



Herausgeber

**Thomas Barton**

**Burkhard Erdlenbruch**

**Frank Herrmann**

**Christian Müller**

Herausforderungen an die Wirtschaftsinformatik:

# **Betriebliche Anwendungssysteme**

unterstützt durch:



Beiträge der Fachtagung »Betriebliche Anwendungssysteme«  
im Rahmen der 24. Jahrestagung des  
Arbeitskreises Wirtschaftsinformatik an Fachhochschulen (AKWI)  
vom 11.09. bis 14.09.2011 an der Fachhochschule Worms

Autoren:

Prof. Dr. Thomas Barton, Dr. Christoph Bedau, Dr. Jörg Breidbach, Prof. Dr. Carsten Dorrhauer, Prof. Dr.-Ing. Burkhard Erdlenbruch, Prof. Dr.-Ing. Frank Herrmann, Dr. Thomas Hußlein, Sebastian Kaul, Prof. Dr. Norbert Ketterer, Prof. Dr. Elvira Kuhn, Alexander Lawall, Dr. Jörg Löw, Dr. Vera G. Meister, Dominik Reichelt, Prof. Dr. Haio Röckle, Prof. Dr. Thomas Schaller, Prof. Dr. Carlo Simon, Prof. Dr. Detlev Steinbinder, Dr. Peter Vieten

## **Betriebliche Anwendungssysteme**

Tagungsband zur AKWI-Fachtagung  
vom 11. bis 14.09.2011 an der Fachhochschule Worms

herausgegeben von  
Thomas Barton, Burkhard Erdlenbruch, Frank Herrmann, Christian Müller

Unterstützt durch den  
Studiengang Wirtschaftsinformatik an der Fachhochschule Worms

Bibliographische Information der Deutschen Bibliothek:  
Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliographie;  
detaillierte bibliographische Daten sind im Internet über <http://dnb.ddb.de> abrufbar.

### **Betriebliche Anwendungssysteme**

Tagungsband zur AKWI-Fachtagung vom 11. bis 14.09.2011  
an der Fachhochschule Worms

Herausgeber:

Prof. Dr. Thomas Barton, *Fachhochschule Worms*,  
*barton@fh-worms.de*

Prof. Dr. Burkhard Erdlenbruch, *Hochschule Augsburg*,  
*Burkhard.Erdlenbruch@hs-augsburg.de*

Prof. Dr.-Ing. Frank Herrmann, *Hochschule Regensburg*,  
*Frank.Herrmann@informatik.fh-regensburg.de*

Prof. Dr. Christian Müller, *Technische Hochschule Wildau [FH]*,  
*christian.mueller@th-wildau.de*

Redaktion:

Teamarbeit der Herausgeber

Redaktionsschluss: 01.08.2011

Erscheinungstermin: 11.09.2011



Die Herstellung dieses Tagungsbandes erfolgte mit freundlicher Unterstützung durch den  
Studiengang Wirtschaftsinformatik an der Fachhochschule Worms

Verlag News & Media, von Amsberg, Berlin

ISBN 978-3-936527-26-1

# Inhaltsverzeichnis

Vorwort des Sprechers des Arbeitskreises Wirtschaftsinformatik an Fachhochschulen (AKWI).....	5
Vorwort der Herausgeber .....	7
Integrierte CRM-Prozesse auf Basis von Open-Source CRM und SAP-ECC <i>Prof. Dr. Norbert Ketterer</i> .....	9
Produktionsplanung in ERP-Systemen und wirkliche Verwendung <i>Prof. Dr.-Ing. Burkhard Erdlenbruch</i> .....	25
Einstellung von Losgrößenverfahren in der operativen Produktionsplanung und -steuerung <i>Prof. Dr.-Ing. Frank Herrmann</i> .....	39
Entwicklung und Umsetzung einer Lösung zur optimierten Steuerung der Varianten im Lackierprozess der Automobilproduktion <i>Dr. Thomas Hußlein, Dr. Jörg Breidbach</i> .....	51
Geschäftsregelbasierte Ansteuerung betrieblicher Anwendungssysteme am Beispiel der Open Source Process Engine Activiti <i>Dr. Vera G. Meister</i> .....	65
Intelligente Verzeichnisdienste <i>Alexander Lawall, Dominik Reichelt, Prof. Dr. Thomas Schaller</i> .....	87
Nutzung spaltenbasierter Datