wirtschaftsinformatik fundamentale Begriffe wie „System“, „Modell“, „Prozess“, „Informationssystem“ und „Anwendungssystem“ definiert.

1.1.1 Motivation

IT-Entwick-
lung

Die Informationstechnologie (IT) hat in den letzten Jahrzehnten einen rasanten Aufschwung erlebt. Während in den 80er Jahren noch überwiegend Großrechner, die nur von speziell ausgebildetem Personal bedient werden konnten, das Geschehen bestimmten, sind heute Personalcomputer aus dem täglichen Leben nicht mehr wegzudenken. Der Einsatz von Computern wurde in den Unternehmen schrittweise vollzogen. Auf diese Art und Weise sind Informationssysteme für die verschiedenen Unternehmensebenen und Funktionsbereiche entstanden.

Das Fach Wirtschaftsinformatik beschäftigt sich mit der Konzeption, Entwicklung, Einführung, Wartung und Nutzung von Systemen der computergestützten Informationsverarbeitung (IV) [25]. Vertiefte Kenntnisse über betriebliche Informationssysteme sind für jeden in der Praxis tätigen Wirtschaftsinformatiker zwingend notwendig. In dieser Kurseinheit stellen wir dazu zunächst Grundbegriffe aus der Informatik, der Betriebswirtschaftslehre sowie der Systemtheorie zur Verfügung. Die in dieser Kurseinheit behandelten Themen werden im weiteren Verlauf des Kurses in verschiedene Richtungen erweitert und vertieft.

1.1.2 Information, Daten und Wissen

Unter einer Zeichenkette s verstehen wir eine Folge von Elementen s_i eines Zeichenvorrats S . Es gilt

$$s = \{s_1, s_2, \dots\}, \quad s_i \in S. \quad (1.1)$$

Informatio-
nen

Eine Zeichenkette, die von einem Sender an einen Empfänger übermittelt wird, wird als Nachricht bezeichnet. Durch Interpretation von Nachrichten in einem bestimmten Kontext entstehen Informationen.

Definition 1.1.1 (Information) *Eine Nachricht wird als Information bezeichnet, wenn ihr der Empfänger eine Bedeutung zuordnen kann.*

Daten

Eine Information setzt somit eine Nachricht zwingend voraus, umgekehrt muss aber eine Nachricht nicht notwendigerweise eine Information enthalten. Informationen stellen Angaben über Sachverhalte und Vorgänge dar. Maschinell verarbeitbare Informationen werden als Daten bezeichnet. Wir definieren in Anlehnung an DIN [5] sowie Hansen und Neumann [15] deshalb den Datenbegriff wie folgt.

Definition 1.1.2 (Daten) *Daten stellen Informationen aufgrund bekannter oder unterstellter Vereinbarungen in einer maschinell verarbeitbaren Form dar.*

Heute ist es aufgrund der weiten Computerverbreitung relativ leicht, Informationen in eine maschinell verarbeitbare Form umzuwandeln. Deshalb wird die Abgrenzung zwischen Informationen und Daten kaum noch wahrgenommen. Aus diesem Grund werden insbesondere die Begriffe Informations- und Datenverarbeitung im weiteren Verlauf des Kurses synonym verwendet.

Entsprechend ihrem Verwendungszweck werden kommerziell genutzte Daten in Stamm- und Änderungsdaten sowie Bestands- und Bewegungsdaten unterschieden. Bei dieser Unterscheidung spielt die Änderungshäufigkeit eine wesentliche Rolle. Wir definieren zunächst den Begriff der Stammdaten.

Stammdaten

Definition 1.1.3 (Stammdaten) *Unter Stammdaten verstehen wir zustandsorientierte Daten, die der Identifizierung und Charakterisierung von Sachverhalten im Unternehmen dienen und unverändert über einen längeren Zeitraum zur Verfügung stehen.*

Stammdaten werden durch Änderungsdienste korrigiert, ergänzt oder gelöscht. Wir definieren in diesem Zusammenhang den Begriff der Änderungsdaten.

Änderungsdaten

Definition 1.1.4 (Änderungsdaten) *Änderungsdaten sind abwicklungsorientierte Daten, die eine Änderung von Stammdaten auslösen.*

Das Gegenstück zu Stammdaten stellen Bestandsdaten dar. Der Bestandsdatenbegriff wird wie folgt definiert.

Bestandsdaten

Definition 1.1.5 (Bestandsdaten) *Als Bestandsdaten bezeichnen wir zustandsorientierte Daten, die zur Beschreibung der betrieblichen Mengen- und Wertstruktur verwendet werden. Durch das Betriebsgeschehen bedingt, werden Bestandsdaten häufig geändert.*

Die Änderungen an den Bestandsdaten werden durch Bewegungsdaten verursacht.

Bewegungsdaten

Definition 1.1.6 (Bewegungsdaten) *Abwicklungsorientierte Daten, die immer wieder neu durch betriebliche Leistungsprozesse entstehen, die ständig in die Vorgänge der Informationsverarbeitung einfließen und dadurch Veränderungen von Bestandsdaten bewirken, werden als Bewegungsdaten bezeichnet.*

Die eigentlichen Bewegungsvorgänge werden als Transaktionen bezeichnet. Wir illustrieren die unterschiedlichen Datenkategorien im nachfolgenden Beispiel.

Beispiel 1.1.1 (Daten kategorien) *Der Aufbau eines Motorrades aus Rahmen und Motor sowie die weitere Unterteilung des Motors in Motorblock und Nockenwelle kann durch eine Stückliste abgebildet werden. Eine Stückliste ist*

eine Datenstruktur, die zur Abbildung von Erzeugnisstrukturen mit den relevanten Daten wie Teilenummern, Teilebezeichnungen und Mengenkoeffizienten dient [20]. Sie beschreibt somit die Zusammensetzung eines Endprodukts oder eines anderen Teils aus seinen Bestandteilen. Stücklisten werden sowohl zur Kalkulation von Produkten im Sinne einer Preisfindung als auch zur Produktionsplanung und -steuerung verwendet. Sie sind typische Vertreter für Stammdaten. Mitteilungen der Konstruktionsabteilung über eine Änderung des Rahmens in der Stückliste sind Änderungsdaten. Die Höhe der Lagerbestände für Motoren und Motorräder stellen Bestandsdaten dar. Fertigungsaufträge für Motoren sind Bewegungsdaten, die nach ihrer Fertigstellung den Lagerbestand verändern.

Übungsaufgabe 1.1 (Datenkategorien) Geben Sie für einen selbst gewählten Unternehmenszweig, beispielsweise dem des eigenen Unternehmens, Beispiele für die verschiedenen Datenkategorien an.

Wissen

Daten können nicht nur zur Ablage von Informationen, sondern auch für die Wissensspeicherung herangezogen werden. Wir definieren dazu zunächst den Begriff „Wissen“.

Definition 1.1.7 (Wissen) Unter Wissen versteht man den gesicherten Bestand an Erkenntnissen, der bei einzelnen Menschen, Gruppen von Menschen oder in einer Organisation vorhanden ist.

Betriebliche Entscheidungen basieren auf zweckgerichteten Informationen. Sie können dazu verwendet werden, betriebliches Wissen zu erzeugen.

1.1.3 Systemtheoretische Begriffsbildungen und Grundbegriffe der Modellierung

System

In diesem Abschnitt führen wir zunächst den System- und Modellbegriff in Anlehnung an [29, 9] ein. Wir werden im weiteren Verlauf des Kurses sehen, dass sich das Denken in Systemen für die Gestaltung von betrieblichen Informationssystemen als vorteilhaft erweist.

Definition 1.1.8 (Allgemeines System) Wir bezeichnen mit $I \neq \emptyset$ eine beliebige Indexmenge. $V := \{V_i | i \in I\}$ ist eine Familie von Mengen. Dann ist ein allgemeines System S^G definiert als Relation über den Mengen $V_i \neq \emptyset$, d.h., es gilt

$$S^G \subseteq \prod_{i \in I} V_i. \quad (1.2)$$

Die Mengen V_i werden als Systemkomponenten bezeichnet. Die Menge V heißt Systemträgermenge von S^G . Die Struktur des allgemeinen Systems S^G wird durch die Menge

$$R^G \subseteq \{(V_i, V_j) | i, j \in I, i \neq j\} \quad (1.3)$$

beschrieben. Das Verhalten des Systems wird durch die Menge der Tupel von S^G angegeben. Die Projektion

$$S^G_{|(V_i, V_j)} \quad (1.4)$$

beschreibt das Verhalten des Strukturelements (V_i, V_j) .

Wir bemerken, dass wir in Definition 1.1.8 keine zusätzlichen Annahmen für die Mengen V_i vorgenommen haben. Insbesondere ist es so möglich, dass die V_i selber wieder Systeme sind. Das führt dann zum Begriff des Teilsystems

Definition 1.1.9 (Teilsystem) Ein System S^{G_i} heißt Teilsystem eines Systems S^G , wenn gilt

1. $S^{G_i} \subseteq \times_{j \in J} V_{ij}$ ist eine Relation über den Mengen V_{ij} .
2. Es gibt ein $i \in I$ mit $V_i = \{V_{ij} | j \in J\}$.
3. Es gilt $S^{G_i} \subseteq S^G_{|V_i}$.

Wir betrachten das nachfolgende Beispiel zur Veranschaulichung des abstrakten Konzepts „allgemeines System“.

Beispiel 1.1.2 (Allgemeines System) Die Menge der Arbeitsgänge, die auf den Maschinen eines Produktionssystems prinzipiell ausgeführt werden können, kann als System über den Wertebereichen von Attributen interpretiert werden. Wir betrachten die ID des Arbeitsgangs, die Maschine, auf der der Arbeitsgang ausgeführt wird, sowie die dazu notwendige Bearbeitungszeit als Attribute. Die Menge der zulässigen Werte für jedes Attribut wird als Domäne bezeichnet. Falls von 100 Arbeitsgängen und 100 Maschinen ausgegangen wird, gilt:

$$\text{dom}(ID) = \{S01, \dots, S100\}, \quad (1.5)$$

$$\text{dom}(Maschine) = \{m_1, \dots, m_{100}\}, \quad (1.6)$$

$$\text{dom}(Bearbeitungszeit) = \{1, 2, 3, \dots\}. \quad (1.7)$$

Das Systemverhalten ist in Form der Tabelle 1.1 dargestellt. Diese Tabelle enthält die Menge aller Arbeitsgänge. Arbeitsgänge können eingefügt, verändert oder gelöscht werden. Jede dieser Änderungen der Einträge der Tabelle bewirkt ein verändertes Systemverhalten. Die Struktur des Systems ist durch

$$R^G := \{(ID, Maschine), (ID, Bearbeitungszeit)\} \quad (1.8)$$

gegeben. Ein Teilsystem ist durch die Tabelle mit den Maschinen gegeben.

Tabelle 1.1: Menge aller möglichen Arbeitsgänge als allgemeines System

ID	Maschine	Bearbeitungszeit
S01	m_1	105
S03	m_2	22
S10	m_1	34
S22	m_4	12
S54	m_5	120

Übungsaufgabe 1.2 (Allgemeines System) Betrachten Sie ein Transportsystem in der Produktion, das aus drei Fahrzeugen besteht, die auf einer einzelnen Schiene fahren. Über das Transportsystem werden die Lose innerhalb des Produktionssystems zwischen den Maschinen bewegt. Ein Fahrzeug verlässt, um ein Los an einer Maschine aufzunehmen oder zuzustellen, den Hauptschienenstrang und wartet vor der Maschine auf die Be- bzw. Entladung. Ist ein Fahrzeug nicht mit dem Transport eines Loses beschäftigt, so wartet es vor einer Maschine, um nicht den Hauptschienenstrang für die anderen Fahrzeuge zu blockieren. Um eine Blockierung oder eine Kollision der Fahrzeuge zu verhindern, dürfen sich maximal zwei Fahrzeuge auf dem Hauptschienenstrang befinden und nur in die gleiche Richtung fahren. Somit können die Fahrzeuge die Zustände {parken, vorwärts fahren, rückwärts fahren} einnehmen.

Stellen Sie das Transportsystem grafisch dar. Geben Sie die Systemkomponenten V_i und die Struktur R^G des Systems an, wobei nur die dynamischen Komponenten des Transportsystems betrachtet werden. Stellen Sie das allgemeine System S^G in Form einer Tabelle dar.

reale Systeme

Wir haben bisher ausschließlich formale Systeme beschrieben. **Formale Systeme** sind dadurch gekennzeichnet, dass sie wie in Definition 1.1.8 angegeben, auf den abstrakten Begriffen der Menge und Relation basieren. Praktische Fragestellungen haben aber oft reale Systeme zum Gegenstand. Wir führen deshalb an dieser Stelle den Begriff des realen Systems ein.

Definition 1.1.10 (Reales System) Unter einem realen System verstehen wir einen Teilausschnitt der realen Welt. Die wesentliche Eigenschaft realer Systeme besteht darin, dass die Systemkomponenten real, d.h. materiell sind.

Die Komponenten realer Systeme können gegeneinander und gegenüber der Umwelt durch die Angabe von Eigenschaften abgegrenzt werden. Das Verhalten eines realen Systems wird durch Interaktionen seiner Komponenten bestimmt. Unter Interaktionen zwischen verschiedenen Systemkomponenten verstehen wir einen Materie-, Energie- oder Informationsaustausch. Ein reales System wird **offen** genannt, wenn es mit seiner Umwelt interagiert. Falls keine Interaktionen

zwischen realem System und Umwelt stattfinden, sprechen wir von einem **geschlossenen** System. Der Zustand eines realen Systems wird durch die Ausprägungen der Eigenschaften seiner Komponenten beschrieben. Der Systemzustand wird durch Interaktionen der Systemkomponenten untereinander und der Umwelt verändert.

Wir unterscheiden zwischen **der Außen- und der Innensicht** von realen Systemen. Bei der Außensicht eines Systems werden lediglich seine Schnittstellen zu benachbarten Systemen angegeben. Ausschließlich das Verhalten des Systems gegenüber seiner Umwelt ist von Interesse. Die Außensicht wird beispielsweise durch Input-Output-Systeme eingenommen. Wir betrachten dazu die nachfolgende Definition:

Input-
Output-
Systeme

Definition 1.1.11 (Input-Output-System) Ein allgemeines System S^{IO} heißt Input-Output-System, wenn gilt:

1. Es existiert eine disjunkte Zerlegung der Indexmenge I in zwei Mengen I_{in} und I_{out} .
2. Es gilt: $S^{IO} \subseteq IN \times OUT$ für die Eingabemenge $IN := \prod_{i \in I_{in}} V_i$ und die Ausgabemenge $OUT := \prod_{i \in I_{out}} V_i$.

Die Innensicht eines Systems beschäftigt sich mit der internen Struktur des Systems. Das Verhalten seiner Komponenten wird untersucht. Dabei werden die Systemkomponenten entweder als nicht weiter zerlegbar oder aber als Teilsysteme in der Außensichtdarstellung aufgefasst.

Durch eine sukzessive Dekomposition eines Systems in Teilsysteme, die in der Außen- und Innensicht weiter beschrieben werden, ist es möglich, auch komplexe Systeme zu studieren. Wir werden in Kurseinheit 7 dieses Kurses geeignete Beispiele für dieses Vorgehen kennenlernen.

Die Untersuchung von Systemen erfolgt typischerweise durch Betrachtung eines Modells. Ein Modell ist dabei ein System, das zur Abbildung eines zweiten Systems mit einem bestimmten Ziel dient. Die formale Definition lautet:

Modell

Definition 1.1.12 (Modell) Ein Modell M ist definiert als ein Tripel

$$M := (S_O, S_M, f), \quad (1.9)$$

wobei S_O ein zu modellierendes Objektsystem über der Systemträgermenge V_O , S_M ein Modellsystem über der Systemträgermenge V_M und $f : V_O \rightarrow V_M$ eine Modellabbildung bezeichnen.

Die Tätigkeit der Erstellung eines Modells wird als Modellbildung bezeichnet. Anforderungen an die Modellbildung sind das Erreichen von Struktur- und Verhaltenstreue von Objekt- und Modellsystem. Wir definieren dabei die Begriffe Struktur- und Verhaltenstreue wie folgt.

Struktur-
und Verhal-
tenstreue

Definition 1.1.13 (Struktur- und Verhaltenstreue von Modellen) Ein Modell M ist zum Objektsystem S_O strukturtreu, wenn gilt:

$$(V_i, V_j) \in R_O \iff (f(V_i), f(V_j)) \in R_M. \quad (1.10)$$

In diesem Fall wird f als Homomorphismus bezüglich der Struktur bezeichnet. S_M heißt zu S_O verhaltenstreu, wenn gilt:

$$S_O|(V_i, V_j) \iff S_M|(f(V_i), f(V_j)). \quad (1.11)$$

Die Abbildung f heißt in diesem Fall Homomorphismus bezüglich des Verhaltens. Man erhält $f(V)$, indem man die Abbildung f auf die Komponenten von V anwendet. Falls f bijektiv ist, spricht man von einer isomorphen Modellabbildung.

Übungsaufgabe 1.3 (Eigenschaften der Modellabbildung) Beschreiben Sie kurz die Vorgehensweise bei der Modellbildung des in Aufgabe 1.2 entwickelten allgemeinen Systems. Ist das Modell aus Aufgabe 1.2 struktur- und verhaltenstreu?

Häufig ist es nicht möglich, die Modellabbildung f in expliziter Form anzugeben. In diesem Fall kann die Modellabbildung f nur informell beschrieben werden. Insbesondere kann die Homomorphismeigenschaft bezüglich Struktur und Verhalten nur informell überprüft werden. Der mit der Modellierung betrauten Person, dem Modellierer, kommt somit die wichtige Aufgabe zu, sicherzustellen, dass ein sachgerechtes Modell erstellt wird.

konstruktivistische Modellierung

Dazu wird neben dem bisher erläuterten Modellierungsverständnis, das im Sinne von Definition 1.1.12 im Wesentlichen auf der Angabe einer struktur- und verhaltenstreuen Modellabbildung basiert, in Anlehnung an [9] ein konstruktivistisches Modellierungsverständnis entwickelt.

Das konstruktivistische Modellierungsverständnis geht davon aus, dass für die Modellbildung Ziele bestehen. Diese Ziele sind dem Modellierer bekannt. Der Modellierer grenzt das zu modellierende Objektsystem als Teil der Realität ab und interpretiert es geeignet. Unter Verwendung der verfolgten Modellziele und der Interpretationsergebnisse wird das Modell durch den Modellierer konstruiert. Das skizzierte konstruktivistische Modellierungsverständnis zeigt, dass die Modellbildung subjektiv ist. Um diese subjektiven Einflüsse zu begrenzen, werden Metaphern und Metamodelle für die Modellkonstruktion verwendet.

Metapher

Wir definieren zunächst den Begriff der Metapher im Kontext der Modellierung.

Definition 1.1.14 (Metapher) Unter einer Metapher versteht man bei der Modellbildung eine bestimmte Sichtweise, die vom Modellierer bei der Betrachtung des Objektsystems verwendet wird und die somit auf die Spezifikation des Modellsystems übertragen wird.

Zur Veranschaulichung des Metapherbegriffs betrachten wir das folgende Beispiel [9].

Beispiel 1.1.3 (Metaphern in der Modellbildung) *Dem Begriff des Input-Output-Systems liegt die Black-Box-Metapher zugrunde, da bei Input-Output-Systemen ähnlich wie bei einer Black-Box die innere Struktur und das Verhalten des Systems uninteressant sind.*

Ein auf die jeweilige Metapher zugeschnittenes Begriffssystem wird durch Meta-

Metamodell

Definition 1.1.15 (Metamodell) *Ein Metamodell definiert die zur Verfügung stehenden Arten von Modellbausteinen, die möglichen Beziehungen zwischen den Modellbausteinen, die Regeln für die Verknüpfung von Modellbausteinen durch Beziehungen sowie die Semantik der Modellbausteine und Beziehungen.*

Metaphern und Metamodelle werden zur Festlegung von Beschreibungsrahmen für die Modellbildung herangezogen. Ein derartiger Rahmen für die Gestaltung von Modellen wird als Modellierungsansatz bezeichnet. Ein Modellierungsansatz umfasst stets die nachfolgenden zwei Bestandteile:

Modellie-
rungsansatz

1. eine Metapher zur Beschreibung einer Sichtweise,
2. ein Metamodell zur Definition eines mit einer Metapher abgestimmten Begriffssystems.

Verschiedene Modellierungsansätze werden uns bei der Behandlung der Architektur von betrieblichen Informationssystemen in Abschnitt 2.2.2 begegnen.

Übungsaufgabe 1.4 (Metamodelle) *Geben Sie ein selbst gewähltes Beispiel für ein Metamodell an und beschreiben Sie grob die Modellbausteine und die möglichen Beziehungen und Regeln.*

1.1.4 Systemtheoretisches Grundmodell eines Unternehmens

Wir wenden in diesem Abschnitt unsere Erkenntnisse auf das spezielle System „Unternehmen“ an. Dazu betrachten wir das von Grochla [13] vorgeschlagene Grundmodell eines Unternehmens. Dieses Modell umfasst die beiden Teilsysteme:

- Basissystem,
- Informationssystem.

Diese beiden Teilsysteme sind in die Unternehmensumwelt eingebettet. Wir definieren zunächst den zentralen Begriff des Basissystems.

Basissystem

Definition 1.1.16 (Basissystem) *Das Basissystem wandelt im Zuge der Leistungserstellung Einsatzgüter in Produkte um. Dabei erhält das Unternehmen die Einsatzgüter von Beschaffungsmärkten aus der Umwelt des Unternehmens. Über Absatzmärkte wird die Umgebung des Unternehmens mit den hergestellten Produkten versorgt.*

Wir betrachten zum besseren Verständnis dieser Definition das nachfolgende Beispiel für Leistungserstellungsprozesse.

Beispiel 1.1.4 (Leistungserstellungsprozess) *Wir unterscheiden zwischen materiellen und immateriellen Gütern. Bei einem materiellen Gut wie einem integrierten Schaltkreis sind die Produktion und der Absatz typische Leistungserstellungsprozesse. Die Beschreibung einer neuartigen Architektur für einen integrierten Schaltkreis stellt hingegen ein immaterielles Gut dar. Die als Dienstleistung angebotene Entwicklung einer derartigen Architektur ist ein Leistungserstellungsprozess.*

Informationssystem Nach der Definition des Basissystems geben wir eine erste Definition des Begriffs „Informationssystem“. Diese Definition wird in Abschnitt 1.1.7 dieser Kurseinheit entsprechend verfeinert werden.

Definition 1.1.17 (Informationssystem) *Wir bezeichnen das gesamte informationsverarbeitende System eines Unternehmens als Informationssystem. Die Aufgabe eines Informationssystems besteht in der Planung, Steuerung und Kontrolle seines Basissystems.*

Durch die Planung wird die Leistungserstellung des Basissystems zielgerichtet beeinflusst. Dazu sind Entscheidungsfindungsprozesse notwendig, die geeignet durch das Informationssystem unterstützt werden müssen. Durch die Steuerung werden Ergebnisse der Entscheidungsfindungsprozesse an das Basissystem übergeben, um dort eine entsprechende Durchführung zu veranlassen. Im Rahmen der Kontrolle wird der Erfolg der Durchführung an das Informationssystem zurückgemeldet.

Lenkung Unter Lenkung des Basissystems verstehen wir die zielgerichtete Beeinflussung und Verwaltung des Basissystems durch Planung, Steuerung und Kontrolle. Das Informationssystem schickt Durchführungsaufträge an das Basissystem und erhält umgekehrt Rückmeldungen über den Erfolg bzw. Misserfolg der Durchführungsaufträge. Das Informationssystem erhält weiterhin Informationen aus der Unternehmensumwelt und schickt Informationen dorthin. Es wird auch als Lenkungssystem bezeichnet [9].

In Abbildung 1.1 zeigen wir den Zusammenhang zwischen Basis- und Informationssystem und Unternehmensumwelt.

Aufgaben Die Aufgaben des Informationssystems im Grundmodell eines Unternehmens bestehen in der Planung, Steuerung und Kontrolle des zugehörigen Basissystems. Diese Aufgabenbeschreibung wird nun weiter verfeinert. Dazu bietet es sich an,

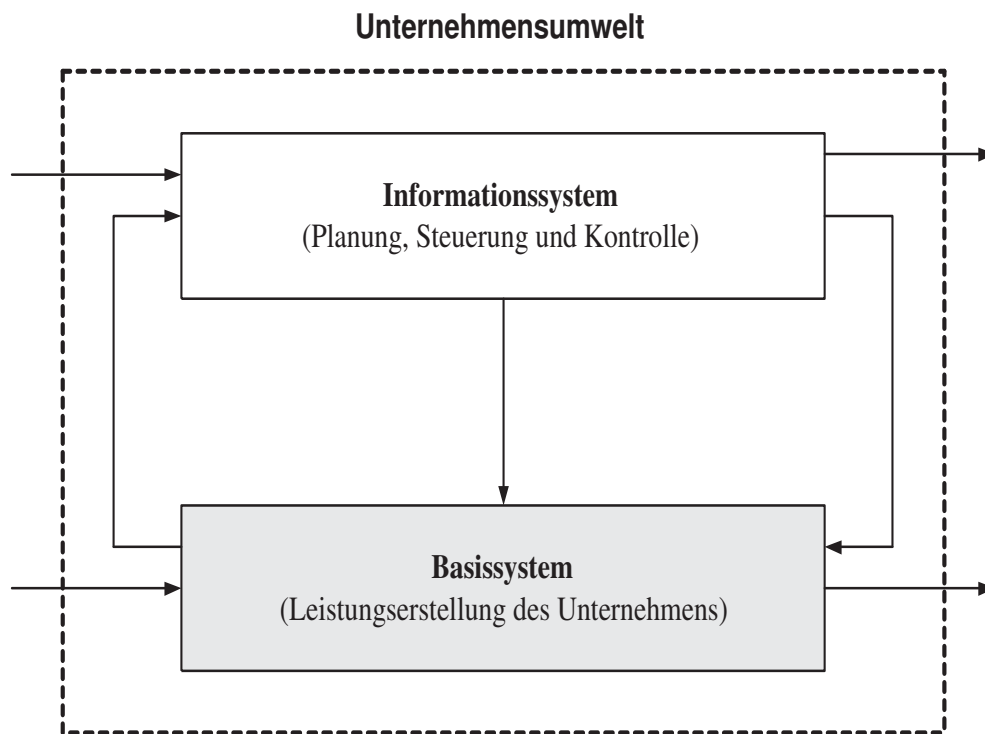


Abbildung 1.1: Systemtheoretisches Grundmodell eines Unternehmens

zwischen Transformations- und Entscheidungsaufgaben zu unterscheiden [9]. Dazu geben wir die nachfolgenden Definitionen an.

Definition 1.1.18 (Transformationsaufgabe ohne Speicher) *Wenn ausschließlich die in die Aufgabe eingehenden Informationen (Input) zur Erzeugung von Ausgangsinformationen der Aufgabe (Output) verwendet werden, liegt eine Transformationsaufgabe ohne Speicher vor.*

Transformationsaufgaben ohne Speicher sind somit gedächtnislos. Sie werden von Input-Output-Systemen gelöst. Wir führen nun Transformationsaufgaben mit Speicher ein.

Definition 1.1.19 (Transformationsaufgabe mit Speicher) *Die in die Aufgabe eingehenden Informationen (Input) werden zusammen mit Informationen, die im Rahmen früherer Aufgabendurchführungen in einem Speicher abgelegt worden sind, zur Erzeugung von Ausgangsinformationen der Aufgabe (Output) verwendet. Der Output wird zumindest partiell im Speicher vorgehalten.*

Bei Transformationsaufgaben mit Speicher werden zum einen frühere Zustände verwendet, andererseits wird auch der aktuelle Zustand festgehalten. Wir definieren nun den Begriff der Entscheidungsaufgabe.

Entscheidungs-
aufgabe

Definition 1.1.20 (Entscheidungsaufgabe) *Eine Entscheidungsaufgabe ist eine spezielle Transformationsaufgabe mit oder ohne Speicher, bei der zusätzlich Ziele als Input berücksichtigt werden. Der Output einer Entscheidungsaufgabe versucht, die Ziele zu erfüllen.*

Wir illustrieren diese Definitionen im folgenden Beispiel.

Beispiel 1.1.5 (Transformations- und Entscheidungsaufgabe) *Die Berechnung der Verspätung eines Kundenauftrags ist eine Transformationsaufgabe ohne Speicher. Die erfolgreiche Ausführung eines Arbeitsgangs einschließlich der Meldung im Rahmen der Betriebsdatenerfassung stellt eine Transformationsaufgabe mit Speicher dar, da gleichzeitig der entsprechende Zustand in Datenbanken festgehalten wird. Die Ermittlung eines Ablaufplans, der das Ziel hat, die Verspätung der Lose zu minimieren, ist eine Entscheidungsaufgabe.*

Teilsysteme Das Informationssystem dient der Lösung einer Vielzahl von Transformations- und Entscheidungsaufgaben. Um die unterschiedlichen Aufgaben besser dem Informationssystem zuordnen zu können, wird dieses zunächst in die Teilsysteme

- Planungssystem,
- Steuerungs- und Kontrollsystem,
- operatives Informationssystem

zerlegt. Die Aufgabe des operativen Informationssystems besteht in der unmittelbaren Planung, Steuerung und Kontrolle des Basissystems. Durch das Steuerungs- und Kontrollsystem wird das operative Informationssystem mit dem Planungssystem verbunden. Aufgrund der längeren Horizonte in Planungssystemen werden Aggregations- und Disaggregationsfunktionen durch das Steuerungs- und Kontrollsystem wahrgenommen. Die Aufgabe des Planungssystems besteht darin, Pläne zu ermitteln, die Unternehmensziele geeignet berücksichtigen. Die Pläne werden dabei auf Basis von Umweltinformationen und Rückkopplungen der beiden unteren Ebenen ermittelt. Die so berechneten Pläne sind als Vorgaben für das Steuerungs- und Kontrollsystem sowie das operative Informationssystem aufzufassen. Das verfeinerte Grundmodell eines Unternehmens wird in Abbildung 1.2 gezeigt.

Beispiele für operative Informationssysteme, Steuerungs- und Kontroll- sowie Planungssysteme werden in Abschnitt 1.2.3 dieser Kurseinheit angegeben.

Die Unterscheidung von Basis- und Informationssystem hat für das Erlangen eines globalen Verständnisses betrieblicher Systeme eine große Bedeutung. Die dabei eingenommene Makrosicht ermöglicht allerdings keine weitergehende, stärker detaillierte Analyse betrieblicher Systeme. Um eine derartige Analyse durchzuführen, ist es notwendig, eine Mikrosicht einzunehmen und die verschiedenen Interaktionen zwischen Teilinformationssystemen, Teilbasissystemen sowie der Umwelt zu untersuchen.

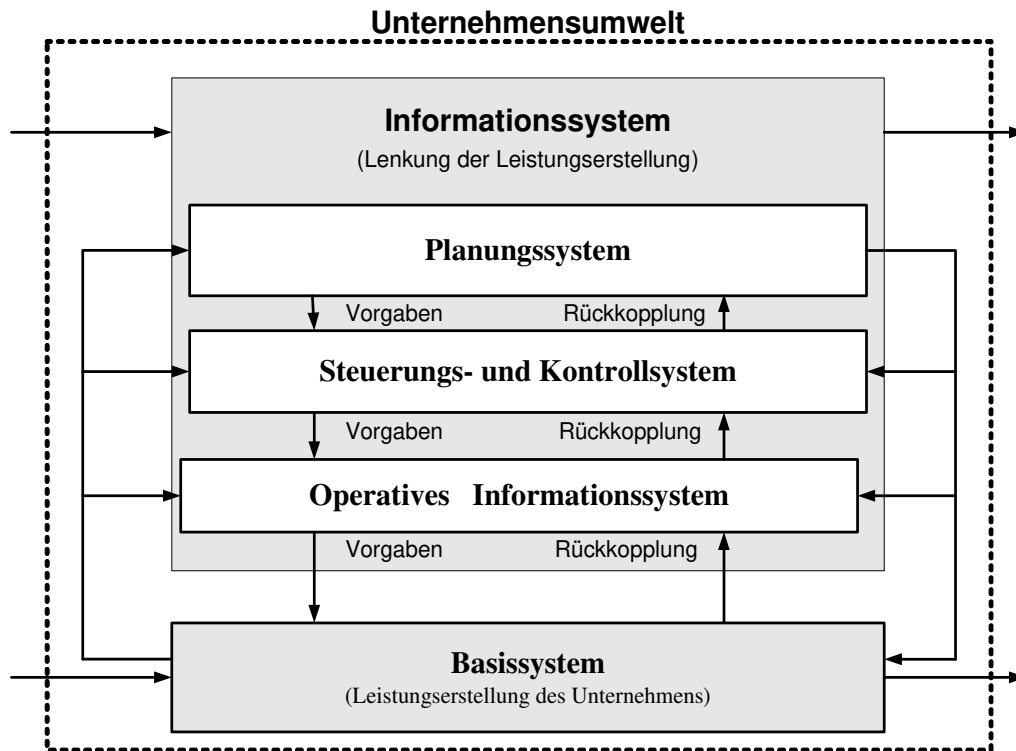


Abbildung 1.2: Verfeinertes systemtheoretisches Grundmodell eines Unternehmens

1.1.5 Prozessbegriff

Neben dem Systembegriff kommt dem Begriff des Prozesses eine zentrale Rolle zu. Wir geben zunächst eine formale Definition des Begriffes „Prozess“ an [37]. Prozess

Definition 1.1.21 (Prozess) *Gegeben sei eine Menge von Ereignissen E^* und eine Menge von Aktionen A . Das Tripel $p = (E, \preceq, \alpha)$ heißt Prozess, wenn folgende drei Eigenschaften erfüllt sind:*

1. $E \subseteq E^*$,
2. \preceq ist eine Halbordnung über E ,
3. $\alpha : E \rightarrow A$ ist eine Abbildung.

Die folgenden Bemerkungen sind zum besseren Verständnis dieser Definition notwendig.

1. Eine Halbordnung ist definiert als eine reflexive, transitive und antisymmetrische binäre Relation [12]. Da auf E die Halbordnung \preceq definiert ist, wird E als halbgeordnete Menge bezeichnet. Die Elemente $e_1, e_2 \in E$ heißen vergleichbare Elemente von E , wenn $e_1 \preceq e_2$ oder $e_2 \preceq e_1$ gilt.

2. Die Halbordnung \preceq wird als Kausalitätsrelation bezeichnet.
3. Die Abbildung α ordnet jedem Ereignis die von ihm ausgelöste Aktion zu. α wird als Aktionsmarkierung des Prozesses p bezeichnet.

Wir verdeutlichen Definition 1.1.21 an einem einfachen Beispiel.

Beispiel 1.1.6 (Montageprozess) *Ein Motorrad soll aus den beiden Baugruppen Motor und Rahmen montiert werden. Dabei setzt sich der Motor aus einem Motorblock und einer Nockenwelle zusammen. Wir betrachten den zugehörigen Prozess mit Ereignissen. Den Ereignissen werden Aktionen, wie in Tabelle 1.2 gezeigt, zugeordnet.*

Tabelle 1.2: Zuordnung Ereignis - Aktion für den Montageprozess

Ereignis	Aktion
e_1	$a_1 :=$ Stelle einen Motorblock her.
e_2	$a_2 :=$ Stelle eine Nockenwelle her.
e_3	$a_3 :=$ Füge Motorblock und Nockenwelle zu einem Motor zusammen.
e_4	$a_4 :=$ Stelle einen Rahmen her.
e_5	$a_5 :=$ Montiere das Motorrad aus Motor und Rahmen.

Die Relation der kausalen Ereignisse ist durch $e_1 \preceq e_3$, $e_2 \preceq e_3$, $e_4 \preceq e_5$ sowie $e_3 \preceq e_5$ gegeben. Unter Ausnutzung der Transitivität von \preceq erhält man zusätzlich $e_1 \preceq e_5$ und $e_2 \preceq e_5$. Offensichtlich kann Ereignis e_5 nur stattfinden, wenn vorher die Ereignisse e_1 und e_2 eingetreten sind. Die Ereignisse e_1 und e_2 stehen in keiner kausalen Abhängigkeit zueinander.

Innerhalb eines Prozesses ist jedes Ereignis eindeutig identifizierbar, die gleiche Aktion kann jedoch mehrfach stattfinden, d.h. die Abbildung α ist nicht notwendigerweise injektiv. Ein Prozess p heißt endlich, wenn die Menge der Ereignisse E endlich ist. Endliche Prozesse können durch gerichtete, zyklensfreie Graphen repräsentiert werden, deren Knoten Ereignisse darstellen und deren Kanten den Aktionen entsprechen.

Übungsaufgabe 1.5 (Darstellung von Prozessen) *Stellen Sie den Montageprozess aus Beispiel 1.1.6 geeignet graphisch dar.*

Parallelität

Wie aus Beispiel 1.1.6 zu sehen ist, können Ereignisse nebenläufig auftreten. Wir formalisieren diesen Parallelitätsbegriff für Prozesse wie folgt.

Definition 1.1.22 (Parallelität in Prozessen) *Im Prozess $p = (E, \preceq, \alpha)$ heißen zwei Ereignisse $e_1 \in E$ und $e_2 \in E$ parallel bzw. nebenläufig, wenn weder $e_1 \preceq e_2$ noch $e_2 \preceq e_1$ gilt.*

Parallele Ereignisse können somit zeitlich nebeneinander oder in beliebiger Reihenfolge stattfinden, da sie kausal unabhängig sind.

Beispiel 1.1.7 (Parallelität) *In Beispiel 1.1.6 sind die Ereignisse e_1 und e_2 , e_3 und e_4 , e_1 und e_4 sowie e_2 und e_4 parallel.*

Wenn in einem Prozess keine parallelen Ereignisse auftreten, heißt ein Prozess sequentiell. Offensichtlich gilt für zwei beliebige Ereignisse e_i und e_j eines sequentiellen Prozesses $p = (E, \preceq, \alpha)$ stets entweder $e_i \preceq e_j$ oder $e_j \preceq e_i$.

sequentielle
Prozesse

Prozesse können zur Beschreibung von Abläufen in einem System verwendet werden. Aktionen in Prozessen können als Zustandsänderungen des Systems interpretiert werden. Das eröffnet einen zweiten Zugang für eine Prozessdefinition (vergl. [8]), der in diesem Kurs aber nicht weiter verfolgt werden soll.

Eine Verwendung des durch Definition 1.1.21 gegebenen allgemeinen Prozessbegriffes ist in vielen praktischen Situationen in dieser Form nicht sinnvoll. Deshalb betrachten wir zusätzlich eine pragmatische Formulierung für diejenige Klasse von Prozessen, die für den weiteren Verlauf des Kurses von Bedeutung ist. Wir definieren deshalb den Begriff des Geschäftsprozesses in Anlehnung an [15, 9]. Weitere mögliche Definitionen sind in [34] aufgelistet.

Geschäftspro-
zess

Definition 1.1.23 (Geschäftsprozess) *Ein Geschäftsprozess umfasst eine Menge miteinander verknüpfter Aktivitäten, die in einer bestimmten Reihenfolge ausgeführt werden, um ein vorher festgelegtes Ziel zu erreichen. Die Aktivitäten können dabei sequentiell oder parallel ausgeführt werden.*

Wir sehen, dass die Aktionen der allgemeinen Prozessdefinition durch Aktivitäten ersetzt werden. Eine Aktivität kann dabei mehrere Aktionen umfassen. Die festgelegte Reihenfolge entspricht der Halbordnung auf der Ereignismenge. Neu ist an Definition 1.1.23 im Vergleich zu Definition 1.1.21 das explizite Nennen von Zielen.

Wir unterscheiden zwischen primären und sekundären Geschäftsprozessen. Ein primärer Geschäftsprozess hat direkten Einfluss auf den Erfolg des Unternehmens, durch sekundäre Geschäftsprozesse erfolgt die Einflussnahme nur indirekt. Wir betrachten dazu das nachfolgende Beispiel.

Beispiel 1.1.8 (Primäre und sekundäre Geschäftsprozesse) *Fertigungsprozesse stellen in einem Industrieunternehmen primäre Geschäftsprozesse dar. Der Wareneinkauf für die Kantine des Unternehmens ist hingegen ein sekundärer Geschäftsprozess.*

Im Verlauf des Kurses werden weitere Beispiele für Geschäftsprozesse, insbesondere aus den Bereichen Produktion und Vertrieb, betrachtet werden.

Übungsaufgabe 1.6 (Prozess) *Betrachten Sie den Geschäftsprozess Vertrieb als allgemeinen Prozess und identifizieren Sie die zugehörigen Ereignisse und*

Aktionen. Stellen Sie die Relation der kausalen Ereignisse dar. Der Prozess beginnt mit der Erstellung der Bestellbestätigung und der Rechnung. Nachdem die Bestellbestätigung verschickt wurde, wird auch die Rechnung versendet. Parallel hierzu wird die Vorbereitung der Produktion der bestellten Waren vorgenommen und im Anschluss daran produziert. Nachdem die Ware produziert, verpackt und vom Kunden bezahlt wurde, wird diese verschickt und der Prozess ist abgeschlossen.

1.1.6 Aufbau- und Ablauforganisation

Aufbauorga-
nisation

Unternehmen als komplexe soziale Gebilde müssen in kleinere, stärker überschaubare Einheiten untergliedert werden. Die für die Untergliederung erforderlichen Regeln werden als Organisation bezeichnet [36]. Durch die Dekomposition des Unternehmens in kleinere Einheiten entstehen Koordinations- und Kommunikationsaufgaben. Die wesentliche Aufgabe einer Organisation besteht darin, diese Aufgaben mit möglichst geringem Kostenaufwand zu lösen. Wir unterscheiden zwischen Aufbau- und Ablauforganisation. Wir definieren den Begriff der Aufbauorganisation wie folgt.

Definition 1.1.24 (Aufbauorganisation) *Wenn im Zuge einer Strukturierung ein Unternehmen als statisches System betrachtet wird, wird die Menge der organisatorischen Regeln Aufbauorganisation genannt. Regelungen zur Aufbauorganisation beziehen sich auf die Bildung von Stellen und die Beziehungen zwischen Stellen. Die Aufbauorganisation gibt das Stellensystem der Organisation vor.*

Unterneh-
mensfunktion

Bei einer **funktionalen Untergliederung** sind mehrere Einheiten des Unternehmens an der Lösung einer Gesamtaufgabe beteiligt. Durch die Aufteilung der unterschiedlichen Funktionen auf mehrere Einheiten ergibt sich ein hoher Koordinations- und Kommunikationsaufwand. Im nachfolgenden Beispiel nennen wir unterschiedliche Unternehmensfunktionen.

Beispiel 1.1.9 (Unternehmensfunktionen) *Die Produktion, der Absatz und die Beschaffung sind Unternehmensfunktionen.*

Bei einer funktionalen Untergliederung ist eine Unternehmensfunktion zentral für alle Produkte sowie Standorte und Gebiete zuständig.

objektorien-
tierte Orga-
nisations-
struktur

Bei einer **objektorientierten Organisationsstruktur** wird ein Unternehmen in produktbezogene Sparten oder regionale Einheiten untergliedert. Außerdem ist eine Untergliederung in produkt- oder kundenbezogene Werke möglich. Die Unternehmensfunktionen werden jetzt nicht mehr zentral, sondern für die jeweiligen Objektklassen angeboten. Dadurch wird der Koordinations- und Kommunikationsaufwand verringert. Synergieeffekte zwischen den unterschiedlichen Objektklassen werden üblicherweise nicht ausgenutzt. Wir betrachten das nachfolgende Beispiel zur Unterscheidung von funktionaler und objektorientierter Untergliederung.

Beispiel 1.1.10 (Funktionale und objektorientierte Untergliederung)

Ein Halbleiterfertigungsunternehmen stellt integrierte Schaltkreise an mehreren Standorten her. Bei einer funktionalen Untergliederung existiert ein Zentraleinkauf, während bei einer objektorientierten Untergliederung ein separater Einkauf für jeden Standort vorhanden ist.

Hybride Organisationsstrukturen versuchen, die Vorteile einer funktionalen und einer objektorientierten Untergliederung zu vereinen. Bestimmte betriebliche Funktionen werden durch Objektorientierung dezentralisiert, andere Funktionen werden zentral für alle Objektklassen durchgeführt. Die dezentralen Einheiten arbeiten prozessorientiert. Durch die zentralen Funktionen können Synergieeffekte des Gesamtunternehmens gegenüber der Unternehmensumwelt ausgenutzt werden. Durch Vernetzung der dezentralen Organisationseinheiten innerhalb des hybriden Ansatzes und durch die Einführung von übergeordneten Koordinationsebenen gelingt der Übergang zu einer **prozessorientierten Aufbauorganisation**.

prozessorien-
tierte Auf-
bauorgani-
sation

Eine prozessorientierte Aufbauorganisation ist dadurch gekennzeichnet, dass eine operative Abwicklung der Prozesse in den dezentralen Einheiten erfolgt. Die zwischen den dezentralen Einheiten bestehenden Beziehungen werden durch übergeordnete Koordinationsebenen geeignet behandelt. Dabei wird ausgenutzt, dass die durch die Koordinationsebenen zu lösenden Aufgaben zeitlich nicht so eng gekoppelt sind wie die Abläufe innerhalb der dezentralen Organisationseinheiten.

Nach der Einführung des Begriffs „Aufbauorganisation“ definieren wir den Begriff „Ablauforganisation“.

Ablauforgani-
sation

Definition 1.1.25 (Ablauforganisation) *Wenn sich die Strukturierung des Unternehmens auf die vom Unternehmen auszuführenden Aufgaben bezieht, spricht man von einer Ablauforganisation. Die Ablauforganisation stellt Regeln bereit, nach denen die Aufgaben untergliedert werden.*

Die Ablauforganisation legt die Geschäftsprozesse eines Unternehmens fest. Die Aufbau- und Ablauforganisation eines Unternehmens bilden zusammen die Betriebs- und Unternehmensorganisation.

1.1.7 Informationssysteme

Wir definieren den Begriff des Informationssystems [15], der zentral für diesen Kurs ist.

Informations-
system

Definition 1.1.26 (Informationssystem) *Ein Informationssystem besteht aus Menschen und Maschinen, die Informationen erzeugen und/oder diese benutzen. Die Menschen und Maschinen sind durch Kommunikationsbeziehungen miteinander verbunden. Informationssysteme übertragen und verarbeiten Informationen. Die Informationen werden dabei im Informationssystem gespeichert, abgerufen und gegebenenfalls transformiert.*

Heinrich definiert Informationssysteme in analoger Art und Weise als Mensch/Aufgabe/Technik-Systeme zum Beschaffen, Herstellen, Bevorraten und Verwenden von Informationen [16]. Ein Informationssystem produziert somit Informationen und deckt Informationsnachfragen. Um vollständig exakt zu sein, muss die Bezeichnung „Informationssystem“ durch Informations- und Kommunikationssystem ersetzt werden, da aber der Informationsaspekt wesentlich ist, findet üblicherweise die abkürzende Bezeichnung „Informationssystem“ Anwendung [16].

Betriebliche Informationssysteme unterstützen die Leistungsprozesse sowie die Austauschbeziehungen innerhalb eines Betriebs sowie zwischen dem Betrieb und seiner Umwelt [15]. Dabei werden die Güter- und Informationsflüsse in den unterschiedlichen Unternehmen sehr verschieden unterstützt. Wir betrachten dazu das folgende Beispiel.

Beispiel 1.1.11 (Gestaltung von Informationssystemen) *In einer kleinen Gärtnerei wird im Wesentlichen das Informationssystem durch den (einzigen) Gärtner gebildet. Zur Dokumentation werden ein Auftragsbuch und Lieferscheine verwendet. In einer großen Gärtnerei mit angeschlossenem Versandhandel sieht die Situation anders aus. In diesem Betrieb werden zur Erfassung, Speicherung, Übertragung und Umwandlung von Informationen Computer verwendet. Dadurch lassen sich im Verkauf und bei der Warenannahme viele Tätigkeiten automatisieren. Telefone, Kopier- und Faxgeräte sind weitere maschinelle Hilfsmittel für die Informationsverarbeitung.*

Das Informationssystem der kleinen Gärtnerei ist ein manuelles System, dessen Elemente ausschließlich durch Personen (den Gärtner, die Kunden, die Lieferanten) gebildet werden. Wir sprechen an dieser Stelle von einem Mensch-Mensch-System. Das Informationssystem der großen Gärtnerei hingegen unterstützt automatisierte und teilautomatisierte Abläufe. Einzelne Abläufe laufen aber nach wie vor manuell ab. Solche Informationssysteme werden als Mensch-Maschine-Systeme bezeichnet. Vollständig automatisierte unternehmensweite Informationssysteme stellen eine Vision der Wirtschaftsinformatik dar, die als sinnhafte Vollautomatisierung bezeichnet wird [23]. Derartige Maschine-Maschine-Systeme sind derzeit aber nicht praktisch zu realisieren, da nicht alle Abläufe in einem Unternehmen durch Software abgebildet und damit automatisiert werden können [15]. Insbesondere ist die vollständige Automatisierung der Erfassung der Informationen zeit- und kostenintensiv.

In diesem Kurs beschäftigen wir uns ausschließlich mit rechnergestützten betrieblichen Informationssystemen.

Definition 1.1.27 (Rechnergestütztes Informationssystem) *Ein rechnergestütztes Informationssystem ist ein System, bei dem eine teilweise automatisierte Erfassung, Speicherung, Übertragung und/oder Umwandlung von Informationen durch die Nutzung von Informationstechnik erfolgt.*

Ein rechnergestütztes Informationssystem bildet stets nur ein Teilsystem eines betrieblichen Informationssystems, da nach wie vor viele Informationsverarbeitungsaufgaben von Menschen erfüllt werden. Wenn wir im weiteren Verlauf des Kurses von Informationssystemen sprechen, meinen wir stets rechnergestützte Informationssysteme.

Die Hauptaufgabe von Informationssystemen besteht in der Bereitstellung von Informationen für die Nutzer des Systems. Die von den Nutzern zu erledigenden Aufgaben bestimmen somit in starkem Maße die Inhalte, die Form, die Orte und Zeitpunkte der Bereitstellung von Informationen.

Bisher existieren in der Praxis keine Informationssysteme, die alle automatisierbaren Aufgaben eines Unternehmens abdecken. Gründe dafür sind unter anderem in der Komplexität eines derartigen Systems zu sehen. Lange Entwicklungszeiten und eine schwierige Wartbarkeit sind eine Folge dieser Komplexität. Der Komplexität wird in der Systemtheorie durch Dekomposition begegnet [28].

Für Informationssysteme bedeutet das, dass sie modular aufgebaut sind. Die einzelnen Subsysteme sind integrationsfähig und getrennt entwickel- bzw. weiterentwickelbar. In Abschnitt 1.1.4 wurde grob gezeigt, wie das Informationssystem eines Unternehmens geeignet dekomponiert werden kann.

Entsprechend mehr oder weniger ausgereifte Konzepte und Softwarelösungen existieren für die betrieblichen Hauptfunktionsbereiche

- Forschung und Entwicklung,
- Vertrieb,
- Beschaffung und Lagerhaltung,
- Produktion,
- Finanz- und Rechnungswesen,
- Personalwesen.

Im Rahmen dieses Kurses werden wir insbesondere in Kurseinheit 6 auf den Vertrieb und die Produktion eingehen.

Die Konzepte und Softwarelösungen werden von akademischen Einrichtungen sowie Software- und Hardwareherstellern sowie vereinzelt auch von IT-Anwendern entwickelt. Die Konzepte werden häufig in Form von Standardsoftware (siehe hierzu die Ausführungen in Kurseinheit 5) implementiert.

In Abbildung 1.3 ist ein Beispiel für ein modular aufgebautes Informationssystem für die Produktionsplanung und -steuerung zu sehen. Wir erläutern nachfolgend die Abbildung.

Beispiel 1.1.12 (Modulares Informationssystem) *Das in Abbildung 1.3 dargestellte Informationssystem enthält Module für die Bedarfsprognose, Kapazitätsplanung, Grobterminierung, Feinplanung, Personaleinsatzplanung sowie ein*

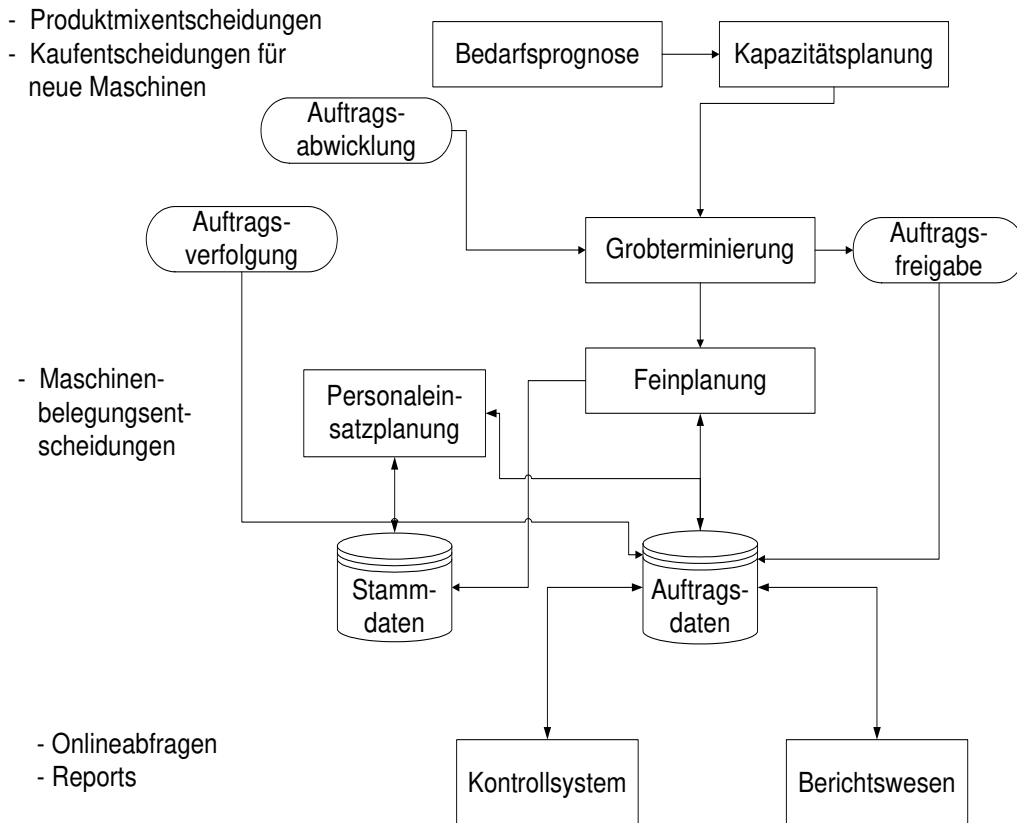


Abbildung 1.3: Beispiel für ein modulares Informationssystem

Kontroll- und ein Berichtsmodule. Die durch das System zu realisierenden Aufgaben sind jeweils in Rechtecken mit abgerundeten Ecken dargestellt. Das System dient hauptsächlich der Auftragsabwicklung, Auftragsfreigabe und Auftragsverfolgung.

Innerhalb dieses Kurses beschäftigen wir uns mit betrieblichen Informationssystemen. Derartige Systeme unterstützen die Leistungsprozesse und Austauschbeziehungen innerhalb eines Betriebs sowie zwischen dem Betrieb und seiner Umwelt [15].

1.1.8 Anwendungssysteme

Betriebliche Informationssysteme lösen Informationsverarbeitungsaufgaben. Die einzelnen Aufgaben sind durch Informationsbeziehungen miteinander verknüpft. Den Aufgaben sind Aufgabenträger zugeordnet. Personelle Aufgabenträger sind Menschen in verschiedenen Rollen und Funktionen. Neben personellen werden maschinelle Aufgabenträger betrachtet. Aufgabenträger kommunizieren miteinander und lösen kooperativ die Aufgaben des Informationssystems [39]. Das Ziel

dieses Abschnittes besteht in einer genaueren Beschreibung der maschinellen Aufgabenträger. Wir führen dazu zunächst den Begriff der Anwendungssoftware in Anlehnung an [10] ein.

Definition 1.1.28 (Anwendungssoftware) *Anwendungssoftware dient der Lösung fachlicher Aufgaben in einem oder mehreren Anwendungsbereichen, indem Problemlösungsstrategien durch Software realisiert werden.*

Durch Anwendungssoftware wird ein Gegenstandsbereich der realen Welt modelliert. Dabei erfolgt eine Orientierung an einem Einsatzkontext. Dieser kann fest sein, in diesem Fall sprechen wir von dedizierten Systemen. Wenn der Einsatzkontext allgemein gehalten ist, führt das zu Standardsoftware. Wir erläutern im Rahmen dieses Kurses betriebswirtschaftliche Standardsoftware ausführlich in Kurseinheit 5. Durch Anwendungssoftware werden Geschäftsprozesse in Unternehmen unterstützt oder technische Prozesse gesteuert.

Aufbauend auf Definition 1.1.28 führen wir nun den für diesen Kurs wesentlichen Begriff des Anwendungssystems ein.

Anwendungs-
system

Definition 1.1.29 (Anwendungssystem) *Anwendungssysteme sind Rechner- und Kommunikationssysteme mit Anwendungssoftware. Sie stellen die automatisierten Bestandteile eines Informationssystems dar und sind maschinelle Aufgabenträger.*

Ein rechnergestütztes Informationssystem wird somit von Menschen und Anwendungssystemen gebildet.

Die Dekomposition einer betrieblichen Aufgabe in Teilaufgaben, die Zuordnung zu Aufgabenträgern und deren Kommunikation zum Zweck der Aufgabenlösung sind in Abbildung 1.4 dargestellt. In der Abbildung wird AWS als Abkürzung für Anwendungssystem verwendet.

Die Informationsverarbeitung eines Unternehmens basiert typischerweise auf einem oder mehreren Anwendungssystemen. Mertens [23] sieht die „sinnhafte Vollautomatisierung“ als Vision der Wirtschaftsinformatik an. Eine weitere Automatisierung von Informationssystemen kann nur durch den ständig erweiterten Einsatz von Anwendungssystemen erreicht werden.

Übungsaufgabe 1.7 (Informationssysteme) *Geben Sie jeweils ein eigenes Beispiel für ein Informationssystem, ein rechnergestütztes Informationssystem und ein Anwendungssystem an.*

Im weiteren Verlauf des Kurses wird an verschiedenen Stellen der Begriff des Softwaresystems verwendet. Wir definieren diesen wie folgt.

Definition 1.1.30 (Softwaresystem) *Eine Menge von Programmen zusammen mit den sie begleitenden Dokumenten, die für ihre Nutzung notwendig und nützlich sind, wird als Softwaresystem bezeichnet.*

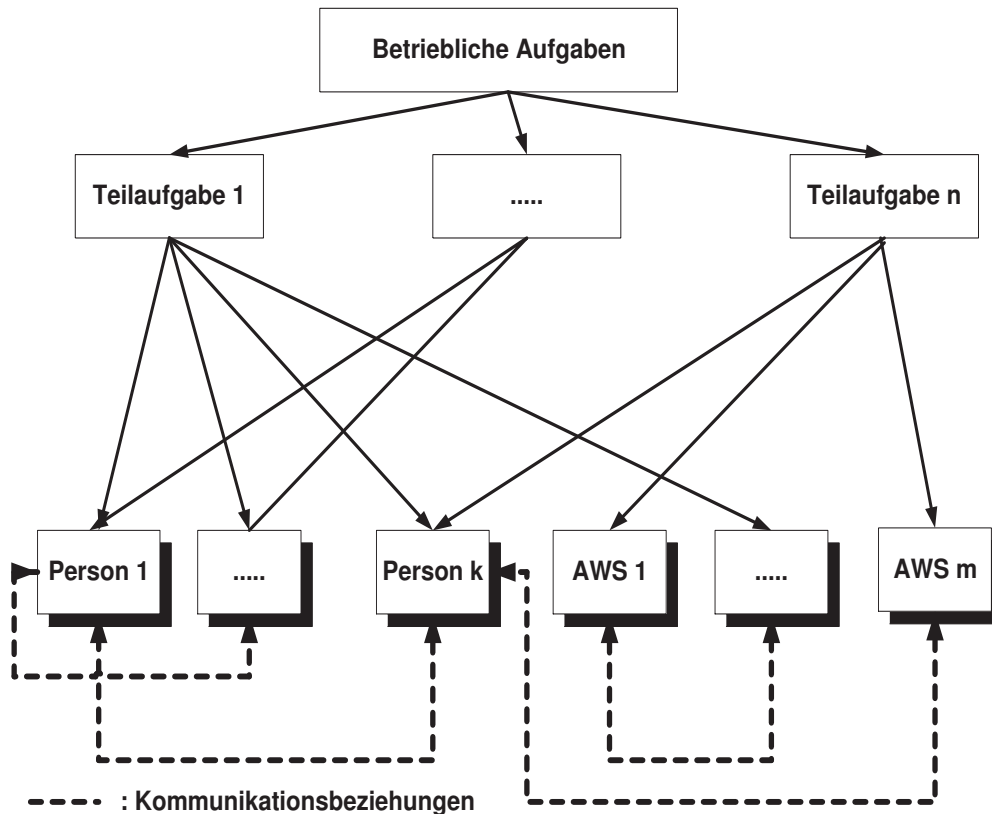


Abbildung 1.4: Aufgabenzuordnung zu Aufgabenträgern

Es ist unmittelbar klar, dass Anwendungssysteme spezielle Softwaresysteme sind.

Der Begriff des ERP-Systems besitzt für den vorliegenden Kurs eine zentrale Bedeutung. Deswegen definieren wir zunächst den Begriff „ERP-System“ in Anlehnung an [15, 41].

Definition 1.1.31 (ERP-System) *Ein ERP-System ist ein aus mehreren Komponenten bestehendes integriertes Anwendungssystem, das die operativen betrieblichen Prozesse in allen betrieblichen Funktionsbereichen unterstützt.*

Auf ERP-Systeme wird genauer in Abschnitt 5.3.6 eingegangen. ERP-Systeme sind historisch aus Produktionsplanungs- und Steuerungssystemen (PPS-Systemen) hervorgegangen, indem zur Produktionsplanungs- und Steuerungsfunktionalität der PPS-Systeme Buchhaltungs- und Personalwesenfunktionalität hinzugefügt wurde. Integrierte Anwendungssysteme werden im Rahmen der integrierten Informationsverarbeitung genauer behandelt.

1.2 Integrierte Informationsverarbeitung

1.2.1 Ausprägungen

Unter Integration verstehen wir in diesem Kurs die Verknüpfung von Aufgaben und Aufgabenträgern zu einem Ganzen [21]. Uns interessiert dabei insbesondere die Verbindung von Anwendungssystemen. Für die Belange dieses Kurses sind Administrations- und Dispositionssysteme sowie Planungs- und Kontrollsysteme von besonderem Interesse. Diese Anwendungssystemarten werden im weiteren Verlauf dieser Kurseinheit eingeführt. Mertens betont in [24], dass Dispositions- und Planungssysteme zukünftig im Vergleich zu Administrations- und Kontrollsystemen als Untersuchungsgegenstand der Wirtschaftsinformatik an Bedeutung gewinnen müssen.

Wir definieren in Anlehnung an Hansen und Neumann [15] zunächst den Begriff eines integrierten Informationssystems.

integriertes
Informati-
onssystem

Definition 1.2.1 (Integriertes Informationssystem) *Ein Informationssystem wird als integrierte Lösung bezeichnet, wenn*

- *die betrieblichen Funktionen, Geschäftsprozesse und die damit in Zusammenhang stehenden Informationsverarbeitungsprozesse umfassend aufeinander abgestimmt sind,*
- *die Verbindungen zwischen den einzelnen Subsystemen weitestgehend automatisiert sind, d.h. keine menschlichen Eingriffe erfordern,*
- *die für die Arbeit der einzelnen Subsysteme erforderlichen Daten zentral vorgehalten werden und möglichst bei ihrem ersten Auftreten bereits erfasst werden.*

Historisch gesehen, wurden Informationssysteme zunächst in den 70er Jahren als Insellösungen betrieben. Erst der Durchbruch von relationalen Datenbankmanagementsystemen in den 80er Jahren ermöglichte eine zentrale unternehmensweite Datenhaltung und damit letztendlich integrierte Systeme.

Ausgehend von den durch das Informationssystem zu lösenden Aufgaben sind beim Entwurf und der Implementierung der einzelnen Subsysteme die nachfolgenden Probleme zu berücksichtigen:

1. Wer (Quellsystem) soll wen (Zielsystem) über welchen Inhalt informieren?
2. Wann soll das Zielsystem durch das Quellsystem informiert werden? Prinzipiell ist ein ereignis- oder zeitgesteuertes Vorgehen möglich (vergleiche dazu die Ausführungen über die Konstruktion von Kopplungsarchitekturen in Abschnitt 3.5).
3. Wie soll das Informieren erfolgen? Dabei ist es notwendig, Art, Form, Methode und Weg zu spezifizieren.

Auf diese drei Fragestellungen wird insbesondere in der Kurseinheit 3 über die Konstruktion von Informationssystemen eingegangen.

Integrations-
gegenstände

Gegenstand der integrierten Informationsverarbeitung sind Daten, Funktionen, Prozesse, Methoden sowie Programme [21]. Wir unterscheiden folglich zwischen den nachfolgenden **Integrationsgegenständen**:

- Datenintegration,
- Funktionsintegration,
- Prozessintegration,
- Methodenintegration,
- Programmintegration.

Daten-
integration

Wir erläutern der Reihe nach die unterschiedlichen Integrationsgegenstände. Daten werden durch die Datenintegration logisch zusammengeführt. In der einfachsten Form übergibt ein Quellsystem Daten an ein Zielsystem. In diesem Fall muss sichergestellt sein, dass das Zielsystem die Daten syntaktisch und semantisch korrekt interpretieren kann. Wir betrachten dazu das nachfolgende Beispiel.

Beispiel 1.2.1 (Datenintegration) *Ein Informationssystem für das Management, das die Einhaltung von geplanten Fertigstellungsterminen von Kundenaufträgen auswerten soll, muss den Aufbau und die Struktur der Daten des PPS-Systems verstehen.*

Die eben beschriebene Form der Datenintegration setzt zu einem gewissen Grad redundante Datenbestände in den unterschiedlichen Subsystemen voraus. Wenn auf redundante Datenhaltung verzichtet werden soll, müssen gemeinsame Datenbanken angewendet werden. Auf diese Datenbanken greifen mehrere oder alle Subsysteme eines integrierten Informationssystems zu. Wir konkretisieren nun Beispiel 1.2.1.

Beispiel 1.2.2 (Integration durch gemeinsam benutzte Datenbanken) *Das Informationssystem aus Beispiel 1.2.1 zur Einhaltung von geplanten Fertigstellungsterminen für Kundenaufträge greift auf die vom PPS-System verwendete Datenbank zu.*

Die beiden prinzipiellen Formen der Datenintegration sind in Abbildung 1.5 dargestellt.

Neben den in Abbildung 1.5 dargestellten Formen sind auch hybride Formen möglich, bei denen die beiden an der Integration beteiligten Anwendungssysteme jeweils eine eigene, möglicherweise redundante Datenhaltung besitzen, zusätzlich aber auch über eine gemeinsam benutzte Datenbank verfügen. Im Abschnitt 3.5 über Kopplungsarchitekturen wird das hier zur Datenintegration Ausgeführte vertieft.

Funktions-
integration

Für die Beschreibung der Funktionsintegration ist es zunächst notwendig, den Begriff einer Funktion in Anlehnung an [21] zu definieren.

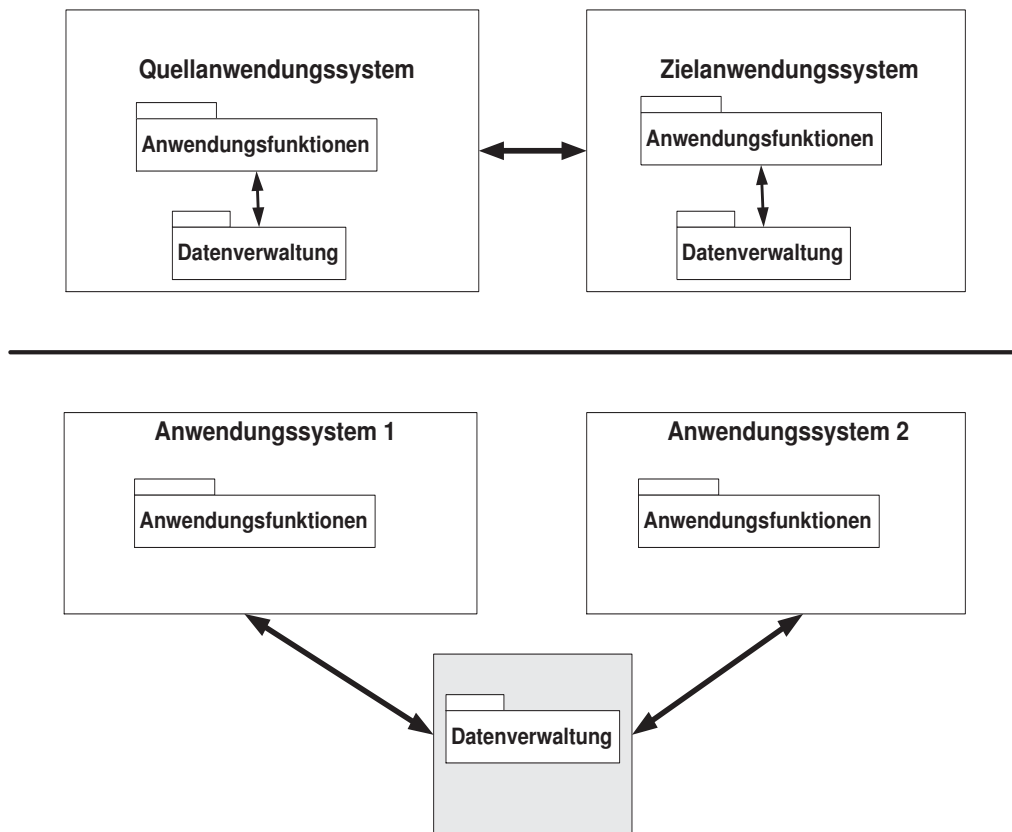


Abbildung 1.5: Formen der Datenintegration

Definition 1.2.2 (Funktion) *Eine Funktion ist eine Tätigkeit, welche die Zustands- und Lageveränderung eines bestimmten Objekts ohne Raum- und Zeitbezug zum Gegenstand hat.*

Eine Funktionsbezeichnung hat stets zwei Bestandteile. Ein Verb beschreibt die durchzuführende Verrichtung, während ein Substantiv das Objekt spezifiziert, auf das sich die jeweilige Verrichtung bezieht. Funktionsintegration bedeutet, dass Funktionen informationstechnisch miteinander verknüpft werden. Die Funktionsintegration dient folglich dazu, Aufgaben aufeinander abzustimmen. Wir betrachten dazu folgendes Beispiel.

Beispiel 1.2.3 (Funktionsintegration) *Die computergestützte Konstruktion dient dem rechnergestützten Entwurf von Produkten. Bei der rechnergestützten Kalkulation werden Angebote für Kunden automatisiert erstellt. Systeme, die Konstruktion und Kalkulation gleichzeitig durchführen, integrieren diese beiden unterschiedlichen Funktionen.*

Die Aufgabe der Prozessintegration besteht darin, einzelne Geschäftsprozesse informationstechnisch miteinander zu verbinden. Wir veranschaulichen diesen Sachverhalt im nachfolgenden Beispiel.

Prozess-
integration

Beispiel 1.2.4 (Prozessintegration) *Beim Prozess der Kundenauftragsbearbeitung wird ein Kundenauftrag von der Auftragserfassung über die Fertigstellung bis zur Auslieferung begleitet. Die Materialflussteuerung hingegen hat die Aufgabe, ein auf Basis von Kundenaufträgen gebildetes Produktionslos von seiner Gründung bis zur Fertigstellung durch das Produktionssystem durchzusteuern. Die Prozesse Kundenauftragsbearbeitung und Materialflussteuerung müssen miteinander verbunden werden. Beispielsweise werden Informationen aus der Materialflussteuerung zur Ermittlung des Status des Kundenauftrags verwendet.*

Methodenintegration Bei der Methodenintegration besteht die Aufgabe darin, benutzte Methoden zu kombinieren. Wir führen dazu zunächst den Begriff „Methode“ ein.

Definition 1.2.3 (Methode) *Eine systematische Vorgehensweise zur Lösung eines Problems heißt Methode.*

Falls die durch eine Methode erhaltene Vorgehensweise vollständig formuliert werden kann, so liegt ein Algorithmus vor. Ein Algorithmus beschreibt, wie vorgegebene Eingangsgrößen in Ausgangsgrößen transformiert werden. Im Kontext dieses Kurses sind Methoden typischerweise durch Algorithmen zur Lösung betriebswirtschaftlicher Problemstellungen gegeben. Wir betrachten das nachfolgende Beispiel zur Methodenintegration.

Beispiel 1.2.5 (Methodenintegration) *Verfahren zur Bedarfsprognose und Verfahren zur Ermittlung von geeigneten Sicherheitsbeständen dürfen nicht isoliert voneinander betrachtet werden. Die Bedarfsprognose hat die Aufgabe, auf Basis von Bedarfen der Vergangenheit vorauszusagen, welche Mengen eines bestimmten Produkts wann zu produzieren sind. Sicherheitsbestände dienen dazu, festzulegen, in welchen Situationen die Fertigung von Produkten auf Lager angestoßen werden muss. Hohe Lagerkosten bzw. nicht erfüllte Aufträge sind die Folge einer fehlenden Abstimmung zwischen den Algorithmen zur Bedarfsprognose und den Verfahren zur Ermittlung von Sicherheitsbeständen.*

Programmintegration Unter Programmintegration versteht man die Abstimmung einzelner Softwarebausteine („Programme“) innerhalb eines integrierten Informationssystems. Die Programmintegration beschäftigt sich mit der technischen Realisierung der unterschiedlichen Softwarekomponenten, die das integrierte Informationssystem bilden. Die einzelnen in der Software abzubildenden Funktionalitäten sind dabei so zu implementieren, dass sie mehrfach verwendet werden können. Auf die einzelnen Komponenten erfolgt der Zugriff über Schnittstellen, die geeignet spezifiziert werden müssen. Es muss festgelegt werden, in welcher Reihenfolge die Komponentendienste verwendet werden sollen. Außerdem muss spezifiziert werden, wie häufig einzelne Funktionen aufgerufen werden sollen. Typischerweise werden Komponenten unterschiedlicher Anbieter unter einer gemeinsamen graphischen Benutzeroberfläche angeboten.

Nach der Diskussion der Integrationsgegenstände wenden wir uns nun der Integrationsrichtung zu. Wir unterscheiden zwischen horizontal und vertikal integrierten Informationssystemen [21].

Definition 1.2.4 (Horizontale und vertikale Integration) *Ein horizontal integriertes Informationssystem verbindet Teilsysteme aus unterschiedlichen Funktionsbereichen auf einer Ebene. Ein vertikal integriertes Informationssystem hingegen verknüpft verschiedene Teilsysteme ein und desselben Funktionsbereichs auf verschiedenen Stufen.*

horizontale
und vertikale
Integration

Die vertikale Integration dient hauptsächlich der Datenversorgung der Planungs- und Kontrollsysteme. Die Datenversorgung kann entweder direkt aus den operativen Systemen heraus geschehen oder es werden Datenspeicher in Form von Data-Warehouses (vergleiche Abschnitt 1.2.3.7 für den Begriff des Data-Warehouses) verwendet.

Beispiel 1.2.6 (Horizontale und vertikale Integration) *Eine horizontale Integration liegt vor, wenn ein PPS-System und ein Personalwirtschaftssystem eines Unternehmens miteinander gekoppelt sind. Ein Beispiel für eine vertikale Integration ist gegeben, wenn ein Büroinformationssystem und ein Managementinformationssystem im Funktionsbereich Vertrieb miteinander interagieren.*

Integrationsgegenstand ist sowohl bei der horizontalen als auch bei der vertikalen Integration das Zusammenführen von Daten und die gegenseitige Abstimmung von Funktionen [21].

Übungsaufgabe 1.8 (Horizontale und vertikale Integration) *Geben Sie jeweils ein eigenes Beispiel für horizontal und vertikal integrierte Informationssysteme an.*

Nachdem der Begriff der Integrationsrichtung diskutiert wurde, gehen wir im Folgenden auf den Begriff der Informationsreichweite [21] ein. Wir unterscheiden an dieser Stelle zwischen

- Bereichsintegration,
- bereichsübergreifender Integration,
- innerbetrieblicher Integration,
- zwischenbetrieblicher Integration.

Unter Bereichsintegration verstehen wir die Daten-, Funktions- und Prozessintegration, die in einem Unternehmensbereich stattfindet. Wir betrachten dazu das nachfolgende Beispiel.

Bereichs-
integration

Beispiel 1.2.7 (Bereichsintegration) *Die Instandhaltungsplanung beeinflusst die Funktionen der Produktionsplanung und -steuerung im Produktionsbereich eines Unternehmens.*

bereichsübergreifende Integration Die auf einen einzelnen Bereich bezogene Integration schafft häufig neue Schnittstellen. Aus diesem Grund spielt neben der Integration innerhalb eines einzelnen Bereiches eine bereichsübergreifende Integration eine große Rolle. Als Ergebnis der bereichsübergreifenden Integration entstehen funktionsbereichsübergreifende Integrationscluster.

Beispiel 1.2.8 (Bereichsübergreifende Integration) *Das Customer-Relationship-Management (CRM) integriert unterschiedliche Anwendungssysteme aus den Bereichen Marketing/Vertrieb und Kundendienst.*

innerbetriebliche Integration Unter innerbetrieblicher Integration verstehen wir die bereichs- und prozessübergreifende Abstimmung der Informationsverarbeitung in genau einem Unternehmen. Dazu geben wir ebenfalls wieder ein Beispiel an.

Beispiel 1.2.9 (Innerbetriebliche Integration) *Computer-Integrated-Manufacturing (CIM) stimmt die betriebswirtschaftlich orientierte Informationsverarbeitung wie die Maschinenbelegungsplanung mit der stärker technisch orientierten Informationsverarbeitung wie der Steuerung der Maschinen ab.*

zwischenbetriebliche Integration Aufgrund von vielfältigen Lieferanten- und Kundenbeziehungen muss häufig auch die Informationsverarbeitung zwischen unterschiedlichen Unternehmen abgestimmt werden. In diesem Fall sprechen wir von zwischenbetrieblicher Integration. Das nachfolgende Beispiel dient der Veranschaulichung der zwischenbetrieblichen Integration.

Beispiel 1.2.10 (Zwischenbetriebliche Integration) *Die Bereiche Forschung/Entwicklung, Vertrieb, Beschaffung, Lagerhaltung, Produktion und Versand zwischen mehreren Unternehmen werden durch ein umfassendes Supply-Chain-Management (SCM) (Lieferkettenmanagement) integriert.*

Die Abstimmung der Informationsverarbeitung zwischen mehreren Unternehmen setzt voraus, dass Daten zwischen den Unternehmen in maschinenlesbarer Form ausgetauscht werden. Für diesen Zweck hat die Extensible-Markup-Language (XML) in den letzten Jahren stark an Bedeutung gewonnen. Für eine Einführung in XML verweisen wir auf Abschnitt 3.4.1 dieses Kurses. Ontologien, die in Abschnitt 2.2.3 eingeführt werden, sind dabei wichtig, da sie eine Voraussetzung für eine syntaktisch und semantisch korrekte, ausdrucksstarke Kommunikation zwischen verschiedenen Anwendungssystemen darstellen.

Voll- und Teilautomatisierung Der Automatisationsgrad legt fest, wie Anwendungssysteme miteinander verkettet sind. Bezüglich des Automatisationsgrades unterscheiden wir zwischen **voll-** und **teilautomatisierten** Lösungen. Bei einer vollautomatisierten Lösung stößt ein Anwendungssystem automatisch ein anderes Anwendungssystem an, das dann selbständig Aktionen durchführt. Wir betrachten dazu das nachfolgende Beispiel aus der Ablaufplanungsdomäne. Ablaufplanung (Scheduling) beschäftigt sich mit der Zuordnung von Aktivitäten zu knappen Ressourcen und umgekehrt von Ressourcen zu Aktivitäten unter Beachtung vorgegebener Zielsetzungen und Restriktionen [33, 4].

Beispiel 1.2.11 (Vollautomatisierte Verkettung) *In modernen Ablaufplanungssystemen wird die Möglichkeit einer Umplanung bei veränderten Systembedingungen wie dem Eintreffen von neuen Eilaufträgen explizit zugelassen. In diesem Fall wird vom Ablaufplanungssystem automatisch ein neuer Ablaufplan berechnet. Voraussetzung für eine vollautomatische Lösung sind in diesem Fall sogenannte Monitoring-Programme, die beim Eintreten von bestimmten Konstellationen Umplanungsaktivitäten anstoßen.*

Bei teilautomatisierten Lösungen hingegen wirken Nutzer und Computer im Dialog zusammen. Es ist zu unterscheiden, ob der Mensch oder das Anwendungssystem eine bestimmte Aktion auslösen. Falls die Initiative vom Menschen ausgeht, kann Beispiel 1.2.11 wie folgt abgeändert werden.

Beispiel 1.2.12 (Teilautomatisierte Verkettung, Nutzerinitiative) *Der Nutzer des Ablaufplanungssystems stellt fest, dass eine Konstellation eingetreten ist, die zu unzulässigen Ablaufplänen führt. In diesem Fall ruft dann der Nutzer das Ablaufplanungssystem erneut auf, um einen neuen Ablaufplan zu berechnen.*

Falls umgekehrt das am Dialog beteiligte Anwendungssystem Aktionen des Nutzers auslöst, spricht man von aktionsorientierter Datenverarbeitung. Beispiel 1.2.12 ist dann wie folgt abzuwandeln.

Beispiel 1.2.13 (Teilautomatisierte Verkettung, Systeminitiative) *Das Ablaufplanungssystem stellt fest, dass der Ablaufplan ungültig ist. Das System teilt dies dem Nutzer durch eine E-Mail mit. Der Nutzer legt dann fest, ob ein neuer Ablaufplan erstellt wird oder ob eine Ad-hoc-Maschinenbelegung auf Basis von Prioritätsregeln vorgenommen wird.*

Zwischen voll- und teilautomatisierten Lösungen existieren zahlreiche Zwischenformen. Die unterschiedlichen Ausprägungen der integrierten Informationsverarbeitung sind in Abbildung 1.6 noch einmal dargestellt.

1.2.2 Zielsetzungen der integrierten Informationsverarbeitung

Die integrierte Informationsverarbeitung dient dazu, die künstlichen Abgrenzungen zwischen Aufbau- und Ablauforganisation zu verringern [21]. Der Informationsfluss bildet infolge der integrierten Informationsverarbeitung die Geschäftsprozesse des Unternehmens adäquat ab. Wir betrachten dazu das nachfolgende Beispiel.

Beispiel 1.2.14 (Abbildung des Informationsflusses) *Nach Abschluss eines Fertigungsauftrages erfolgt die Rückmeldung des Fertigungsauftrags durch den Werker im ERP-System. Im ERP-System werden die Rückmeldungsdaten dazu verwendet, im Personalwirtschaftsmodul den Akkordlohn des Werkers zu berechnen.*

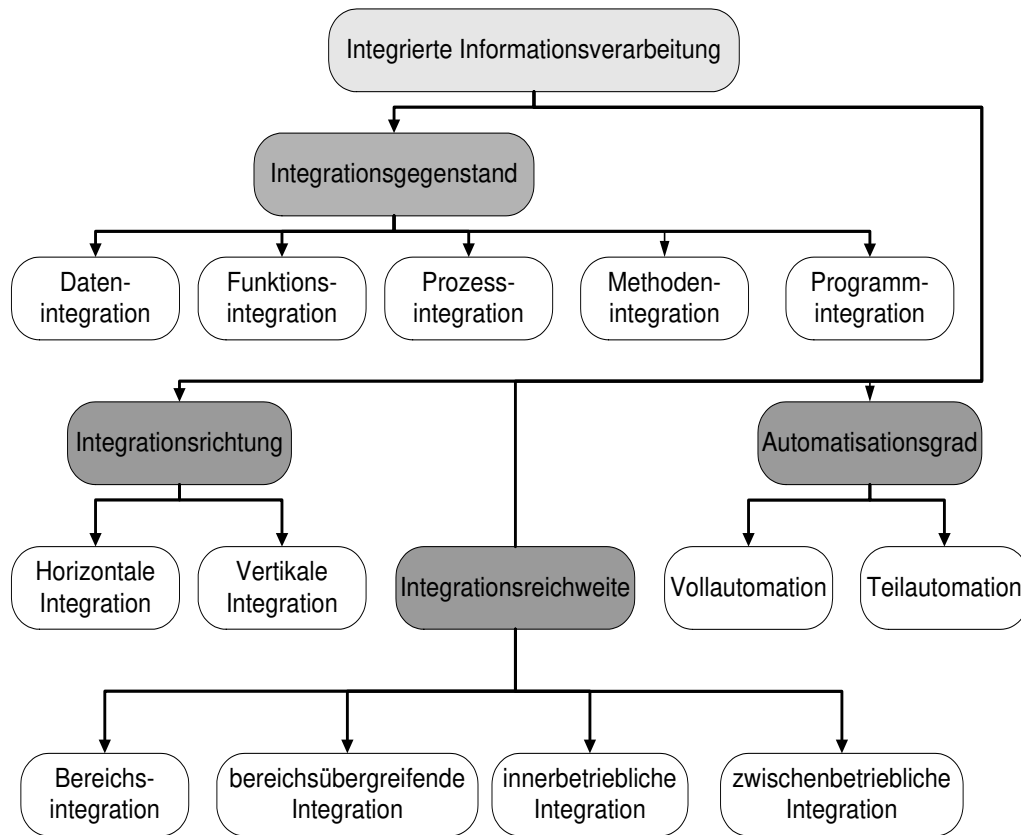


Abbildung 1.6: Ausprägungen der integrierten Informationsverarbeitung [21]

Der Aufwand für die Dateneingabe wird so verringert, weil die einzelnen Module eines integrierten Informationssystems die notwendigen Daten den anderen Modulen in einer maschinenlesbaren Form zur Verfügung stellen. Durch die Verringerung des Eingabeaufwandes ist es möglich, moderne betriebswirtschaftliche Konzepte in den Unternehmen einzuführen. Eingabefehler werden durch die verringerte manuelle Dateneingabe vermieden.

Automatisierung von Geschäftsprozessen

In integrierten Informationssystemen sind häufig ganze Bestandteile eines Geschäftsprozesses automatisiert. Die Gefahr, dass die Sachbearbeiter Aktionen dieses Geschäftsprozesses bei dessen Durchführung nicht ausführen, ist durch die Automatisierung geringer. Das folgende Beispiel dient der Veranschaulichung dieses Sachverhaltes.

Beispiel 1.2.15 (Automatisierung von Geschäftsprozessen) *Wenn sich der vom Kunden gewünschte Fertigstellungstermin eines Kundenauftrags verändert, wird dies automatisch der Feinplanung mitgeteilt.*

Durch die überwiegend zentrale Datenhaltung in unternehmensweiten relationalen Datenbanken werden Datenredundanzen vermieden. Dadurch sinkt der

Speicher- und Dokumentationsaufwand. Außerdem werden aufwändig zu erstellende Programme zum Abgleich von Datenbeständen vermieden.

Durch die Mehrfachbenutzung von Daten werden fehlerhafte Daten, insbesondere auch Inkonsistenzen, leichter erkannt. Eine Korrektur der Daten ist mit relativ geringem Aufwand möglich. Wir betrachten dazu das nachfolgende Beispiel.

Mehrfachbenutzung von Daten

Beispiel 1.2.16 (Mehrfachbenutzung von Daten) *Eine Stückliste ist eine Datenstruktur, die zur Abbildung von Erzeugnisstrukturen dient [20]. Stücklisten werden sowohl zur Kalkulation von Produkten im Sinne einer Preisfindung als auch zur Produktionsplanung und -steuerung verwendet.*

Die integrierte Informationsverarbeitung stellt somit die Datenbasis zur Verfügung, die für die Realisierung von integrierten Prognose-, Planungs- und Optimierungsmodellen notwendig ist [21].

1.2.3 Teilsysteme der integrierten Informationsverarbeitung

Informationssysteme existieren in unterschiedlichen Ausprägungen. Operative Systeme unterteilen sich in Administrations- und Dispositionssysteme. Sie dienen der Unterstützung von Arbeitsprozessen in den operativen Funktionen entlang der Wertschöpfungskette. Operative Systeme beziehen die für sie notwendigen Daten aus Datenbanken.

1.2.3.1 Administrationssysteme

Wir führen zunächst in Anlehnung an [21] den Begriff „Administrationssystem“ ein.

Administrationssystem

Definition 1.2.5 (Administrationssystem) *Administrationssysteme sind Anwendungssysteme, die auf die Rationalisierung der Massendatenverarbeitung ausgerichtet sind.*

Durch den Einsatz von Administrationssystemen werden Kosten gesenkt. Gleichzeitig wird das Personal von Routineaufgaben entlastet. Administrationssysteme unterstützen die Administration im Unternehmen. Dazu werden insbesondere Anwendungssysteme für

- Personalwesen (Lohn- und Gehaltsrechnung),
- Finanzbuchhaltung,
- Kostenrechnung,
- Einkauf,

- Auftragsabwicklung

realisiert. Wir zeigen dazu das nachfolgende Beispiel für ein Anwendungssystem, das die Auftragsabwicklung unterstützt.

Beispiel 1.2.17 (Administrationssystem) *Wir betrachten ein System, das ausgehend von Kundenaufträgen in regelmäßigen Abständen den Status derjenigen Lose abfragt, welche die Kundenaufträge untersetzen und dann den entsprechenden Disponenten in der Produktion mit diesen Informationen versorgt.*

Eigenschaften Administrationssysteme sind durch die folgenden Merkmale gekennzeichnet:

- Sie dienen der Automation von routinemäßigen Arbeitsabläufen.
- Administrationssysteme sind Träger fest vorgegebener Verarbeitungsvorschriften. Entscheidungen müssen somit durch derartige Systeme nicht getroffen werden.
- Administrationssysteme verarbeiten sowohl vergangenheits- als auch gegenwartsbezogene Daten.
- Sie sind eng mit den Prozessen der betrieblichen Leistungserstellung verflochten.

In [23, 24] wird bemerkt, dass die akademische Wirtschaftsinformatik ihren Schwerpunkt von Administrations- und Kontrollsystemen hin zu Planungs- und Dispositionssystemen verlagern muss, wenn sie als eigenständiges Fach in Hinblick auf die Mutterdisziplinen Betriebswirtschaftslehre und Informatik nicht an Bedeutung verlieren will.

1.2.3.2 Entscheidungsunterstützung durch Informationssysteme

Das Management in Unternehmen beschäftigt sich typischerweise mit zwei unterschiedlichen Arten von Aktivitäten: Planen und Kontrollieren. Eine Planung setzt einen Entscheidungsfindungsprozess voraus, während entsprechende Daten für eine Kontrolle unerlässlich sind. Folglich wird zwischen den Unterstützungsarten „Decision-Support“ und „Data Support“ unterschieden.

Decision
and Data
Support

„**Decision-Support**“ bedeutet die methodische Unterstützung des Entscheidungsfindungsprozesses durch Entscheidungsmodelle und entsprechende Entscheidungsverfahren. Als „**Data Support**“ wird hingegen die gezielte Bereitstellung von Informationen durch entsprechende Aufbereitungsverfahren bezeichnet.

Die im weiteren Verlauf der Kurseinheit genauer darzustellenden Planungs- und Kontrollsysteme können unter dem übergeordneten Begriff Management-Support-Systeme zusammengefasst werden. Planungssysteme dienen dem „Decision-Support“, während Kontrollsysteme den „Data Support“ zum Gegenstand haben.

Wir unterscheiden zwischen gut und schlecht strukturierten Entscheidungsproblemen. Simon [38] unterteilt den Entscheidungsprozess in drei unterschiedliche Phasen:

Entscheidungsproblem

1. Suche,
2. Entwurf,
3. Auswahl.

Während der Suchphase werden prinzipiell mögliche Lösungen gefunden. Diese werden in der Entwurfsphase gegebenenfalls weiter verfeinert. Wir betrachten dazu das nachfolgende Beispiel.

Beispiel 1.2.18 (Verfeinerung von Lösungen) *Das Erfülltsein von weiteren Nebenbedingungen kann gefordert werden. Dadurch wird die Menge zulässiger Lösungen eingeschränkt.*

Von den in der Entwurfsphase vorgeschlagenen Lösungen wird dann eine konkrete in der Auswahlphase tatsächlich ausgewählt.

Die Strukturiertheit einer Entscheidung wird in Abhängigkeit von der Standardisierung der Vorgehensweise, der Beschreibbarkeit der Ziele und der Vollständigkeit der Beschreibung der Eingangs- und Ausgangsdaten in den drei Phasen wie folgt unterschieden:

1. Eine Entscheidung ist **wohlstrukturiert**, wenn alle drei Phasen bezüglich Vorgehensweise, den verfolgten Zielsetzungen sowie der Eingangs- und Ausgangsdaten spezifiziert werden können.
2. Eine Entscheidung heißt **halbstrukturiert**, wenn einige, aber nicht alle Phasen bezüglich Verfahren, Zielsetzungen sowie Eingangs- und Ausgangsdaten spezifiziert werden können.
3. Eine Entscheidung wird als **schlecht strukturiert** bezeichnet, wenn keine der drei Phasen bezüglich Verfahren, Zielsetzungen sowie Eingangs- und Ausgangsdaten spezifiziert werden kann.

Für wohlstrukturierte Entscheidungen kann eine Entscheidungsautomatisierung vorgenommen werden, da der Entscheidungsprozess vollständig spezifiziert ist.

1.2.3.3 Dispositionssysteme

Im Gegensatz zu Administrationssystemen sind Dispositionssysteme entscheidungsorientiert. Wir führen dazu zunächst den Begriff des Dispositionssystems ein.

Dispositionssysteme

Definition 1.2.6 (Dispositionssystem) *Dispositionssysteme dienen der Entscheidungsunterstützung, indem sie entweder menschliche Entscheidungen vorbereiten oder diese entbehrlich machen. Im letzteren Fall werden Entscheidungen in automatisierter Form durch Computer getroffen.*

Dispositionssysteme dienen überwiegend der Lösung von wohlstrukturierten Problemen. Mit einer automatischen Entscheidungsfindung können zwei Zielsetzungen verbunden sein [21]:

- Die vom Computer automatisch gefundene Lösung soll besser als die des Menschen sein. In diesem Fall sprechen wir von Optimierung.
- Der Optimierungsanspruch wird bei der zweiten Zielsetzung aufgegeben. Es wird als ausreichend angesehen, wenn der Computer Entscheidungen trifft, die denen eines menschlichen Entscheidungsträgers gleichwertig sind.

Modelle des Operations Research oder der Künstlichen Intelligenz dienen dazu, Dispositionsentscheidungen vorzubereiten. Modelle des Operations Research können grob in Optimierungs- oder Simulationsmodelle unterschieden werden. Optimierungsmodelle sind durch eine Zielfunktion und eine Menge von Nebenbedingungen gegeben. Wir betrachten dazu das nachfolgende Beispiel für ein Maschinenbelegungsproblem.

Beispiel 1.2.19 (Maschinenbelegung) *Ablaufplanungsprobleme für Lose auf identischen parallelen Maschinen können als ganzzahlige Optimierungsprobleme formuliert werden. Identische parallele Maschinen sind funktionsgleiche Maschinen mit identischer Fertigungsgeschwindigkeit. Wir betrachten die Minimierung der totalen gewichteten Verspätung der Lose auf m parallelen Maschinen. Die gewichtete Verspätung eines Loses ergibt sich durch Multiplikation der Verspätung des Loses mit einem Gewicht, das die Bedeutsamkeit des Loses für das Unternehmen ausdrückt. Dazu wird zunächst das Optimierungsmodell, bestehend aus Zielfunktion und Nebenbedingungen, angegeben:*

$$Z_p := \min \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^m \sum_{t=1}^n w_j T_{jk}^t x_{jk}^t \quad (1.12)$$

unter den Nebenbedingungen

$$\sum_{k=1}^m \sum_{t=1}^n x_{jk}^t = 1, \quad j = 1, \dots, n, \quad (1.13)$$

$$\sum_{j=1}^n x_{jk}^t \leq 1, \quad k = 1, \dots, m, \quad t = 1, \dots, n, \quad (1.14)$$

$$C_{jk}^t = \sum_{l=1}^n \sum_{s=1}^t p_{lk} x_{lk}^s, \quad j = 1, \dots, n, \quad k = 1, \dots, m, \quad t = 1, \dots, n, \quad (1.15)$$

$$T_{jk}^t = \max(0, C_{jk}^t - d_j), \quad j = 1, \dots, n, \quad (1.16)$$

$$x_{jk}^t \in \{0, 1\}, \quad j = 1, \dots, n, \quad k = 1, \dots, m, \quad t = 1, \dots, n. \quad (1.17)$$

Dabei verwenden wir die nachfolgenden Entscheidungsvariablen:

$$x_{jk}^t := \begin{cases} 1, & \text{falls Los } j \text{ an Position } t \text{ auf Maschine } k \text{ bearbeitet wird} \\ 0, & \text{sonst.} \end{cases} \quad (1.18)$$

Die Entscheidungsvariable C_{jk}^t bezeichnet den Fertigstellungstermin von Los j auf Maschine k , wenn es dort an Position t bearbeitet wird. Die dritte Entscheidungsvariable T_{jk}^t wird für die Verspätung von Los j auf Maschine k , wenn es sich auf Position t befindet, benutzt. Wir verwenden zur Abkürzung die nachfolgenden Bezeichnungen:

- n : Anzahl der Lose,
- w_j : Gewicht von Los j ,
- d_j : geplanter Fertigstellungstermin von Los j ,
- p_{jk} : Bearbeitungszeit von Los j auf Maschine k .

Wenden wir uns jetzt den Simulationsmodellen zu. In Anlehnung an die VDI-
Richtlinie 3633 [42] definieren wir den Begriff der Simulation.

Simulation

Definition 1.2.7 *Simulation bezeichnet die Nachbildung eines Systems mit seinen zeitabhängigen Prozessen in einem experimentierfähigen Modell, um zu Erkenntnissen zu gelangen, die auf die Wirklichkeit übertragbar sind.*

Bei einem zeitabhängigen Prozess ist jedem Ereignis e_i entsprechend Definition 1.1.21 ein Zeitpunkt t_i zugeordnet, an dem das Ereignis eintritt. Wenn für zwei Ereignisse e_1 und e_2 die Beziehung $e_1 \preceq e_2$ gilt, so gilt für die zugeordneten Zeitpunkte $t_1 \leq t_2$. Das Modell wird dabei typischerweise durch ein Softwaresystem repräsentiert. Durch Experimente mit dem Modell kann das reale System beobachtet und analysiert werden. Simulation kommt dann zum Einsatz, wenn ein Optimierungsmodell nicht erstellt werden kann. Das ist der Fall, wenn die Zielfunktion nicht explizit darstellbar ist oder die Nebenbedingungen nicht abgebildet werden können. Mit Simulation können insbesondere auch What-if-Fragestellungen untersucht werden. Dabei werden bestimmte Parameter eines Systems innerhalb des Simulationsmodells in systematischer Art und Weise verändert. Simulation wird im Modul „Entscheidungsmethoden in unternehmensweiten Softwaresystemen“ genauer behandelt.

Modelle der Künstlichen Intelligenz sind unter anderem Entscheidungsbäume oder andere regelbasierte Verfahren zur Entscheidung. Regelbasierte Verfahren bestehen aus einer Menge von Regeln, die meistens unter Verwendung von Verfahren des Maschinellen Lernens aus einem vorgegebenen Bestand an Trainingsdaten extrahiert werden. Eine Zielfunktion kann bei der Erzeugung der Regeln Verwendung finden. Bei der Nutzung der Regeln ist das aber typischerweise nicht der Fall.

KI-Modelle

Ein Dispositionssystem muss also nicht notwendigerweise aus einem Zielfunktion und Nebenbedingungen umfassenden Optimierungsmodell bestehen. Wir betrachten das nachfolgende Beispiel für regelbasierte Systeme.

Beispiel 1.2.20 (Regelbasiertes Dispositionssystem) *Als Dispositionssystem kann ein sogenanntes „Dispatch“-System zur Maschinenbelegung in Produktionssystemen dienen. Ausgehend von einem Arbeitsvorrat an Losen vor einer Maschinengruppe schlägt das System im Fall einer freien Maschine ein Los vor, das als nächstes auf dieser Maschine bearbeitet werden soll. Zur Ermittlung dieses Loses werden Prioritätsregeln herangezogen. Prioritätsregeln sortieren die Lose entsprechend einem vorgegebenen Kriterium.*

Wir betrachten zusätzlich ein Beispiel für ein optimierungsbasiertes Dispositionssystem.

Beispiel 1.2.21 (Optimierungsbasiertes Dispositionssystem) *Ein Dispositionssystem für die Belegung einer Engpassmaschinengruppe in einer Halbleiterfabrik wird in [31] beschrieben. Kern des Systems ist ein genetischer Algorithmus zur Maschinenbelegungsplanung. Genetische Algorithmen sind naturanaloge heuristische Optimierungsverfahren [30]. Unterschiedliche Nebenbedingungen werden im vorgeschlagenen System berücksichtigt. Die Zielfunktion versucht, einen Kompromiss zwischen terminlichen Zielen und Auslastungszielen zu finden. Das System greift auf eine Online-Datenschicht zu, um ausgehend von Prozessdaten das entsprechende Modell aufzubauen.*

Eigenschaften Für Dispositionssysteme sind die nachfolgenden Merkmale charakteristisch:

- Durch Dispositionssysteme werden routinemäßig zu treffende Entscheidungen in automatisierter Art und Weise unterstützt.
- Sie legen der Entscheidungsfindung Entscheidungsmodelle und -verfahren zugrunde.
- Dispositionssysteme arbeiten auf Basis zukunftsbezogener Daten unter Verwendung eines kurzfristigen Entscheidungshorizontes.
- Dispositionssysteme sind eng mit den Leistungserstellungsprozessen verflochten. Die durch Dispositionssysteme zu treffenden Entscheidungen beziehen sich stets direkt auf die betriebliche Leistungserstellung und nicht auf deren Rahmenbedingungen.

Die Funktionen von Administrations- und Dispositionssystemen sind typischerweise miteinander verzahnt. Als Integrationsform kommt somit Funktionsintegration zum Tragen.

1.2.3.4 Mengen- und wertorientierte Systeme

mengen-
orientiertes
System

Der Prozess der betrieblichen Leistungserstellung findet auf der Mengen- und der Wertebene statt [36]. Administrations- und Dispositionssysteme lassen sich diesen beiden Ebenen zuordnen. Wir führen zunächst den Begriff des mengenorientierten Systems ein.

Definition 1.2.8 (Mengenorientiertes System) Systeme, die mengenorientierte Prozesse unterstützen, die mit der Leistungserstellung verbunden sind, heißen mengenorientierte Systeme. Sie finden in den Funktionsbereichen Vertrieb, Forschung und Entwicklung, Produktion sowie Beschaffung und Lagerhaltung Verwendung.

Mengenorientierte Systeme dienen der Ermittlung von Bestellmengen, Fertigungszeiten, Liefermengen sowie Maschinenstunden.

Das Gegenstück zu mengenorientierten Systemen wird durch wertorientierte Systeme gebildet. Wir geben dazu die nachfolgende Definition an.

wert-orientiertes System

Definition 1.2.9 (Wertorientiertes System) Systeme, die mengenorientierte Systeme begleiten, um die mengenorientierten Prozesse auf der Wertebene rechnerisch nachzuvollziehen, werden als wertorientierte Systeme bezeichnet.

Wertorientierte Systeme werden deshalb alternativ auch Abrechnungssysteme genannt. Sie bestimmen Rabattbeiträge, Maschinen- und Personalkosten, Lagerwerte sowie Rechnungsbeträge für Lieferanten und Kunden.

Jedem wertorientierten System ist ein entsprechendes mengenorientiertes System zugeordnet. Beispiele für die möglichen Verflechtungen sind in Tabelle 1.3 dargestellt.

Tabelle 1.3: Zuordnung von wert- zu mengenorientierten Systemen

Mengenorientiertes System	Wertorientiertes System
Bedarfsplanungssystem	System zur Auftragsabrechnung
Bestellmengenplanungssystem	System zur Kreditorenbuchführung
System zur Personeneinsatzplanung	System zur Personalabrechnung
Lagerhaltungssystem	Lagerbuchführungssystem

Die Verflechtung zwischen mengen- und wertorientierten Systemen wird typischerweise durch Datenintegration hergestellt. Die mengenorientierten Systeme stellen den wertorientierten Systemen die notwendigen Daten zur Verfügung. Wir betrachten dazu das nachfolgende Beispiel.

Beispiel 1.2.22 (Verflechtung mengen- und wertorientierter Systeme)

Ein Lagerhaltungssystem dient dazu, Daten über die Höhe von Zu- und Abgängen in einem Lager vorzuhalten. Ausgehend von Anfangsbeständen kann dadurch zu jedem Zeitpunkt die Ist-Menge für bestimmte Teile ermittelt werden. Aufbauend auf diesen Mengen kann das Lagerbuchführungssystem zu jedem Zeitpunkt ermitteln, welche Lagerwerte vorhanden sind.

Neben der bereits diskutierten Verflechtung über Integrationsbeziehungen sind auch Verflechtungen aufgrund von in Kauf genommenen inhaltlichen Redundanzen möglich. Wir geben zum besseren Verständnis das nachfolgende Beispiel an.

Beispiel 1.2.23 (Verflechtung durch Redundanzen) *Das Vertriebssystem ist ein mengenorientiertes System. Im Vertriebssystem werden aber Lieferungen an Kunden sowohl mengen- als auch wertmäßig geführt, da wertbezogene Daten wie Preise und Rabatte für die Vertriebsabwicklung wesentlich sind.*

Durch die Datenintegration sowie die inhaltlichen Redundanzen werden die Grenzen zwischen mengen- und wertorientierten Systemen unscharf.

Übungsaufgabe 1.9 (Mengen- und wertorientierte Systeme) *Geben Sie eigene Beispiele für ein mengen- und ein wertorientiertes System aus dem Bereich der Produktion an. Stellen Sie die Verflechtung dieser beiden Systeme dar.*

1.2.3.5 Planungssysteme

Planungs-
system

Planungssysteme können als Fortsetzung der in Dispositionssysteme eingebetteten Dispositionsmodelle aufgefasst werden [21]. Wir definieren den Begriff „Planungssystem“ wie folgt.

Definition 1.2.10 (Planungssystem) *Systeme, die der Vorbereitung und Unterstützung von Entscheidungen des Managements dienen, heißen Planungssysteme.*

Im Gegensatz zu Dispositionssystemen betreffen die Entscheidungen von Planungssystemen neben der unmittelbaren Leistungserstellung auch die Rahmenbedingungen für diese. Planungssysteme dienen im Gegensatz zu Dispositionssystemen nicht der Automatisierung von Entscheidungen.

Planungssysteme werden deshalb auch als entscheidungsunterstützende Systeme (EUS) oder Decision-Support-Systeme (DSS) bezeichnet. Planungssysteme dienen der Unterstützung eines oder mehrerer Funktionsbereiche eines Unternehmens. Wir betrachten das folgende Beispiel für ein Planungssystem.

Beispiel 1.2.24 (Planungssystem) *Das Capacity-Optimization-Planning-System (CAPS) ist ein bei IBM entwickeltes System zur strategischen Kapazitätsplanung für Halbleiterfabriken [2]. Da Halbleiterfabriken aufgrund der teuren Maschinen 24 Stunden am Tag an sieben Tagen der Woche betrieben werden, kann zusätzliche Kapazität innerhalb einer Produktionsstätte im Wesentlichen nur durch den Kauf neuer Maschinen aufgebaut werden. Durch einen geeigneten Produktmix kann die vorhandene Kapazität besser ausgenutzt werden. Unter Verwendung von linearen Optimierungsmodellen ist CAPS in der Lage, für eine gegebene Menge von Maschinen Produktmixentscheidungen vorzuschlagen, die zu einem maximalen Gewinn führen. Umgekehrt kann CAPS für einen gegebenen Produktmix die typgenaue Anzahl von Maschinen ermitteln, die ebenfalls wieder zu einem maximalen Gewinn führt. Die für die Kapazitätsplanung verantwortlichen Manager können mit CAPS Bedarfsvorhersagen mit der zur Verfügung stehenden Kapazität abgleichen und auf diese Art und Weise notwendige Investitionsentscheidungen treffen.*

Für Planungssysteme sind die nachfolgenden Merkmale typisch:

- Planungssysteme unterstützen Entscheidungen des Managements, welche die Art und Weise der Erreichung unternehmerischer Ziele betreffen.
- Die dabei zu lösenden Planungsprobleme sind durch eine hohe Komplexität gekennzeichnet und schlecht strukturiert.
- Zur Beschreibung und Lösung der Planungsprobleme werden formale Planungsmodelle und Planungsmethoden eingesetzt.
- Planungssysteme verarbeiten zukunftsbezogene Daten aus internen und externen Datenquellen im Rahmen eines längerfristigen Entscheidungshorizontes. Deshalb sind stochastische Effekte in geeigneter Art und Weise bei der Modellbildung zu berücksichtigen.

Eigenschaften eines Planungssystems

Ein Planungssystem besteht aus den nachfolgenden Komponenten:

- relevanter Datenbestand und Datenverwaltung,
- Modelle und Methoden für die Planung,
- Ablaufsteuerung,
- graphische Benutzeroberfläche.

Komponenten eines Planungssystems

Weitere Komponenten sind möglich. In Abschnitt 2.6.3 wird die Planungskomponente allgemeiner den Funktionskomponenten zugerechnet. In diesem Sinne stellen die Planungsmodelle und -methoden Planungsfunktionalität bereit. Die Komponenten eines Planungssystems sind in Abbildung 1.7 dargestellt.

Ein Planungsmodell besteht typischerweise aus einer oder mehreren Zielfunktionen, die auch als Planungskriterien bezeichnet werden, sowie Nebenbedingungen, die sich aus dem zu lösenden Planungsproblem ergeben. Das Modell selber kann als Optimierungsmodell, typischerweise als gemischt ganzzahliges Optimierungsmodell, als Simulationsmodell oder als regelbasiertes System vorliegen.

Der relevante Datenbestand besteht aus Stamm-, Bestands- und Bewegungsdaten (vergleiche hierzu die Ausführungen in Abschnitt 1.1.2). Bestands- und Bewegungsdaten dienen der Beschreibung der Dynamik des der Planungsfragestellung zugrundeliegenden Systems, während Stammdaten dabei die Struktur des Systems beschreiben, für welches das Planungsproblem gelöst werden soll. Stammdaten werden nur selten geändert, während Bewegungsdaten wesentlich häufiger modifiziert werden. Oft sind Planungsdaten in Planungsszenarien organisiert.

Die graphische Benutzeroberfläche dient der Interaktion zwischen Nutzer und Planungssystem. Durch die Benutzeroberfläche können Planungsdaten eingegeben bzw. nachträglich verändert werden. Außerdem werden Modelleingabe und

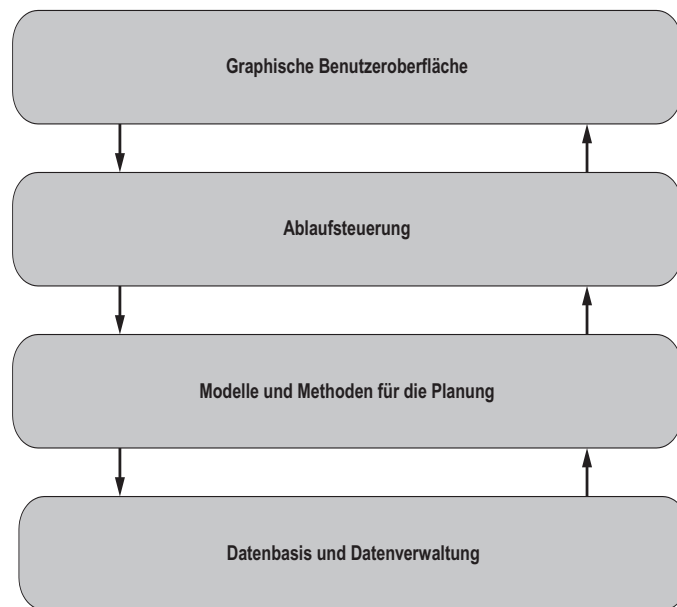


Abbildung 1.7: Komponenten von Planungssystemen

-pflege ermöglicht. Da Planungsverfahren häufig Heuristiken sind, müssen die Verfahren geeignet situationsabhängig parametrisiert werden. Eine weitere wichtige Aufgabe der graphischen Benutzeroberfläche besteht darin, den Nutzer bei der Lösung der Planungsprobleme zu führen. Abschließend können dann unterschiedliche Ergebnisberichte angezeigt werden.

Die Ablaufsteuerung ist für die Bereitstellung der für die Lösung des entsprechenden Planungsproblems notwendigen Daten aus der Datenbasis, die eigentliche Durchführung der Berechnungen für die Problemlösung sowie die Aufbereitung und Darstellung der Ergebnisse verantwortlich. Weiterhin ist die Ablaufsteuerung für die korrekte zeitliche Abfolge der unterschiedlichen Aktivitäten sowie für die Einhaltung von bestimmten Vorbedingungen zuständig.

Die in Planungssystemen verwendeten Planungsmodelle müssen nicht notwendigerweise bereits fertig formuliert sein. Modelle können interaktiv erstellt und schrittweise verbessert werden. Dadurch wird ein sukzessiver Problemlösungsvorgang ermöglicht. Wir betrachten dazu das nachfolgende Beispiel.

Beispiel 1.2.25 (System zur Losplanung in Halbleiterfabriken) *Das in [14] beschriebene System ermöglicht die Berechnung von Meilensteinen für den Durchlauf der Lose durch das Produktionssystem. In Abhängigkeit von der Termsituation und der Last des Produktionssystems kann die Anzahl der detailliert zu modellierenden Maschinengruppen verändert werden. Für die restlichen Maschinengruppen werden keine Kapazitätsbeschränkungen modelliert.*

Planungssysteme können neben der Lösung der eigentlichen Planungsprobleme auch für „What-If-Analysen“ eingesetzt werden. Im Rahmen von „What-If-

Analysen“ werden Szenarien studiert, welche die Auswirkungen von bestimmten Planungsparametern auf die Planungsfragestellungen untersuchen. Planungsparameter sind Größen, die für die Lösung des Planungsproblems verwendet werden, aber keine Entscheidungsvariablen sind. Das folgende Beispiel dient dazu, mögliche Planungsparameter zu zeigen.

What-If-Analysen

Beispiel 1.2.26 (Planungsparameter) *Die Leistungsfähigkeit des in [14] beschriebenen Systems zur Losplanung hängt stark davon ab, welche geplanten Fertigstellungstermine den Losen zugewiesen werden. Aus diesem Grund ist es sinnvoll, zukünftige Strategien zum Setzen von geplanten Fertigstellungsterminen vorab in einzelnen Szenarien zu untersuchen. Andere Beispiele für Planungsparameter ergeben sich durch unterschiedliche Bedarfsnachfragen sowie Produktpreise.*

1.2.3.6 Kontrollsysteme

Mengen- und wertorientierte Systeme werden durch Kontrollsysteme komplettiert. Wir definieren dazu zunächst den Begriff eines Kontrollsystems in Anlehnung an [21].

Kontrollsysteme

Definition 1.2.11 (Kontrollsysteme) *Kontrollsysteme dienen der Übernahme von Informationen aus den mengen- und wertorientierten Systemen mit dem Ziel, diese aufzubereiten und als Berichte zur Verfügung zu stellen.*

Die aufbereiteten Informationen dienen zur Beschreibung des Betriebsgeschehens. Kontrollsysteme werden alternativ als Controlling- oder als Berichts- und Kontrollsysteme bezeichnet. Berichte werden somit in Kontrollsystemen als Kontrollmittel verwendet. Wir betrachten zur Veranschaulichung das folgende Beispiel.

Beispiel 1.2.27 (Kontrollsystem) *Ein System, das in einem Unternehmen der Maschinenbaubranche in periodischen Abständen die Durchlaufzeiten der einzelnen Lose durch das Unternehmen ermittelt und diese für die unterschiedlichen Auftragsstypen oder produktspezifisch auswertet, ist ein Kontrollsystem.*

Für Kontrollsysteme sind die nachfolgenden Eigenschaften typisch:

Eigenschaften eines Kontrollsystems

- Kontrollsysteme stellen aus den mengen- und wertorientierten Systemen entnommene und aufbereitete Daten für Kontrollzwecke bereit.
- Die Kontrolldaten werden unter Verwendung einfacher Verfahren aufbereitet und dann präsentiert.
- Kontrollsysteme stellen Ist- und Soll-Daten gegenüber. Die Ist-Daten sind vergangenheits- oder gegenwartsbezogen. Die Soll-Daten stellen angestrebte Leistungsziele dar. Soll-Daten ergeben sich aus den jeweiligen Bereichszielen, die ihrerseits aus den Unternehmenszielen abgeleitet sind.

Verfahren Die nachfolgenden Verfahren kommen bei der Aufbereitung der Informationen aus den mengen- und wertorientierten Basissystemen zum Einsatz:

- Darstellung der Informationen in Tabellen und Diagrammen,
- Auswahl von Informationen,
- Informationsverdichtung,
- Berechnung von Kennzahlen,
- Berechnung von Kennlinien,
- Vergleich von Soll- mit Ist-Werten.

Die Bereitstellung von Informationen in Tabellen bzw. Diagrammen dient einer anschaulichen Darstellung von Informationen. In Tabellen ist eine Auswertung von Informationen nach unterschiedlichen Kriterien möglich. Aus den Tabellen können mit Hilfe von Software wie Excel Balken- und Säulendiagramme sowie Histogramme erzeugt werden. Durch die Betrachtung bestimmter Tabellen und Diagramme findet eine Informationsauswahl statt.

Die Informationsverdichtung dient dazu, Informationen perioden- oder produktbezogen sowie nach geographischen Gesichtspunkten zu aggregieren. Durch die Informationsverdichtung wird erreicht, dass von unwesentlichen Details abstrahiert wird und Ausreißer eliminiert werden. Techniken der Informationsverdichtung finden in unterschiedlichen Statistiken Eingang.

Kennzahlen Kennzahlen stellen eine spezielle Verdichtungsform dar. Wir definieren den Kennzahlenbegriff in Anlehnung an [15] wie folgt.

Definition 1.2.12 (Kennzahl und Kennzahlensystem) *Kennzahlen stellen absolute oder relative Werte zur Verfügung, die als bewusste Verdichtung der Realität über quantitativ erfassbare Sachverhalte, insbesondere auch im Zusammenhang mit der Erreichung betrieblicher Ziele, informieren. Unter einem Kennzahlensystem versteht man eine Zusammenstellung einzelner Kennzahlen, die in einer sinnvollen Beziehung zueinander stehen, einander ergänzen oder erklären und insgesamt auf ein übergeordnetes Ziel ausgerichtet sind.*

Ein Kennzahlenbaum ist ein spezielles Kennzahlensystem, bei dem die rechnerische Verknüpfung der einzelnen Kennzahlen in einer Baumstruktur organisiert ist.

Wir geben nachfolgend exemplarisch Kennzahlen für die Produktionssteuerung an.

Beispiel 1.2.28 (Kennzahlen in der Produktionssteuerung) *Die mittlere Durchlaufzeit (Average-Cycle-Time (ACT)) von Losen durch eine Halbleiterfabrik ist definiert durch:*

$$ACT := \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n (c_j - r_j), \quad (1.19)$$

wobei wir mit n die Anzahl der fertiggestellten Lose, mit c_j den tatsächlichen Fertigstellungstermin sowie mit r_j den Einsteuertermin von Los j bezeichnen. Durch

$$ARCT(P) := \frac{1}{\#P * ACT} \sum_{j \in P} (c_j - r_j) \quad (1.20)$$

wird die mittlere relative Durchlaufzeit (Average-Relative-Cycle-Time) der Lose von Produkt P angegeben. Dabei bezeichnen wir mit $\#P$ die Anzahl der fertiggestellten Lose von Produkt P .

In Beispiel 1.2.28 ist Beziehung (1.19) eine absolute Kennzahl. Die durch Beziehung (1.20) gegebene Kennzahl stellt ein Beispiel für eine relative Kennzahl dar.

Wir betrachten als zweites Beispiel zu Kennzahlen den Kennzahlenbaum von DuPont als spezielles Kennzahlensystem. Der Kennzahlenbaum ist in Abbildung 1.8 dargestellt.

Beispiel 1.2.29 (DuPont-Kennzahlenbaum) In diesem Kennzahlenbaum steht die Kennzahl Return on Investment (ROI) an oberster Stelle. Der ROI ist das Produkt aus Umsatzrentabilität und Kapitalumschlag. Diese beiden Kennzahlen befinden sich auf der zweiten Ebene des Baumes. Die Umsatzrentabilität ist definiert als der Quotient aus Gewinn und Umsatz. Der Gewinn wird als Differenz aus Umsatz und den einzelnen Kostenarten bestimmt. Der Kapitalumschlag ergibt sich dadurch, dass der Umsatz durch das Gesamtvermögen, d.h. das Kapital, geteilt wird. Das Gesamtvermögen wiederum ist die Summe aus Anlage- und Umlaufvermögen. Das Umlaufvermögen ist schließlich die Summe aus Vorräten, Forderungen und liquiden Mitteln.

Übungsaufgabe 1.10 (Kennzahlen) Geben Sie einige Beispiele für Kennzahlen im Vertrieb an und erläutern sie diese kurz.

Kennlinien dienen zur Visualisierung von Sachverhalten in Kontrollsystemen. Der Begriff Kennlinie wird wie folgt definiert.

Kennlinien

Definition 1.2.13 (Kennlinie) Die graphische Darstellung des Zusammenhangs zwischen einer unabhängigen Einflussgröße und einer sich ergebenden Zielgröße in Form einer Kurve wird als Kennlinie bezeichnet.

Aufgrund der graphischen Darstellung können Kennlinien vom Benutzer des Kontrollsystems leicht erfasst und anschließend interpretiert werden. Das nachfolgende Beispiel veranschaulicht diesen Sachverhalt.

Beispiel 1.2.30 (Kennlinie) Eine Betriebskennlinie stellt den Zusammenhang zwischen Durchlaufzeit und Bestand an Losen in einem Produktionssystem her [32]. Eine Erhöhung des Bestandes bewirkt dabei typischerweise eine Vergrößerung der Durchlaufzeit. Die Betriebskennlinie gibt Auskunft darüber, welcher maximale Bestand bei einer gegebenen Zieldurchlaufzeit möglich ist. Abbildung 1.9 zeigt den typischen Verlauf einer Betriebskennlinie.

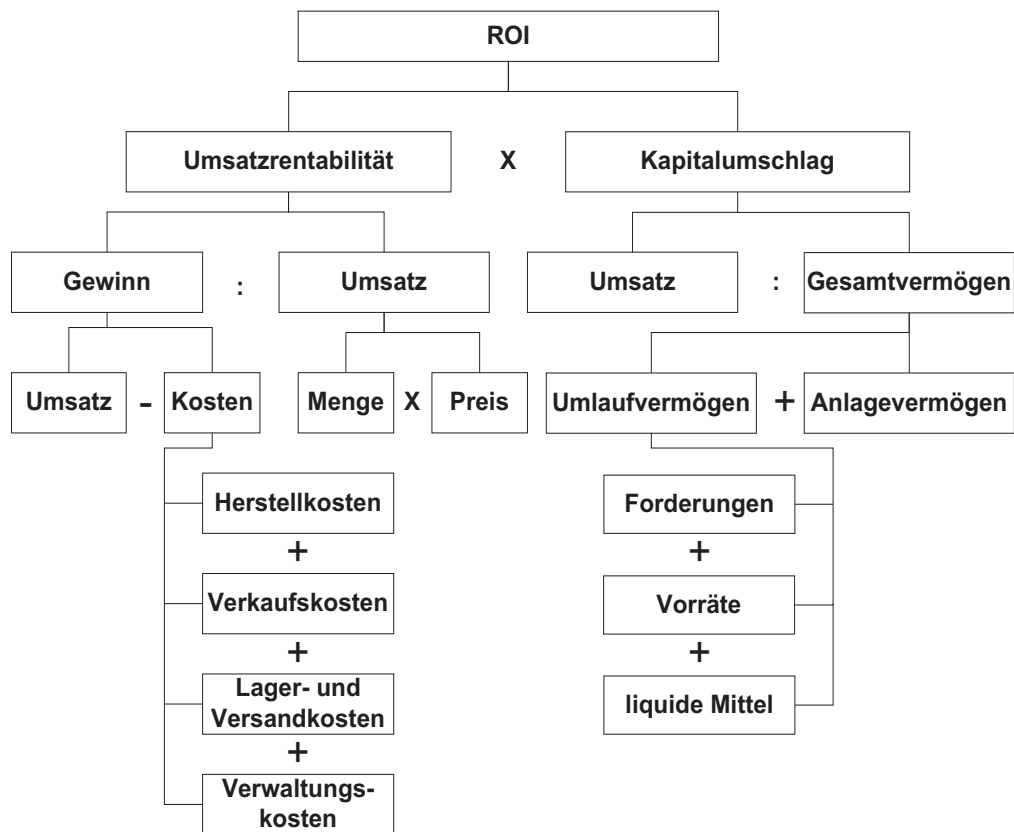


Abbildung 1.8: Kennzahlenbaum nach DuPont

Kennlinien sind insbesondere ein wichtiges Instrument für das Management.

Eine Gegenüberstellung von Soll- und Ist-Werten wird beim Soll-Ist-Vergleich vorgenommen. Die nachfolgenden Abweichungen werden besonders gekennzeichnet:

- Ist-Werte unterschreiten Soll-Werte,
- Ist-Werte überschreiten Soll-Werte,
- Ist-Werte liegen außerhalb eines bestimmten Toleranzbereiches.

Kontroll-
systemtypen

Außerdem ist es möglich, dass Meldungen ausgelöst werden.

In [26] wird zwischen den nachfolgenden Typen von Kontrollsystemen unterschieden:

- reinen Berichtssystemen,
- Berichtssystemen mit Ausnahmemeldungen,
- Expertisesystemen,

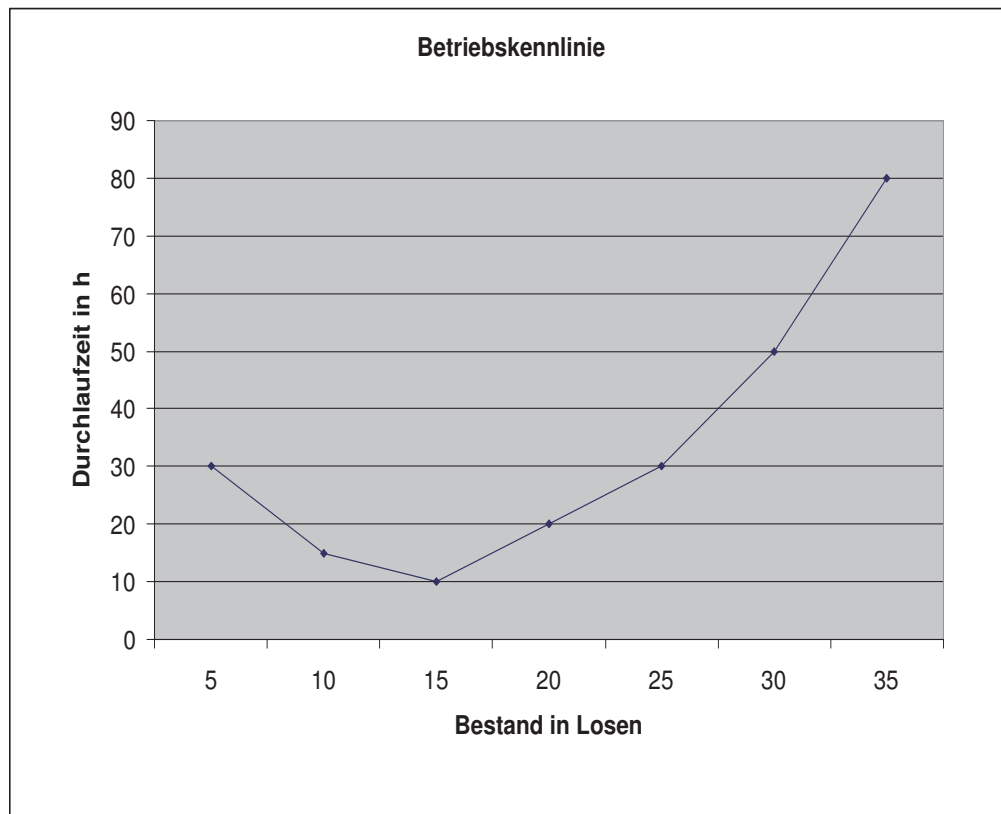


Abbildung 1.9: Betriebskennlinie

- ausnahmegetriebenen Berichtssystemen.

Reine Berichtssysteme generieren Berichte periodisch oder nach Aufforderung durch den Anwender. Berichtssysteme mit Ausnahmemeldungen erstellen Berichte, in denen Abweichungen von Soll-Daten speziell gekennzeichnet sind.

Expertisesysteme dienen dazu, Daten bezüglich einer bestimmten Fragestellung zu Kennzahlen, Regeln oder Prognosen aufzubereiten und gegebenenfalls in einen Gutachtentext einzufügen.

Ausnahmegetriebene Berichtssysteme erzeugen Berichte im Gegensatz zu reinen Berichtssystemen nicht periodisch sondern ereignisgetrieben. Die auslösenden Ereignisse sind durch das Auftreten von nichttolerierbaren Abweichungen von den Soll-Werten gegeben. In Tabelle 1.4 sind Beispiele für die unterschiedlichen Kontrollsystemtypen zu finden.

Planungs- und Kontrollsysteme können sich auf Funktionsbereiche beziehen, die zur unmittelbaren Wertschöpfung dienen. Außerdem gibt es Planungs- und Kontrollsysteme, die Querschnittsfunktionen zur Verfügung stellen. Spezielle Planungs- und Kontrollsysteme für die Funktionsbereiche Produktion und Vertrieb werden in der Kurseinheit 6 behandelt. Als dritte Gruppe existieren

Planungs- und Kontrollsysteme, die funktionsbereichsübergreifende und Unternehmensplanungsmodelle zur Verfügung stellen. Diese Systeme sind Hilfsmittel für die obere Führung von Unternehmen [26]. Derartige Systeme werden im nachfolgenden Abschnitt genauer untersucht.

1.2.3.7 Führungsinformationssysteme

Führungs-
informations-
systeme

Führungsinformationssysteme unterstützen die Unternehmensführung bei der Entscheidungsfindung. In diesem Sinne spezialisieren wir die Ausführungen aus Abschnitt 1.2.3.2 zur Entscheidungsunterstützung durch Informationssysteme.

Das Top-Management hat die Aufgabe, in Abhängigkeit von der jeweiligen Situation richtungsweisende Entscheidungen von großer Reichweite zu treffen. Die Mitglieder der Geschäftsleitung eines Unternehmens bilden das Top-Management. Die Entscheidungen des Top-Managements beziehen sich auf die Vorgabe von Unternehmenszielen und Strategien des Unternehmens zur Erreichung dieser Ziele sowie die Allokation knapper Ressourcen in Form von Budgets und Stellen [15]. Wir definieren zunächst den Begriff des Führungsinformationssystems.

Definition 1.2.14 (Führungsinformationssystem) *Planungs- und Kontrollsysteme, die speziell für das Top-Management eines Unternehmens vorgesehen sind, heißen Führungsinformationssysteme.*

Mertens spricht in diesem Zusammenhang von Systemen für die Unternehmensspitze [22]. Wir betrachten das nachfolgende Beispiel für strategische Entscheidungen.

Beispiel 1.2.31 (Strategische Entscheidungen des Top-Managements)

Für ein Unternehmen, das sich mit der Herstellung von integrierten Schaltkreisen beschäftigt, ist die Entscheidung für einen zweiten Produktionsstandort („Wafer Fab“) eine strategische Entscheidung, da der Bau einer derartigen Produktionsstätte Investitionen von mehreren Milliarden Euro erfordert. Falls nach der Inbetriebnahme der neuen Wafer Fab deren Kapazität nicht ausgelastet wird, kann das den Fortbestand des gesamten Unternehmens gefährden.

Für Entscheidungen des Top-Managements ist es typisch, dass diese häufig unter großer Unsicherheit getroffen werden.

Beispiel 1.2.32 (Entscheidungen unter Unsicherheit) *Es ist kompliziert, Entwicklungen des Kapitalmarkts oder Wechselkursänderungen vorherzusehen. In Beispiel 1.2.31 ist es äußerst schwierig, Prognosen über die langfristige Entwicklung des Marktes für integrierte Schaltkreise zu erhalten.*

Die Informationen, die den Entscheidungen des Top-Managements zugrundegelegt werden, haben häufig Prognosecharakter. In Anlehnung an [15] definieren wir den Prognosebegriff wie folgt.

Tabelle 1.4: Beispiele für die unterschiedlichen Kontrollsystemtypen

Typ des Kontrollsystems	Beispiel
reines Berichtssystem	System, das täglich die fertiggestellten Lose meldet
Berichtssystem mit Ausnahmemeldungen	System, das zu Beginn einer Schicht die verspäteten Lose meldet
Expertisesystem	System, das auf Basis des aktuellen Bearbeitungszustandes der Lose Prognosen über die Einhaltung des geplanten Fertigstellungstermins der eingesteuerten Lose erstellt
Ausnahmegetriebenes Berichtssystem	System zur unmittelbaren Erzeugung einer Benachrichtigung, wenn ein Los mehr als einen Tag Verspätung hat

Definition 1.2.15 (Prognose) Eine begründete Vorhersage eines künftigen Zustands, die auf Messungen, Erfahrungen und/oder Simulation aufbaut, heißt *Prognose (Forecast)*.

Übungsaufgabe 1.11 (Prognose) Die Prognose von zukünftigen Absatzzahlen ist vor allem für Massenfertiger von großer Bedeutung, um die zu produzierenden Stückzahlen der einzelnen Produkte zu bestimmen. Eine gute Prognose verhindert die Produktion einer zu niedrigen Stückzahl und die damit verbundenen Umsatzeinbußen bzw. die Produktion einer zu hohen Stückzahl und unnötige Kapitalbindungskosten.

In diesem einfachen Beispiel wird am Ende des Vormonats die Produktionsmenge mit Hilfe eines Regressionsmodells prognostiziert. Das Regressionsmodell wird aus den Vergangenheitsdaten erstellt. Es wird angenommen, dass die Absatzmenge y linear vom Monat p abhängt. Die 40 Vergangenheitsdaten, die in Tabelle 1.5 dargestellt sind, liegen Ihnen vor.

Erstellen Sie mit Hilfe der Methode der kleinsten Quadrate ein lineares Regressionsmodell ($y = a + bp$), wobei die Werte für a und b zu bestimmen sind. Stellen Sie den Sachverhalt graphisch dar. Gibt es einen anderen funktionalen Zusammenhang, der besser geeignet ist, um die Beziehung zwischen der Absatzmenge und dem Parameter p herstellen zu können?

Die Informationen für Entscheidungen des Topmanagements beziehen sich auf einen mittel- bis langfristigen Planungshorizont. Aggregierte und periodenbezogene Daten werden zur Bereitstellung der Informationen benötigt.

Tabelle 1.5: Vergangenheitsdaten für die Regression

p	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
y	5,45	5,55	5,8	6	6,1	6,15	6,4	7	7,25	7,3
p	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
y	7,33	7,9	8,1	8,9	9,01	9,11	9,23	9,13	9,6	10
p	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
y	9,6	10,1	10	10,4	10,7	10,9	10,6	11	11,2	11,2
p	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
y	10,9	10,7	11	11,05	11,08	10,9	11,1	11,2	10,9	11,3

Führungsinformationssysteme werden in der Literatur als Executive-Support-Systems (ESS) und als Executive-Information-Systems (EIS) bezeichnet. Daneben ist auch die Bezeichnung Top-Management-Informationssystem für EIS üblich [15]. Zwischen ESS und EIS bestehen Unterschiede, die im Folgenden erläutert werden.

EIS Ein **EIS** dient der Bereitstellung von ziel- und entscheidungsbezogenen Informationen für die Unternehmenssteuerung. Dazu bieten EIS hierarchisch strukturierte Berichte für die Mitglieder der oberen Führungsebenen und deren Assistenten an. Die Zielvereinbarungen werden im EIS erfasst und mit den bei der Durchführung ermittelten und im EIS ebenfalls vorgehaltenen Ist-Werten laufend verglichen. In EIS werden strategische Controlling-Informationen vorgehalten.

Beim Controlling werden die Plankennzahlen der Abteilungen des Unternehmens zusammengeführt und in einen Wirtschaftsplan überführt. Das Controlling baut auf den Jahresplanungen der einzelnen Unternehmensbereiche auf und bricht diese dann auf Abteilungsebene runter. Der so erhaltene Wirtschaftsplan wird rollierend angepasst [15].

ESS **ESS** dienen im Vergleich zu EIS zusätzlich der Entscheidungsunterstützung. In diesem Sinne enthalten ESS die EIS-Funktionalität. Die Entscheidungsunterstützung erfolgt dabei typischerweise durch statistische Auswertetools und Optimierungssysteme. Dabei kommen insbesondere Modell- und Methodenbanken zum Einsatz. Der Begriff der Modell- und Methodenbank ist wie folgt definiert [26].

Definition 1.2.16 (Modell- und Methodenbank) *Eine Sammlung von Modellen und Verfahren zur Entscheidungsfindung sowie Softwarebestandteilen zur Organisation, Benutzung und Sicherung der Bestandteile der Modell- und Verfahrenssammlung wird als Modell- und Methodenbank bezeichnet.*

Eine Modell- und Methodenbank hat unter anderem die folgenden Aufgaben zu lösen [26]:

- Dokumentation der Modelle und Methoden,
- selektives Angebot von möglichen Modellen und Methoden,
- Auswahl von Modellen und Methoden,
- Warnung vor der Benutzung eines bestimmten Modelles oder einer Methode,
- Parametrisierung von Methoden und Modellerstellung,
- Anwendung von Modellen und Methoden,
- Hilfestellungen bei der Benutzung der Modell- und Methodenbank,
- modell- und methodenbezogener Datenschutz.

In der Literatur wird zwischen klassischen und modernen integrierten ESS unterschieden [15]. Klassische ESS, wie sie seit Anfang der 90er Jahre angewandt werden, besitzen im Vergleich zu modernen, integrierten ESS einen deutlich geringeren Funktionsumfang und sind nicht notwendigerweise Bestandteil von Standardsoftwarepaketen.

Die Komponenten eines klassischen ESS sind in Abbildung 1.10 gezeigt. Die in Abschnitt 2.6.2 genauer beschriebene dreistufige Architektur liegt auch einem ESS zugrunde. Die Schicht zur Abbildung der Ablauflogik verknüpft Modell- und Methodenbank. Sowohl Modell- als auch Methodenbank benötigen Stamm-, Bestands- und Bewegungsdaten aus der Datenschicht, um Modelle zu generieren und Algorithmen zu initialisieren. Die Datenschicht hält dafür entsprechende Daten des zu beeinflussenden Prozesses vor.

ESS-Komponenten

EIS und ESS sind aufgrund der Überflutung des Managements mit Informationen sowie der häufig nicht unmittelbar vorhandenen relevanten Informationen zur Unternehmenssteuerung notwendig. Aufgrund der hohen Entscheidungsunsicherheit werden formale Planungsmodelle in der Praxis derzeit nur eingeschränkt eingesetzt. Aus diesem Grund konzentrieren wir uns in den folgenden Ausführungen stärker auf EIS.

EIS liefern in den meisten Fällen hierarchisch strukturierte Berichte für Topmanager und deren Assistenten. Daraus folgt, dass ein EIS in hohem Maße an die Informationsstrukturen eines konkreten Unternehmens angepasst sein muss. Aufgrund dieser Anpassung an ein Unternehmen folgt, dass traditionelle EIS typischerweise nicht fertig auf dem Markt als Standardsoftware (vergleiche die Darstellung in Abschnitt 5.3) gekauft werden können, sondern dass Rahmenwerke (vergleiche hierzu die Ausführungen in Abschnitt 5.4 dieses Kurses) für die Entwicklung von EIS vorhanden sind, welche die Ausgestaltung eines EIS

Funktionsunterstützung durch EIS

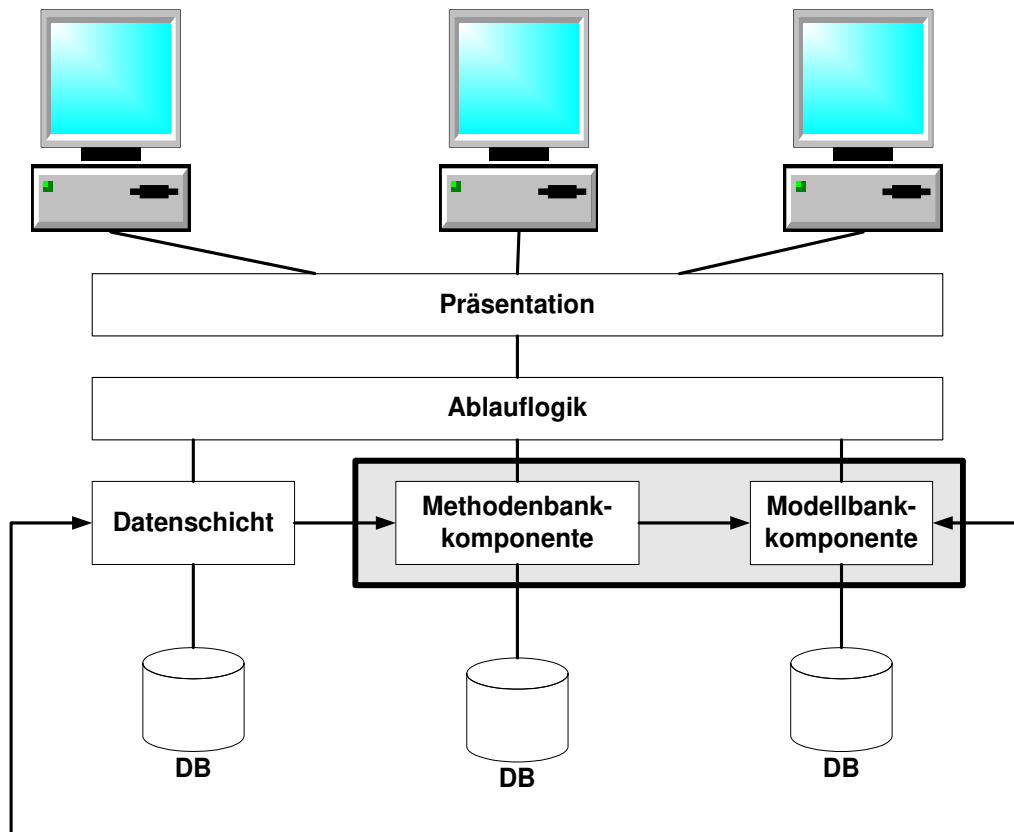


Abbildung 1.10: Komponenten eines ESS

für ein bestimmtes Unternehmen ermöglichen. Die nachfolgenden Funktionen werden typischerweise durch EIS unterstützt:

- interne und externe Strategieplanung,
- Gesamtunternehmensplanung,
- Kontroll- und Steuerungsfunktionen,
- Erfolgsrechnung,
- Berichtswesen,
- Nutzung externer Informationsquellen.

Bei der internen und externen Strategieplanung werden Portfolio- sowie Markt- und Wettbewerbsanalysen durchgeführt. Außerdem werden strategische Unternehmensziele festgelegt. Es erfolgt eine Analyse der Stärken und Schwächen des Unternehmens.

Die Gesamtunternehmensplanung beschäftigt sich mit der Koordination der

Teilpläne unterschiedlicher Geschäftsbereiche. Durch den Einsatz von Simulation können Planungsalternativen untersucht werden. Dabei werden typischerweise verschiedene Szenarien simulativ untersucht und bewertet.

Die Kontroll- und Steuerungsfunktionen eines EIS bilden operative Controllinginstrumente ab. Dazu gehören u.a. Cash-Flow-Analysen, Investitions- sowie Bilanzrechnungen.

Innerhalb der Erfolgsrechnung werden abrechnungsorientierte Verfahren durch entscheidungsorientierte Planungsrechnungen ergänzt. Die Finanzbuchhaltung, Bilanzierung und Ist-Kostenrechnung werden zu den abrechnungsorientierten Verfahren gezählt. Die Produktionsplanung, Umsatzplanung sowie die Plan-Kostenrechnung sind spezielle Planungsrechnungen.

Ein automatisiertes Berichtswesen ist in EIS integriert. Durch den Nutzer können Ad-hoc-Anfragen durchgeführt werden.

EIS nutzen externe Informationsquellen wie die Wirtschaftsdienste Nielsen und Reuters. Wir geben das nachfolgende Beispiel für ein EIS an.

Beispiel 1.2.33 (EIS) *Wir betrachten ein EIS, das u.a. ein Kostenmodul und ein Absatzmodul umfasst. Das Kostenmodul bestimmt die Kosten für die einzelnen Produktgruppen aus den Primärkosten, den Sekundärkosten, den fixen Kosten und den kalkulatorischen Zinsen. Sekundärkosten treten infolge von interner Leistungsverrechnung auf. Fixe Kosten entstehen infolge von Abschreibungen und Versicherungsgebühren. Die variablen Kosten hängen von den Produktionsmengen ab. Beispiele für variable Kosten sind durch Verbrauchsmaterialien, Energie und Löhne gegeben. Die Erlöse und Erlösschmälerungen werden durch das Absatzplanungsmodul geplant.*

Wir beschreiben im Folgenden moderne integrierte EIS. Wir gehen dabei in Anlehnung an [15] insbesondere auf das Produkt Strategic-Enterprise-Management (SEM) von SAP ein. SEM setzt auf der operativen Ebene auf und beinhaltet Komponenten zur

SEM

- Unternehmensplanung und Simulation (Business-Planning & Simulation),
- Erschließung externer Informationen (Business-Information-Collection),
- Stakeholdermanagement (Stakeholder-Relationship-Management),
- Konsolidierung von Konzernabschlüssen (Business-Consolidation),
- Operationalisierung von Strategien und Leistungsmessung (Corporate-Performance-Monitoring).

Die einzelnen SEM-Komponenten sind in Abbildung 1.11 dargestellt.

Die Komponente Business-Planning & Simulation erstellt einen konzernweiten strategischen Unternehmensplan. Dabei können unterschiedliche Planungssichten, abhängig vom untersuchten Subsystem des Basissystems, betrachtet

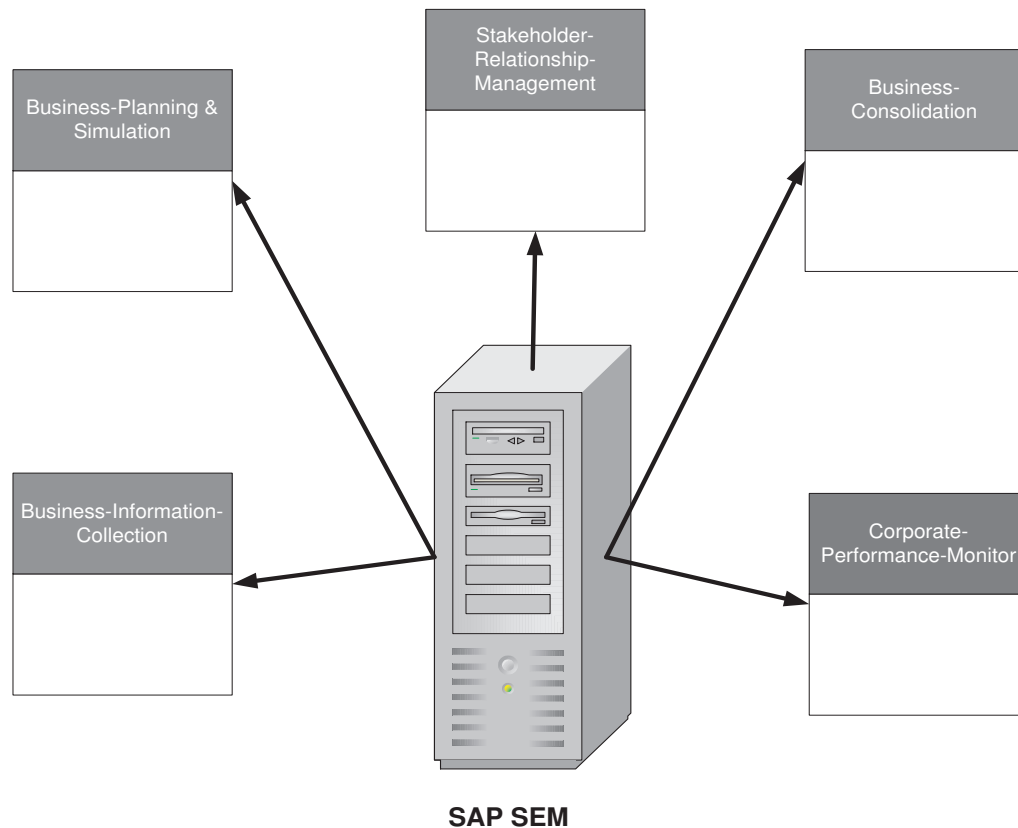


Abbildung 1.11: Unterschiedliche Komponenten von SEM

werden. Außerdem können Teilpläne für ausgewählte Aspekte erstellt werden. Für einen konkreten Zeitraum ist es möglich, mehrere Planungsszenarien zu untersuchen. Auf Basis dieser Szenarien können Simulationen im Sinne von What-If-Analysen durchgeführt werden. Wir betrachten dazu das nachfolgende Beispiel.

Beispiel 1.2.34 (Planungssicht) *Pläne für den gesamten Konzern oder einzelne Geschäftsbereiche können erstellt werden. Teilpläne für die Finanzierung, Forschung und Entwicklung oder den Absatz sind möglich. Als konkrete Zeiträume für die Simulation können Geschäftsjahre dienen.*

Die Komponente Business-Information-Collection dient dazu, externe Informationen, die für das jeweilige Unternehmen wichtig sind, zu identifizieren, aufzubereiten und zu sammeln. Die Komponente bietet insbesondere Funktionalität für Anfragen bei externen Informationsquellen sowie zur Aufbereitung und Verknüpfung interner und externer Informationen an. Wir geben nachfolgend ein Beispiel für externe Informationen an.

Beispiel 1.2.35 (Externe Informationen) *Als externe Informationen stehen Artikel in Fachzeitschriften sowie Konferenzbeiträge zur Verfügung. Zusätz-*

lich werden Geschäftsberichte und Presseerklärungen konkurrierender Unternehmen ausgewertet.

Die Komponente Stakeholder-Relationship-Management dient der Information von Personengruppen und Einrichtungen, die für das jeweilige Unternehmen wichtig sind. Derartige Personengruppen bzw. Einrichtungen werden als Stakeholder bezeichnet. Die einzelnen Gruppen werden nach verschiedenen Kriterien bewertet. Aufbauend auf dieser Bewertung wird durch die Komponente der Informationsbedarf erfasst. Wir betrachten nun ein Beispiel für Stakeholder.

Beispiel 1.2.36 (Stakeholder) *Kunden, Lieferanten, Mitarbeiter sowie andere Geschäftspartner sind Stakeholder. Andere Geschäftspartner sind beispielsweise Allianzpartner und Subunternehmer. Weitere Beispiele für Stakeholder-Gruppen sind durch Anteilseigner, Shareholder genannt, und staatliche Verwaltungseinrichtungen gegeben. Eine Bewertung der einzelnen Gruppen kann durch die Anzahl gehaltener Aktien oder den Einfluss der Gruppe auf die Medien erfolgen.*

Die Business-Consolidation-Komponente von SEM stellt Funktionen zur Unterstützung der Zusammenfassung des Geschäftsjahresabschlusses des Mutterunternehmens mit denen der Tochterunternehmen zur Verfügung. Der Vorgang der Zusammenfassung der einzelnen Abschlüsse wird als Konsolidierung bezeichnet. Unter interner Konsolidierung versteht man eine Zusammenfassung entsprechend der Informationserfordernisse des Managements. Die interne Konsolidierung erfolgt von unten nach oben entsprechend der durch die Organisationseinheiten vorgegebenen Führungsstruktur des Unternehmens.

Das Gegenstück dazu bildet die externe Konsolidierung, die eine Zusammenfassung der Geschäftsjahresabschlüsse entsprechend gesetzlicher Vorschriften zum Ziel hat. Das folgende Beispiel nennt entsprechende gesetzliche Vorschriften.

Beispiel 1.2.37 (Gesetzliche Vorschriften) *Gesetzliche Vorschriften zur Rechnungslegung sind zum Beispiel in Deutschland durch das Handelsgesetzbuch (HGB) und in den USA durch die US-Generally-Accepted-Accounting-Principles (US GAAP) gegeben.*

Die Komponente zum Corporate-Performance-Monitoring ermöglicht zum einen die Abbildung und Operationalisierung von Unternehmensstrategien. Unter Operationalisierung einer Strategie verstehen wir dabei die quantitative Beschreibung einer bestimmten Strategie. Das wird als Strategie-Management bezeichnet. Wir betrachten dazu das nachfolgende Beispiel.

Beispiel 1.2.38 (Operationalisierung einer Strategie) *Als mögliche Unternehmensstrategie kann qualitativ die „Verbesserung“ der Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten genannt werden. Diese Strategie wird dadurch operationalisiert, dass eine bestimmte Anzahl von Patenten, die Mitarbeiter des Unternehmens anzumelden haben, vorgegeben wird.*

Außerdem enthält das Corporate-Performance-Monitoring Funktionen zur Leistungsbewertung von Geschäftseinheiten.

Die nachfolgenden Anwendungen werden von der Corporate-Performance-Monitoring-Komponente zur Verfügung gestellt:

- Kennzahlen- und Werttreiberbäume,
- Balanced-Scorecard,
- Capital-Market-Interpreter,
- Risikomanagement,
- Management-Cockpit.

Werttreiber Wir erläutern der Reihe nach diese Anwendungen. Kennzahlen und Kennzahlenbäume wurden bereits in Abschnitt 1.2.3.6 über Kontrollsysteme beschrieben. Aus diesem Grund können wir uns an dieser Stelle auf Werttreiberbäume beschränken. Wir definieren den Begriff eines Werttreibers wie folgt.

Definition 1.2.17 (Werttreiber) *Eine Größe, welche die Leistungssteigerung einer Organisationseinheit wesentlich bestimmt und durch die Unternehmensführung beeinflussbar ist, heißt Werttreiber.*

Wir geben nun das folgende Beispiel für Werttreiber an.

Beispiel 1.2.39 (Werttreiber) *Die Kundenzufriedenheit sowie Produktqualität sind Werttreiber. Beide Größen haben offensichtlich großen Einfluss auf die Leistungssteigerung eines Unternehmens.*

Aus Beispiel 1.2.39 ist zu erkennen, dass Werttreiber häufig schwer zu quantifizieren sind. Aufbauend auf dem Werttreiberbegriff führen wir nun den Begriff des Werttreiberbaums ein [15].

Definition 1.2.18 (Werttreiberbaum) *Ein Werttreiberbaum ist in Analogie zu einem Kennzahlenbaum ein Kennzahlensystem, das die Zusammenhänge zwischen dem zu ermittelnden Oberziel zur Leistungsmessung und den Kennzahlen zeigt, die als Werttreiber identifiziert wurden.*

Balanced-Scorecard

Wir definieren nun den Begriff der Balanced-Scorecard [17].

Definition 1.2.19 (Balanced-Scorecard) *Die Balanced-Scorecard dient der Operationalisierung von Strategien durch ein Kennzahlensystem, das gleichzeitig die Wertschöpfung und auch die von außen vorgegebene Renditeerwartung beinhaltet. Die Balanced-Scorecard ist somit eine Methode zur Strategieimplementierung, welche die Finanz-, Kunden-, interne Geschäftsprozess- sowie die Lern- und Entwicklungsperspektive integriert.*

Die Balanced-Scorecard ist als organisatorisches Rahmenwerk anzusehen, das zur Erstellung eines unternehmensspezifischen Berichts- und Leistungsmessungssystems herangezogen werden kann. Eine Balanced-Scorecard kann die nachfolgenden Aufgaben lösen:

- unternehmerische Visionen und daraus abgeleitete Strategien in entsprechende Aktivitäten umsetzen,
- Aufstellen von Plänen, Vorgaben festlegen,
- Darstellung des Umsetzungsgrades einer bestimmten Unternehmensstrategie,
- Verbesserung der Rückkopplungen und des Lernens.

Wir stellen in Beispiel 1.2.40 die vier Perspektiven einer Balanced-Scorecard dar.

Beispiel 1.2.40 (Balanced-Scorecard) *Unter dem Blickwinkel der Finanzwirtschaft kann zum Beispiel die Frage von Interesse sein, wie sich das Unternehmen gegenüber potentiellen Kapitalgebern positioniert. In der Kundenperspektive kann sich das Unternehmen fragen, welche Leistungen gegenüber Kunden erbracht werden sollen. Unter dem Blickwinkel der internen Prozesse kann das Unternehmen festlegen, bei welchen internen Prozessen es besonders gut sein muss. Die Lern- und Wachstumsperspektive wirft die Frage auf, wie die Fähigkeiten zur Verbesserung aufrechterhalten bzw. sogar noch vergrößert werden können. In Abhängigkeit von den gefundenen Antworten müssen dann in einem weiteren Schritt entsprechende Strategien zur Umsetzung im Unternehmen gefunden werden. Die Strategien werden durch entsprechende Ziele und Vorgaben vervollständigt.*

Zusammenfassend ist festzustellen, dass auf unterster Ebene die notwendigen Qualifikationen der Mitarbeiter des Unternehmens den vorhandenen fachlichen Qualifikationen gegenübergestellt werden. Die darüberliegende Ebene beschäftigt sich mit den internen Prozessen, die natürlich von der vorhandenen Qualifikation der Mitarbeiter beeinflusst werden. Eine Behandlung der Kundensicht erfolgt durch die nächsthöhere Ebene. Die Sicht eines Kunden auf ein Unternehmen ist von den internen Prozessen abhängig. Abschließend nimmt dann die oberste Ebene die finanzielle Sicht ein. Die finanzielle Situation eines Unternehmens wird in starkem Maße von den Kunden beeinflusst.

Der **Capital-Market-Interpreter** dient dazu, Strategien für die Behandlung von Bewertungsschwankungen des Unternehmenswertes am Kapitalmarkt bereitzustellen bzw. sogar Vorgehensweisen festzulegen, die derartige Schwankungen vermeiden. Der Capital-Market-Interpreter ermittelt dazu zunächst den Unternehmenswert aus Aktionärssicht unter Verwendung der Kapitalwertmethode als eine abgezinste Reihe von Zahlungsströmen und vergleicht den derart

Capital-
Market-
Interpreter

bestimmten Wert mit dem aktuellen Börsenwert. Dadurch ist es möglich, die Erwartungen der Finanzanalysten mit in die strategische Planung einzubeziehen.

Risiko-
management

Das **Risikomanagement** dient dazu, im ersten Schritt Risiken frühzeitig zu erkennen und im zweiten Schritt die Risiken geeignet abzuwehren. Frühwarnsysteme sind aufgrund des Gesetzes zur Kontrolle und Transparenz im Unternehmensbereich (KonTraG) unter anderem für Aktiengesellschaften zwingend vorgeschrieben, um Entwicklungen zu erkennen, die den Fortbestand des Unternehmens gefährden. SEM legt dazu die einzelnen Risiken in Risikokatalogen ab, fasst die Risiken in Risikokategorien zusammen und weist diese einzelnen Kennzahlen zu. Ein Risiko kann dann folglich als ein Ereignis interpretiert werden, das eine negative Auswirkung auf den Wert der dem Risiko zugeordneten Kennzahl hat.

Management-
Cockpit

Das **Management-Cockpit** ist ein Werkzeug, mit dem Daten für betriebliche Entscheidungen graphisch aufbereiten werden. Wir betrachten dazu das nachfolgende Beispiel.

Beispiel 1.2.41 (Management-Cockpit) *Das Management-Cockpit kann zur Darstellung der Zusammenhänge zwischen der verwendeten betrieblichen Anlagestrategie und den aktuellen Finanzmarktdaten benutzt werden.*

Das Management-Cockpit ermöglicht eine Aufbereitung der Informationen durch direkten Zugriff auf die Berichtsdaten des SAP-Business-Information-Warehouses (SAP BW). SAP BW ist ein spezielles Data-Warehouse, das von der SAP AG vertrieben wird. Details zu Data-Warehouses werden in Abschnitt 1.2.3.8 vermittelt. In SAP BW können Daten des Rechnungswesens, der Logistik oder der Personalwirtschaft beliebig kombiniert werden. Vorgefertigte Graphiktypen erleichtern die Darstellung der Ergebnisse.

Nach der Behandlung moderner, integrierter EIS fassen wir unsere Erkenntnisse zu Führungsinformationssystemen abschließend zusammen. Für Führungsinformationssysteme sind die nachfolgenden Eigenschaften typisch:

- Führungsinformationssysteme dienen der Aufbereitung von Daten aus dem externen Rechnungswesen, der Kosten- und Leistungsrechnung sowie aus weiteren operativen Systemen und externen Datenquellen.
- Sie dienen der Herausfilterung von relevanten Informationen aus den zur Verfügung stehenden Informationen. Dabei kommen Standardauswertungsverfahren und flexible Auswertungsverfahren zum Einsatz.
- Führungsinformationssysteme nutzen spezielle Analyseverfahren, um frühzeitig negative Entwicklungen sowie deren Ursachen erkennen zu können. Außerdem kommen Frühwarnfunktionen zum Einsatz, die negative Entwicklungen als auffällig kennzeichnen.
- Führungsinformationssysteme nutzen häufig entscheidungsunterstützende Funktionen.

1.2.3.8 Bereitstellung der unternehmensweiten Datenbasis

Wir gehen an dieser Stelle knapp auf die unternehmensweite, einheitliche Datenbasis und ihre Auswertungsmöglichkeiten ein. Diese Fragestellungen werden vertieft in weiteren Lehrveranstaltungen zum Thema Business-Intelligence behandelt.

Wir definieren zunächst den Begriff „Data-Warehouse“ in Anlehnung an [15].

Data-
Warehouse

Definition 1.2.20 (Data-Warehouse) *Eine logisch zentrale Speicherung einer einheitlichen und konsistenten Datenbasis zur Entscheidungsunterstützung aller Mitarbeiter eines Unternehmens wird als Data-Warehouse bezeichnet. Die Datenbasis eines Data-Warehouses wird getrennt von den operativen Datenbanken des Unternehmens vorgehalten.*

Herkömmliche operative betriebliche Informationssysteme mit entsprechenden operativen Datenbanken arbeiten transaktionsorientiert. Ihre Aufgabe ist die Abarbeitung von vielen „atomaren“ Vorgängen, z.B. Buchungen. Diese Systeme werden als **On-Line-Transactional-Processing-Systeme(OLTP-Systeme)** bezeichnet. Die ihnen zugrunde liegenden Datenbanken werden laufend aktualisiert. Neue Datensätze werden eingefügt, alte aktualisiert, korrigiert oder gelöscht. Die Organisation der Daten erfolgt entsprechend dem relationalen Modell. Damit wird eine geringe Redundanz und eine hohe Performance bei Lese- und Schreibvorgängen gewährleistet. Die gespeicherten Daten in operativen Datenbanken sind zeitpunktbezogen.

OLTP

Im Gegensatz zu den operativen Datenbanken werden in einem Data-Warehouse Daten vorgehalten, die so aufbereitet sind, dass Abfragemöglichkeiten nach bestimmten inhaltlichen Themenschwerpunkten wie Produkten, Kunden oder Lieferanten möglich sind. Die inhaltlichen Schwerpunkte werden als **Dimensionen** bezeichnet. Die in einem Data-Warehouse vorgehaltenen Daten werden aus operativen Datenbanken und externen Datenquellen aufbereitet und dann in das Data-Warehouse übertragen. Dabei werden Redundanzen für eine hohe Abfrageperformance bewusst in Kauf genommen. Die in einem Data-Warehouse enthaltenen Daten sind typischerweise nicht zeitpunktbezogen, sondern beziehen sich auf Zeiträume. Zu einem Data-Warehouse gehört eine Metadatenbank, in der Informationen über Inhalte, Formate sowie Auswertemöglichkeiten des Data-Warehouses vorgehalten werden. Die Metadatenbank ist somit ein Informationskatalog. Ein Data-Warehouse wird vervollständigt durch Softwaretools zur Abfrage, Transformation, Analyse und Präsentation von Daten des Data-Warehouses.

Unter **Online-Analytical-Processing (OLAP)** verstehen wir die Auswertung eines Data-Warehouses durch eine hohe Anzahl von Anwendern. OLAP ermöglicht insbesondere eine mehrdimensionale, konzeptionelle Sicht auf die Daten. In relationalen Datenbanken werden Daten in Form von Tabellen abgelegt. Für mehrdimensionale Auswertungen müssen Daten in verschiedenen Tabellen aufwendig durch Joins miteinander verbunden werden. Um diesen Aufwand zu

OLAP

verringern, werden in Data-Warehouses Hyperwürfel als Datenstrukturen verwendet. In einem Hyperwürfel werden die Daten als Fakten abgespeichert. Auf die Dimensionen wird in Index-Verzeichnissen des Informationskatalogs verwiesen. Jede Dimension kann mehrere hierarchisch zusammenhängende Merkmale enthalten. Wir betrachten dazu das nachfolgende Beispiel.

Beispiel 1.2.42 (Dimensionen) *In einem Data-Warehouse eines produzierenden Unternehmens sind Produkte, Regionen und Lieferanten als Dimensionen möglich. Im Fall der Produkt-Dimension ist das Merkmal „Produkt“ auf unterster Ebene enthalten, in der nächst höheren Ebene dann das Merkmal „Produktgruppe“. Oft ist die höchste Stufe innerhalb einer Dimension die totale Aggregation.*

Die Hierarchie der Produkt-Dimension aus Beispiel 1.2.42 ist in Abbildung 1.12 dargestellt.

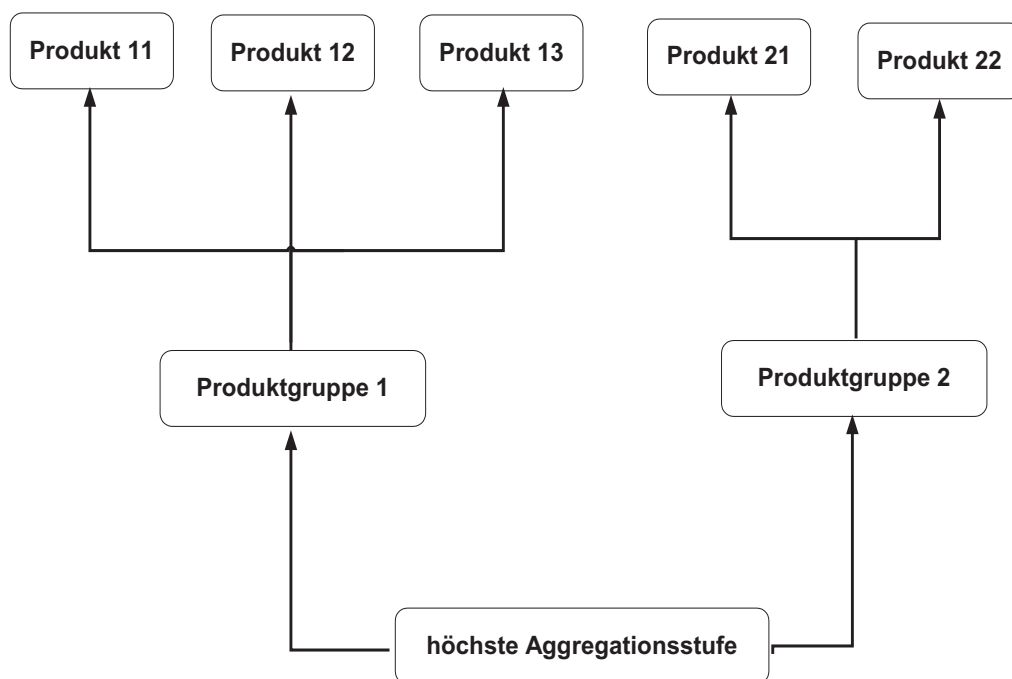


Abbildung 1.12: Produkt-Dimension mit Merkmalshierarchie

Übungsaufgabe 1.12 (Umsetzung Hyperwürfel) *Gegenstand dieser Aufgabe ist die Umsetzung eines Hyperwürfels in einer relationalen Datenbank. Erläutern Sie die Abbildung eines Hyperwürfels mit den Dimensionen:*

- Vertriebsbereich,

- *Mitarbeiter,*
- *Produkt,*
- *Kunde,*
- *Jahr,*
- *Monat*

und den Kennzahlen

- *Umsatz in Euro,*
- *Anzahl der Vertragsabschlüsse*

in einer relationalen Datenbank. Lassen sich später zusätzliche Dimensionen bzw. Kennzahlen zum Würfel hinzufügen?

Die Nutzer des Data-Warehouses können aus dem Hyperwürfel durch „Slicing and Dicing“ bestimmte Datenausschnitte auswählen. Ein Schnitt bedeutet das Setzen von Filtern. Dabei wird eine Ausprägung einer Dimension als fest angenommen, das Ergebnis ist dann ein Hyperwürfel der Dimension $n - 1$, falls der Ausgangswürfel die Dimension n hatte. Beim „Dicing“ wird durch das Setzen von Intervallen als Filter eine Untermenge aus dem Datenwürfel ausgeschnitten. Das Ergebnis ist wiederum ein kleinerer Würfel, der schneller analysiert werden kann. „Dicing“ kann durch wiederholtes „Slicing“ und entsprechende Vereinigungs- und Schnittoperationen erreicht werden. Wir geben das nachfolgende Beispiel zum „Slicing and Dicing“ an.

Slicing and
Dicing

Beispiel 1.2.43 (Slicing and Dicing) *Wir betrachten ein Data-Warehouse in einem Produktionsunternehmen. Im Data-Warehouse sind den einzelnen Produkten die entsprechenden Kunden zugeordnet. Außerdem ist jedem Paar (Produkt, Kunde) der Monat zugeordnet, in denen der Kunde das Produkt gekauft hat. Die drei Dimensionen von Interesse sind somit Produkt, Kunde und Zeit. Die Kanten des zugehörigen Hyperwürfels sind der Reihe nach mit Produkt, Kunde und Zeit beschriftet. Jeder Punkt im Inneren des Würfels enthält die betriebswirtschaftliche Kenngröße „erzielter Umsatz“ für ein Tripel (Produkt, Kunde, Zeit). Im Falle eines dreidimensionalen Hyperwürfels schneidet das Setzen eines Filters auf ein bestimmtes Produkt eine Scheibe aus dem Würfel heraus. Das Ergebnis ist ein Report (Bericht) über die Verkaufsdaten aller Kunden zu diesem Produkt im Zeitablauf. Im Anschluss daran kann ein weiterer Navigationsschritt darin bestehen, einen Filter auf einen interessanten Kunden zu setzen. Dies entspricht einem Rotieren des Datenwürfels. Das Ergebnis ist ein Report für einen bestimmten Kunden, der die verkauften Produkte im Zeitablauf darstellt.*

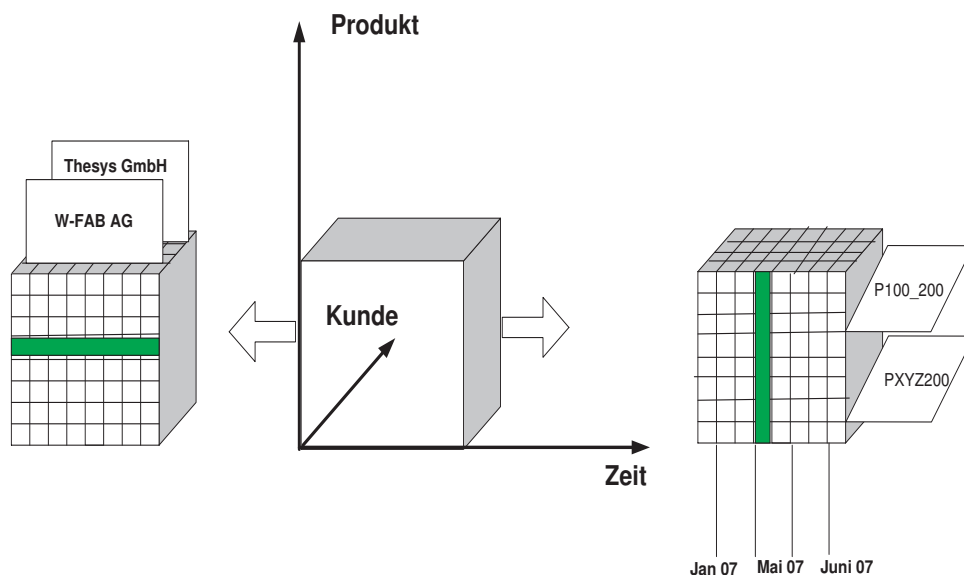


Abbildung 1.13: „Slicing and Dicing“ eines Hyperwürfels

Die in Beispiel 1.2.43 beschriebene Situation ist in Abbildung 1.13 gezeigt.

Wir beschreiben nun verschiedene Möglichkeiten zur Gestaltung von Reports. Im Rahmen eines Drill-downs werden zusätzliche Informationen zu einem Report hinzugefügt. Dies kann innerhalb einer Dimension geschehen. Andererseits ist auch das Hinzufügen von Merkmalen aus anderen Dimensionen möglich. Roll-up bezeichnet das Gegenteil des Drill-downs, d.h., der Report wird um bestimmte Informationen reduziert.

Report-
gestaltung

Unter einem Drill-across versteht man das Austauschen der X- und Y-Achse eines Reports. Verschiedene Data-Warehouse-Systeme bieten die Möglichkeit, Reports zu erstellen, die auf Daten basieren, die überhaupt nicht im Data-Warehouse selbst, sondern nur in den OLTP-Systemen gespeichert sind. Diese Fähigkeit wird Drill-through genannt.

Beispiel 1.2.44 (Drill-down und Drill-through) *Ein Drill-down tritt auf, wenn man sich in der Produkthierarchie von Produktgruppen hin zu den einzelnen Produkten bewegt und auf diese Art und Weise den Report verfeinert. Ein Beispiel für ein Drill-through ist die Erstellung von Buchhaltungsbelegen durch das Data-Warehouse unter Verwendung von Daten aus einem ERP-System.*

Falls im Data-Warehouse eines Unternehmens sehr große Datenbestände vorliegen, ist der Zugriff der Anwender auf die Daten häufig zu langsam oder zu unflexibel. Einen möglichen Ausweg bietet in diesem Fall die separate Speicherung von gewissen Ausschnitten der Datenbank des Data-Warehouses. Bei der

Erstellung der Ausschnitte können Aggregationstechniken zum Einsatz kommen. Die Ausschnitte werden dabei für bestimmte Funktionsbereiche oder Personengruppen angelegt. Ein derartiger Ausschnitt wird als **Data-Mart** bezeichnet. In bestimmten Situationen werden ausschließlich Data-Marts entwickelt, ein zentrales Data-Warehouse kommt in diesem Fall nicht zum Einsatz.

Data-Mart

Die prinzipielle Architektur zur Versorgung eines Data-Warehouses mit Daten und zur Nutzung des Data-Warehouses ist in Abbildung 1.14 gezeigt.

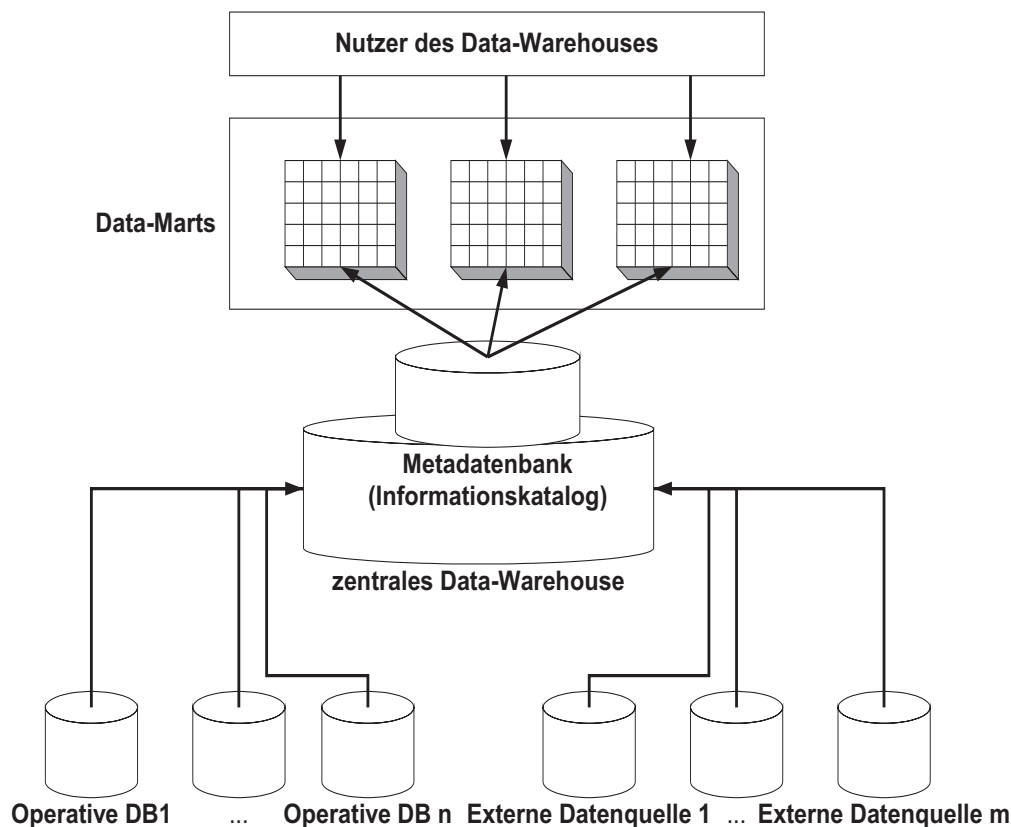


Abbildung 1.14: Prinzipielle Architektur einer Data-Warehouse-Umgebung

Übungsaufgabe 1.13 (OLAP) Wir betrachten einen Data-Warehouse-Hyperwürfel, der aus den Dimensionen Zeit, Produkt, Region und Vertrieb besteht. Jeder Punkt des Hyperwürfels beinhaltet die entsprechenden Vertriebskennzahlen, wie Umsatz und Anzahl verkaufter Produkte. Dieser Hyperwürfel soll im Nachfolgenden näher betrachtet werden.

- Stellen Sie drei Ebenen der Hierarchie aller Dimensionen graphisch dar.
- Wie kann der vierdimensionale Hyperwürfel geeignet dargestellt werden? Stellen Sie dies für ein Beispiel graphisch dar.

- c) Mit Hilfe des „Slicing and Dicing“ können bestimmte Datenausschnitte ausgewählt werden. Stellen Sie die Vorgehensweise beim „Slicing“ für ein Produkt und ein Quartal graphisch dar. Welche Daten lassen sich hierüber ermitteln? Stellen Sie weiterhin die Vorgehensweise beim „Dicing“ graphisch dar, indem Sie sich auf ein Produkt und die Quartale des Jahres 2006 beschränken. Was entsteht dabei?

1.3 Interne und außenwirksame Informationssysteme

Betriebliche Informationssysteme können, wie von Mertens [21, 26] vorgeschlagen, bezüglich verschiedener Dimensionen unterschieden werden. Tabelle 1.3 dient der Zusammenfassung der unterschiedlichen Dimensionen und gibt gleichzeitig jeweils drei unterschiedliche Ausprägungsstufen an [15]. Die verschiedenen Dimensionen betrieblicher Informationssysteme wurden insbesondere unter dem Integrationsgesichtspunkt teilweise schon in den Abschnitten 1.1.7 und 1.2 untersucht.

Tabelle 1.6: Dimensionen betrieblicher Informationssysteme

Kriterium	Ausprägung 1	Ausprägung 2	Ausprägung 3
Wirtschaftszweig	Automobil	Hochtechnologie	Lebensmittel
Funktionsbereich	Produktion	Vertrieb	Beschaffung
Reichweite	Einzelnutzer	Gruppe	Betrieb
Hierarchieebene	operativ	mittleres Management	Top-Management
Benutzertyp	IT-Spezialist	fachlicher Spezialist	gelegentlicher Endbenutzer
Integrationsgrad (horizontal)	hohe Prozessintegration	mittlere Prozessintegration	keine Prozessintegration
Integrationsgrad (vertikal)	stark ebenenübergreifend	schwach ebenenübergreifend	nicht ebenenübergreifend
Automationsgrad	manuell	vollautomatisch	teilautomatisch

Aus Tabelle 1.3 wird insbesondere deutlich, dass zwischen **inner- und zwischenbetrieblicher Informationsverarbeitung** unterschieden wird. Die innerbetriebliche Informationsverarbeitung wird mit internen Informationssystemen durchgeführt, für die zwischenbetriebliche Informationsverarbeitung werden die später in diesem Abschnitt zu definierenden außenwirksamen Informationssysteme benötigt. Wir definieren zunächst den Begriff „Internes Informationssystem“.

Definition 1.3.1 (Internes Informationssystem) *Betriebliche Informationssysteme, die ausschließlich von den Mitarbeitern der Fachabteilungen sowie*

von entsprechenden Führungskräften eines Unternehmens genutzt werden, heißen interne Informationssysteme.

Wir geben an dieser Stelle ein Beispiel für ein internes Informationssystem an.

Beispiel 1.3.1 (Internes Informationssystem) *Die Produktionsplaner und Werker in einer Halbleiterfabrik sind professionelle Endbenutzer, die ständig das Manufacturing-Execution-System (MES) der Halbleiterfabrik benutzen. Im MES sind die für die Produktionssteuerung relevanten Stamm- und Bewegungsdaten abgelegt (vergleiche Abschnitt 6.1.3.3 für eine Einführung in MES). Die professionellen Nutzer benötigen im Allgemeinen keine Hilfe von IT-Spezialisten sowie keine Hilfestellungen des Systems.*

In den Abschnitten 1.1.7 und 1.2 wurden verschiedene Beispiele für interne Informationssysteme diskutiert. Insbesondere fallen Planungs- und Dispositionssysteme häufig in diese Klasse von Informationssystemen.

In den letzten Jahren hat durch die Globalisierung und den Fortschritt der Informations- und Kommunikationstechnologie bedingt die Bedeutung von außenwirksamen Informationssystemen stark zugenommen. Wir definieren nun den Begriff des außenwirksamen Informationssystems.

Definition 1.3.2 (Außenwirksames Informationssystem) *Informationssysteme, die entweder mit menschlichen oder maschinellen Aufgabenträgern in anderen Unternehmen oder mit Privatpersonen interagieren, heißen außenwirksame Informationssysteme.*

Im ersten Fall sprechen wir von zwischenbetrieblichen Informationssystemen und Business-to-Business (B2B), während im zweiten Fall die Bezeichnung Konsumenteninformationssysteme und Business-to-Customer (B2C) verwendet wird.

Ein zwischenbetriebliches Informationssystem verknüpft die Informationssysteme von mindestens zwei unterschiedlichen Unternehmen. Auf die folgende Art und Weise können dabei die unterschiedlichen Unternehmen zusammenarbeiten:

- elektronischer Austausch von Bestellungen und Rechnungen (Electronic-Data-Interchange (EDI)),
- Zusammenschluss der Unternehmen zu einer virtuellen Organisation, der Begriff der virtuellen Organisation wird im Anschluss definiert,
- Schaffung von gemeinsamen Informationssystemen einer bestimmten Anzahl von Betrieben unterschiedlicher Branchen oder Wirtschaftsstufen.

Durch ein **EDI-System** werden Geschäftstransaktionen zwischen Geschäftspartnern entweder direkt oder durch Vermittlung einer Clearing-Stelle durch den elektronischen Austausch von Geschäftsdokumenten abgewickelt. EDI-Systeme spielen u.a. im Lieferkettenmanagement [19] eine große Rolle. Das nachfolgende Beispiel zeigt ein EDI-System für die Hochtechnologiebranche.

Beispiel 1.3.2 (EDI-System) *In Unternehmen zur Fertigung integrierter Schaltkreise tauscht der Kunde die Spezifikation der zu produzierenden Schaltkreise zunächst mit dem Schaltkreisentwurf auf elektronischem Wege aus. Der Schaltkreisentwurf entwirft dann die integrierten Schaltkreise entsprechend der Spezifikation der Kunden. Als Kunden fungieren hier beispielsweise Automobilhersteller. Der Entwurf wird zur Herstellung von Masken, die Schaltkreisinformationen beinhalten, im Mask-House verwendet. Die Masken werden dann an die Wafer-Fab übergeben. Der Kunde wird auf elektronischem Wege über den erreichten Produktionsfortschritt informiert.*

Wir führen nun den Begriff der virtuellen Organisation ein.

Definition 1.3.3 (Virtuelle Organisation) *Der IT-basierte, temporäre Zusammenschluss von mindestens zwei Organisationen zu einer neuen Organisationseinheit heißt virtuelle Organisation. Das Ziel des Zusammenschlusses besteht darin, Wettbewerbsvorteile zu erlangen. Die sich zusammenschließenden Organisationen bringen ihre Stärken in die virtuelle Organisation ein. Außerdem teilen sie sich Risiken und anfallende Kosten.*

Wir geben das nachfolgende Beispiel für virtuelle Organisationen an.

Beispiel 1.3.3 (Virtuelle Organisation) *Wir betrachten ein Joint-Venture. Darunter versteht man ein Unternehmen, das von mindestens zwei Unternehmen gegründet wurde und von diesen strategisch geführt wird. Um eine Aufteilung von Risiken und Kosten zu erreichen, verfügen die am Joint-Venture beteiligten Unternehmen über eine gleich hohe Kapitalbeteiligung. Ein Joint-Venture verwendet typischerweise IT-Systeme der beteiligten Unternehmen. Außerdem wird häufig auf die Vertriebsabteilungen mindestens eines der beteiligten Unternehmen zurückgegriffen.*

Brancheninformationssysteme stellen spezielle zwischenbetriebliche Informationssysteme dar. Brancheninformationssysteme unterstützen die laufenden Geschäftsbeziehungen der Unternehmen einer Branche, indem sie Funktionen und Daten enthalten, die für die Beschaffung und den Absatz der Unternehmen der Branche wichtig sind. Eine Branche wird in der betriebswirtschaftlichen Literatur als Wirtschaftszweig definiert. Die Zuordnung eines Unternehmens zu einem Wirtschaftszweig findet aufgrund der Haupttätigkeit eines Unternehmens statt [27]. Wir betrachten das nachfolgende Beispiel für ein Brancheninformationssystem.

Beispiel 1.3.4 (Brancheninformationssystem) *Der TechPilot-Marktplatz (<http://www.techpilot.net>) ist ein großer B2B-Marktplatz für die Fertigungsindustrie. Einkäufer verschiedener Fertigungsunternehmen verwenden diesen Marktplatz für die Beschaffung von Fertigungsleistungen. Zulieferer sind mit ihrem Fertigungsprofil registriert, davon viele mit detaillierten Angaben zum vorhandenen Maschinenpark. Der TechPilot-Marktplatz dient dazu, qualifizierte Neukontakte zwischen Einkäufern und Lieferanten zu vermitteln.*

Brancheninformationssysteme werden zu elektronischen Märkten, wenn alle Akteure gleiche Rechte für die Benutzung haben und alle Akteure sowohl als Käufer als auch als Verkäufer auftreten können. Elektronische Märkte gewinnen zunehmend an Bedeutung. Sie werden genauer in Spezialveranstaltungen zum Thema E-Business-Management behandelt. Wir weisen darauf hin, dass elektronische Marktplätze softwaretechnisch besonders gut mit Hilfe der Agententechnologie (vergleiche hierzu die Ausführungen in Abschnitt 4.1) realisiert werden können.

1.4 Standards für Informationssysteme

Standards für Informationssysteme werden mit dem Ziel geschaffen, modulare, interoperable Informationssysteme zu erstellen. Standards werden durch Standardisierungsgremien festgelegt oder durch den Grad der Verbreitung als Quasistandards anerkannt. Informationssysteme, die Standards folgen, können leichter miteinander gekoppelt werden, können häufig mit geringem Aufwand auf unterschiedlichen Hardware- und Systemsoftwareplattformen eingesetzt werden und erscheinen insgesamt dem Anwender relativ gleichartig, so dass er schnell mit ihnen produktiv arbeiten kann.

Im Gegensatz dazu stehen proprietäre Informationssysteme. Darunter versteht man herstellerspezifische Informationssysteme. Die Verwendung von proprietären Anwendungssystemen schränken die Freiheitsgrade der Anwender bei einem weiteren Ausbau der IT-Landschaft eines Unternehmens erheblich ein. Aus diesem Grund ist die Auswahl eines Softwarelieferanten bzw. die Wahl von geeigneten Entwicklungswerkzeugen und Betriebssystemen kritisch. In Abschnitt 5.3.7.3 dieses Kurses wird deshalb systematisch auf die Wahl geeigneter Lieferanten eingegangen. Das Thema wird außerdem dadurch vertieft, dass wir uns mit betriebswirtschaftlicher Standardsoftware beschäftigen. Das ist Software, die in einer Vielzahl von Unternehmen eingesetzt wird. Dabei handelt es sich um Industriestandards. Hersteller, die einen bestimmten Marktanteil erreicht haben, sind in der Lage, derartige Standards vorzugeben. Wir betrachten das nachfolgende Beispiel zu Industriestandards.

Beispiel 1.4.1 (Industriestandards) *Die in Deutschland am weitesten verbreitete betriebswirtschaftliche Standardsoftware ist SAP R/3. Betriebssysteme der Firma Microsoft stellen ebenfalls Standards dar. Java ist als objektorientierte Programmiersprache weitverbreitet. Sie ist ein eingetragenes Warenzeichen der Firma Sun Microsystems.*

Durch die große Verbreitung von Produkten, die Industriestandards darstellen, sind andere Anbieter gezwungen, bei der Entwicklung ihrer Produkte darauf Rücksicht zu nehmen. Wir veranschaulichen diesen Fakt durch das folgende Beispiel.

Beispiel 1.4.2 (Berücksichtigung von Industriestandards) *Viele der von*

Anwendern genutzten Programme werden für die Betriebssysteme der Firma Microsoft entwickelt, da derartige Betriebssysteme stark verbreitet sind.

Wir beschreiben nun der Reihe nach verschiedene Möglichkeiten für Standards im Bereich von Informationssystemen. Standards werden an verschiedenen Stellen dieses Kurses ausführlicher dargestellt.

- **Programmiersprachen und Entwicklungsumgebungen:** Standards bei Programmiersprachen und Entwicklungsumgebungen sollen die Produktivität des Anwendungsentwicklers erhöhen. Außerdem wird die Interoperabilität von Anwendungssystemen und die Austauschbarkeit von Subsystemen erhöht. Ein Standard für den Zugriff auf relationale Datenbankmanagementsysteme ist die Abfragesprache Structured-Query-Language (SQL) [6, 1]. Die meisten Hersteller von Software für relationale Datenbanken folgen dem SQL-Standard.
- **Benutzeroberflächen:** Durch Standards bei Benutzeroberflächen soll erreicht werden, dass unterschiedliche Anwendungen gleichartig erscheinen. Dadurch wird insbesondere eine intuitive Bedienbarkeit erreicht. Auf Benutzeroberflächen gehen wir detaillierter in Abschnitt 5.3.7.4 ein. Als Standard bei Benutzeroberflächen haben sich Windows-konforme Oberflächen weitestgehend durchgesetzt.
- **Kommunikationsstandards:** Eine standardisierte Kommunikationsunterstützung dient dazu, die Kommunikation zwischen unterschiedlichen Geräten, Programmen und Netzen sicherzustellen. Beispiele für derartige Protokolle werden in Abschnitt 4.2.2 dargestellt. Wir möchten an dieser Stelle an das Open-Systems-Interconnection (OSI)-Referenzmodell als Kommunikationsstandard erinnern. Ein weiterer Standard für die Kommunikation zwischen unterschiedlichen Anwendungssystemen ist XML. Die wichtigsten Sprachelemente von XML werden in Abschnitt 3.4.1 eingeführt. Webservices ermöglichen die Implementierung von Diensten. Für Webservices sind die Standards Web-Service-Description-Language (WSDL) und Simple-Object-Access-Protocol (SOAP) von Bedeutung.
- **Middleware:** Middleware dient dazu, Anwendungen verteilt ausführen zu können. Sie baut damit auf den bereits beschriebenen Kommunikationsstandards auf. Durch Middleware wird insbesondere die Erstellung verteilter Anwendungssysteme in starkem Maße erleichtert. Middlewarekonzepte werden detaillierter in Abschnitt 4.2 dieses Kurses behandelt. Der Common-Object-Request-Broker (CORBA) stellt einen von der Object-Management-Group (OMG) propagierten Standard dar, der sich allerdings gegen andere Middlewaretechnologien wie .NET-Remoting oder Remote-Message-Invocation (RMI) nicht durchsetzen konnte.

- **Kopplungsstandards:** Die Kopplung von Softwaresystemen beschäftigt sich mit der Fragestellung, wie ein Softwaresystem S_1 mit einem Softwaresystem S_2 interagieren kann. Möglichkeiten zur Kopplung von Anwendungssystemen werden in Abschnitt 3.5 detailliert dargestellt. Von Anwendungssystemen aus wird typischerweise durch die Anwendung der Open-Data-Base-Connectivity (ODBC)-Klassenbibliothek auf relationale Datenbanken zugegriffen [11]. ODBC ermöglicht SQL-basierte Anfragen an relationale Datenbanken. Alle führenden Anbieter relationaler Datenbanksysteme stellen ODBC-Treiber bereit und unterstützen in ihren Systemen die Anwendung von ODBC. ODBC stellt einen Industriestandard dar [11]. Der Standard Universal-Description-Discovery-and-Integration (UDDI) für Webservices ermöglicht die Ablage von Dienste-Beschreibungen in einem Repository.
- **Modellierungsstandards:** Ein Modell besitzt einen Zweck, einen Bezug zu einem Original und abstrahiert bestimmte Eigenschaften eines Originals [40, 3]. Für Informationssysteme besitzen insbesondere Referenzmodelle eine große Bedeutung. Anbieter großer betriebswirtschaftlicher Standardsoftwarepakete liefern häufig Referenzmodelle gemeinsam mit ihrer Software aus, die dann bei der Einführung der Standardsoftware im Unternehmen nützlich sind, da durch die Referenzmodelle die Geschäftsprozesse des Unternehmens mit den Möglichkeiten der Standardsoftware verglichen werden können.
- **Architekturstandards:** Unter einer Architektur versteht man die grundlegende Organisation eines Systems, dargestellt durch dessen Komponenten und deren Beziehungen zueinander und zur Systemumwelt. Architekturen von Informationssystemen werden in Kurseinheit 2 dieses Kurses detailliert behandelt. Referenzarchitekturen für Informationssysteme werden durch einzelne Unternehmen bzw. durch Standardisierungsgremien wie dem National-Institute-of-Standards-and-Technology (NIST) in den USA bereitgestellt. In Abschnitt 2.3.2 wird die Architektur integrierter Informationssysteme (ARIS) genauer behandelt.

Im Gegensatz zu Industriestandards basieren „offene Systeme“ auf herstellerunabhängigen Standards [15]. Herstellerunabhängige Standards bieten den Vorteil, dass der Einfluss einzelner Anbieter nicht dominieren kann. Unternehmen, die sich an herstellerunabhängigen Standards beim Entwurf und Weiterentwicklung ihrer Systemlandschaft orientieren, besitzen dadurch viele Freiheitsgrade bei zukünftigen Investitionsentscheidungen, da sie nicht an einen proprietären Anbieter gebunden sind.

Standardisierungsentscheidungen in Netzwerken betreffen die Fragestellung, ob Mitglieder des Netzwerkes einem bestimmten Kommunikationsstandard folgen sollen oder nicht. Für derartige Problemstellungen können entsprechende

mathematische Modelle bereitgestellt werden. Sie sind Gegenstand von aktuellen Forschungsaktivitäten in Wirtschaftsinformatik und Operations Research [35, 7].

Lösungen zu den Übungsaufgaben

Übungsaufgabe 1.1

Wir betrachten als Beispiel die Halbleiterindustrie. Die folgenden Beispiele sind für die unterschiedlichen Datenkategorien möglich:

- Stammdaten: Maschinen, Fotomasken, Produkte, Arbeitspläne, Mitarbeiter, Kunden, Lieferanten,
- Änderungsdaten: Layoutänderung der Wafer, Änderungen von Arbeitsplänen, Daten über neue Produkte und Maschinen, Lohngruppenänderung von Mitarbeitern,
- Bestandsdaten: Bestandsmengen an Rohwafern, Vorratsmengen der benötigten Gase und Flüssigkeiten,
- Bewegungsdaten: Bestell- und Lieferdaten von Gasen und Flüssigkeiten, Kundenaufträge, Buchungsdaten.

Übungsaufgabe 1.2

Das Transportsystem, das in Abbildung 1.15 dargestellt ist, besteht aus drei Fahrzeugen, den Systemkomponenten, die durch die Mengen

$$V_A = V_B = V_C = \{\text{parken}, \text{vorwärts}, \text{rückwärts}\}$$

dargestellt werden. Die Systemstruktur

$$R^G = \{(V_A, V_B), (V_B, V_C), (V_A, V_C)\}$$

enthält die paarweise Beziehung zwischen den Fahrzeugen. Das allgemeine System

$$S^G \subseteq V_A \times V_B \times V_C$$

wird wie folgt dargestellt.

V_A	p	p	p	p	p	v	r	p	p	r	v	r	v
V_B	p	p	p	v	r	p	p	v	r	p	p	r	v
V_C	p	v	r	p	p	p	p	v	r	r	v	p	p

Übungsaufgabe 1.3

Um das Transportsystem zu modellieren, müssen die dynamischen Einheiten und das Systemverhalten geeignet abgebildet werden. Weiterhin müssen die Steuerungsregeln, die für den Transport der Lose vorgegeben wurden, entsprechend umgesetzt werden.

Das Modell ist strukturtreu, wenn die Systemkomponenten, in dem Fall die Fahrzeuge, in geeigneter Art und Weise abgebildet werden. Die Verhaltenstreue wird erreicht, wenn die Steuerungsregeln im Modell realisiert werden. Um das

Übungsaufgabe 1.5

Der Montageprozess kann als zyklensfreier Graph dargestellt werden, bei dem die Knoten die Ereignisse und die Kanten die Aktionen darstellen. Es wird davon ausgegangen, dass ein Ereignis eine Aktion auslöst. Der so erhaltene Graph ist in Abbildung 1.16 dargestellt.

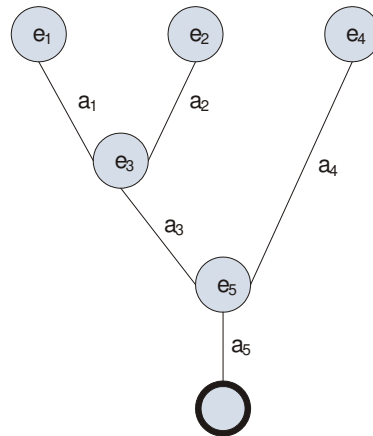


Abbildung 1.16: Darstellung eines Prozesses als Graph

Übungsaufgabe 1.6

Der nachfolgenden Tabelle sind die Ereignisse und Aktionen des Prozesses zu entnehmen.

Ereignis	Aktion
e_1	$a_1 := \text{Bestellbestätigung erstellen}$
e_2	$a_2 := \text{Rechnung erstellen}$
e_3	$a_3 := \text{Bestellbestätigung verschicken}$
e_4	$a_4 := \text{Rechnung verschicken}$
e_5	$a_5 := \text{Produktionsvorbereitung}$
e_6	$a_6 := \text{Zahlungseingang abwarten}$
e_7	$a_7 := \text{Produktion der bestellten Waren}$
e_8	$a_8 := \text{Verpacken der bestellten Waren}$
e_9	$a_9 := \text{Verschicken der bestellten Waren}$

Die Relation der kausalen Ereignisse ist durch $e_1 \preceq e_3$, $e_2 \preceq e_4$, $e_3 \preceq e_4$, $e_4 \preceq e_6$, $e_5 \preceq e_7$, $e_7 \preceq e_8$, $e_6 \preceq e_9$ und $e_8 \preceq e_9$ gegeben. Auf die Darstellung der Transitivität wird an dieser Stelle verzichtet. Die Darstellung des Prozesses als Graph ist in 1.17 gezeigt.

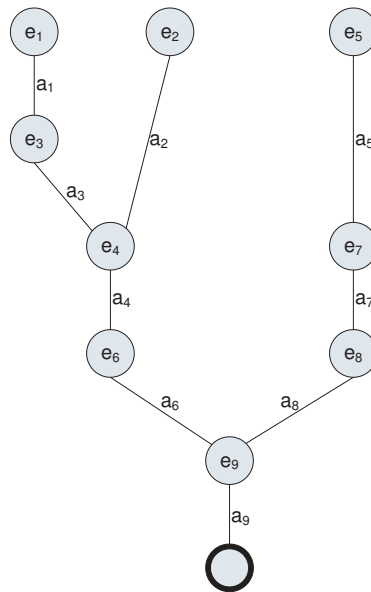


Abbildung 1.17: Darstellung eines Prozesses als Graph

Übungsaufgabe 1.7

Wir beschreiben die unterschiedlichen Arten anhand der Herstellung von Möbeln. In einer kleinen Schreinerei, in der Aufträge und Rechnungen noch mit der Hand geschrieben werden, besteht das Informationssystem hauptsächlich aus dem Wissen der Mitarbeiter und dem Ordnersystem, in dem die Aufträge und Rechnungen abgeheftet werden. Ein Computer wird nur für die Erstellung der Steuererklärung verwendet. Da für die Steuererklärung immer die Daten aus den Ordnern auf den Computer übertragen werden müssen, entschließt sich der Inhaber der Schreinerei, auf ein rechnergestütztes Informationssystem umzusteigen. Die Verwaltung der Kunden, Aufträge und Rechnungen erfolgt jetzt computergestützt. Das neue System ermöglicht neben einer automatischen Übernahme der Daten in die Steuererklärung auch die automatische Generierung von Rechnungen und Mahnungen.

Ein Unternehmen mit einer Vielzahl von Mitarbeitern und Kunden, bei dem die Herstellung eines Möbelstücks nicht mehr nur durch einen Mitarbeiter erfolgt, erfordert den Einsatz eines Anwendungssystems. Der zentrale Bestandteil ist ein ERP-System. Dieses wird auf einem Server betrieben und die Mitarbeiter können von ihrem Arbeitsplatz aus auf das System zugreifen. Die Produktionsplanung und -steuerung erfolgt automatisiert über die PPS-Komponente des ERP-Systems.

Übungsaufgabe 1.8

Ein Beispiel für horizontal integrierte Informationssysteme in der Produktion ist die Kopplung des PPS mit dem Warenwirtschaftssystem. Die Integration

dieser beiden Systeme ermöglicht beispielsweise eine automatisierte Materialdisposition. Vertikal integrierte Informationssysteme können das MES und das ERP-System darstellen. Das MES ist für die Durchsteuerung der Produktionsaufträge verantwortlich, während eine Aufgabe des ERP-Systems die Auftragsabwicklung ist. Werden beide Systeme gekoppelt, so ist beispielsweise bei einer Verspätung des Auftrags, die durch das MES erkannt wird, eine Mitteilung an den Kunden über das ERP-System möglich.

Übungsaufgabe 1.9

Das MES ist ein mengenorientiertes System. Bei einem Abrechnungssystem handelt es sich um ein wertorientiertes System, durch das beispielsweise Maschinenstundensätze zur Verteilung der Kosten ermittelt werden. Die Maschinenstundensätze können nur auf Basis der Daten des MES ermittelt werden, da hier die Auslastungsdaten der Maschinen vorgehalten werden.

Übungsaufgabe 1.10

Eine wichtige Kennzahl im Vertrieb ist der Umsatz. Hier können neben dem Umsatz pro Vertriebsmitarbeiter auch der Umsatz pro Region, Produkt und pro Kunde betrachtet werden. Anstatt dem Umsatz kann auch der Deckungsbeitrag verwendet werden. Weitere Kennzahlen sind die Anzahl der Angebote, die Anzahl der betreuten Kunden und die Angebotserfolgsquoten. Mit diesen Kennzahlen lassen sich die Vertriebsmitarbeiter, einzelne Regionen und auch die Kunden bewerten.

Übungsaufgabe 1.11

Folgende Formeln sind zur Aufstellung der Regressionsgeraden zu verwenden [18]:

$$b = \frac{\sum_{i=1}^n (p_i - \bar{p})(y_i - \bar{y})}{\sum_{i=1}^n (p_i - \bar{p})^2}$$

und

$$a = \bar{y} - b\bar{p}.$$

Dabei bezeichnen \bar{y} und \bar{p} jeweils Mittelwerte. Zur Bestimmung der Absatzmenge aus dem gegebenen Parameter p wird folgende Regressionsgerade verwendet: $y := 5,90996154 + 0,1594409p$. Grapisch ist der Sachverhalt in Abbildung 1.18 dargestellt.

Wie der Abbildung zu entnehmen ist, eignet sich zur Abbildung der Beziehung zwischen der Absatzmenge und dem Parameter p eine nichtlineare Funktion, beispielsweise eine quadratische Funktion, besser. Eine derartige Regressionsfunktion ist in Abbildung 1.19 dargestellt. Die entsprechenden Formeln sind beispielsweise [18] zu entnehmen.

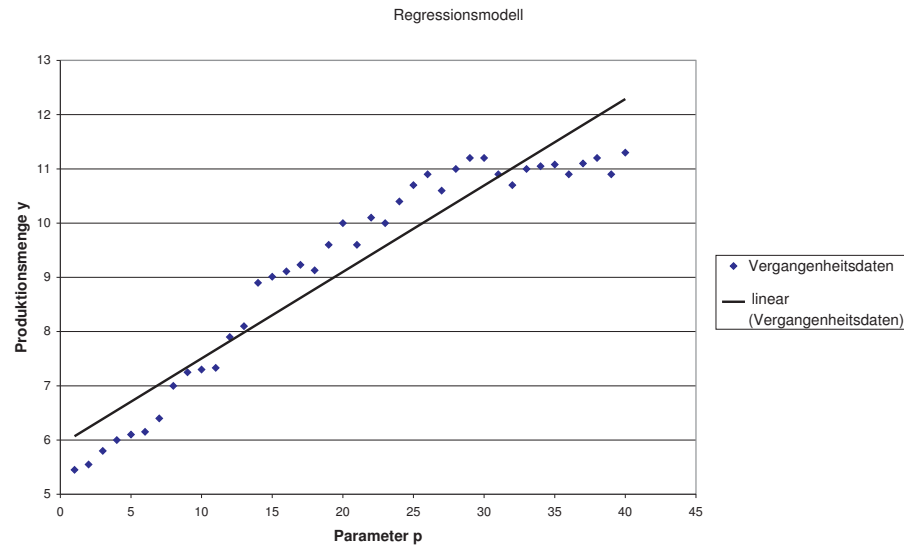


Abbildung 1.18: Regressionsgerade

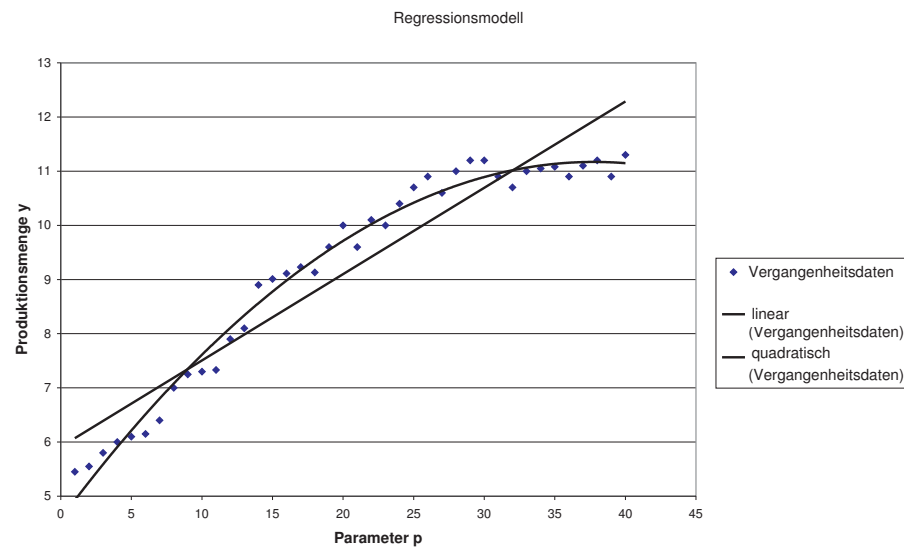


Abbildung 1.19: Lineares und quadratisches Regressionsmodell

Übungsaufgabe 1.12

Ein Hyperwürfel wird unter Verwendung eines sogenannten Sternschemas umgesetzt. Dabei wird für jeden Hyperwürfel eine Faktentabelle und für jede Dimension eine Dimensionstabelle angelegt.

Im konkreten Beispiel enthält die Faktentabelle die Spalten Vertriebsbereich, Mitarbeiter, Produkt, Kunde, diese bilden gemeinsam mit Jahres- und Monatsspalte einen zusammengesetzten Primärschlüssel, und die Spalten Umsatz und Vertragsabschlusszahl zur Abbildung der Kennzahlen. Die einzelnen Spalten des Primärschlüssels verweisen als Fremdschlüssel auf die entsprechenden Dimensionstabellen. Abbildung 1.20 illustriert das Sternschema.

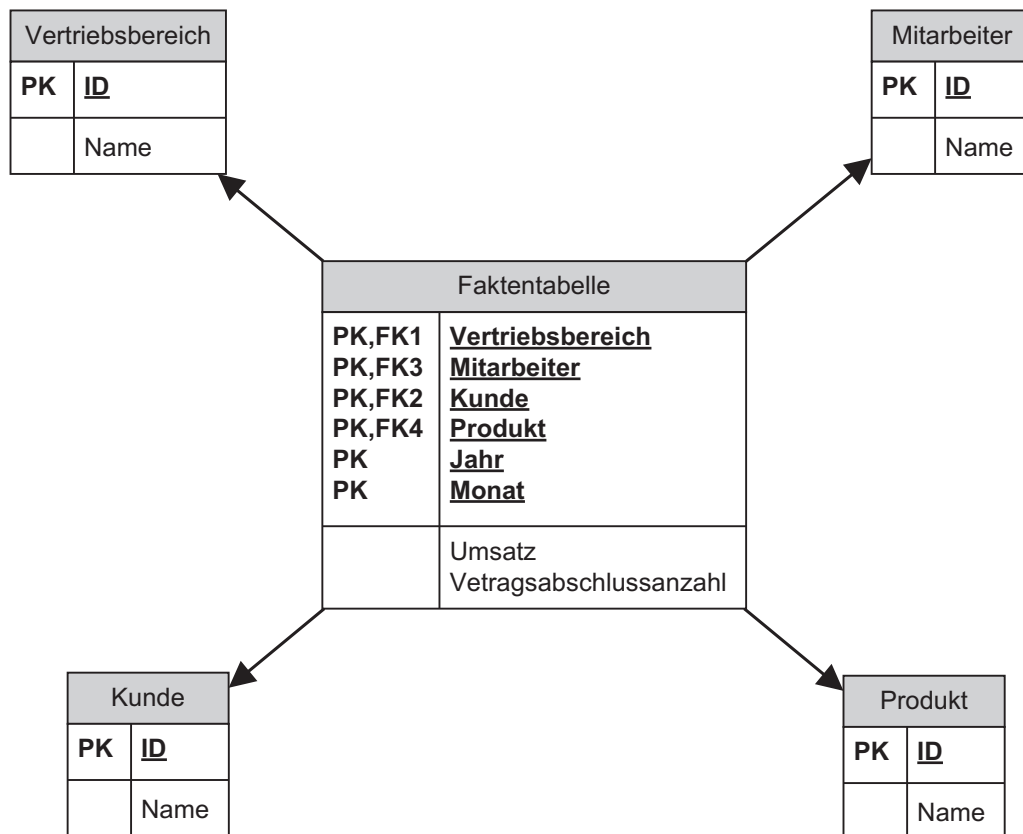


Abbildung 1.20: Sternschema für Hyperwürfel mit sechs Dimensionen

Zusätzliche Kennzahlen lassen sich prinzipiell zu einem bestehenden Hyperwürfel hinzufügen. Man muss dies jedoch bei der Auswertung der Reporte beachten. Zusätzliche Dimensionen lassen sich zu einem bestehenden Würfel nicht sinnvoll hinzufügen, da sich hierdurch die Granularität der Kennzahlen ändert. Sollte eine andere Dimensionsstruktur erforderlich sein, muss ein Hyperwürfel komplett neu aufgebaut werden.

Übungsaufgabe 1.13

zu a)

Die oberste Ebene bei den Produkten stellt die Aggregation aller Produkte dar. Darunter sind die Produktgruppen und auf unterster Ebene die einzelnen Produkte angeordnet. Bei den anderen drei Dimensionen ist das Vorgehen ähnlich. Die Hierarchie aller Dimensionen ist in Abbildung 1.21 dargestellt.

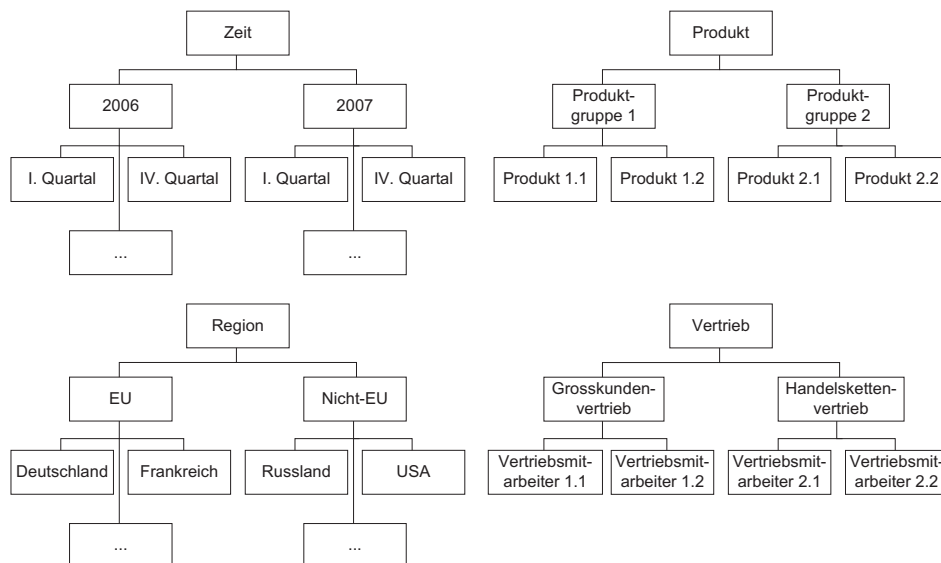


Abbildung 1.21: Hierarchie des Data Warehouses

zu b)

Da eine vierdimensionale Darstellung des Hyperwürfels nicht in übersichtlicher Form möglich ist, erfolgt die Darstellung dreidimensional, wobei die vierte Dimension festgehalten wird. In Abbildung 1.22 wird die Dimension Produkt festgehalten, d.h. Produkt 1.1 wird betrachtet und die anderen Dimensionen dargestellt.

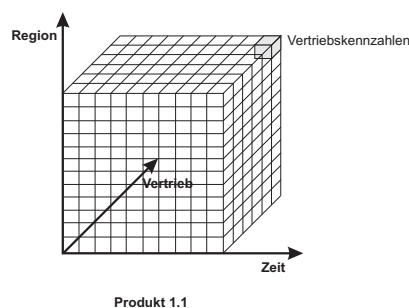


Abbildung 1.22: Hyperwürfel für Produkt 1.1

zu c)

Beim „Slicing“ wird mindestens eine Dimension festgehalten. Im Beispiel sind das die Dimensionen Produkt und Zeit. In Abbildung 1.23 ist dies graphisch dargestellt.

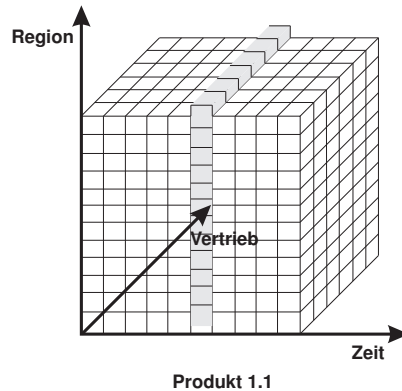


Abbildung 1.23: Slicing des Hyperwürfels

Durch das Festhalten der Dimensionen Produkt und Zeit sind die Vertriebskennzahlen für jeden Vertriebsmitarbeiter in jeder Region ermittelbar.

Beim „Dicing“ wird durch das Setzen von Intervallen eine Teilmenge aus dem Hyperwürfel geschnitten. Im Beispiel, das in Abbildung 1.24 dargestellt ist, sind das die Quartale des Jahres 2006.

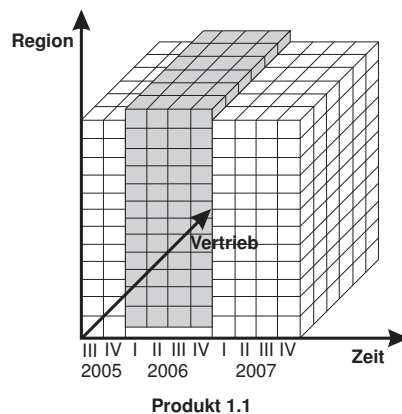


Abbildung 1.24: Dicing des Hyperwürfels

Beim „Dicing“ entsteht ein neuer kleinerer Hyperwürfel, der schneller durchsucht werden kann.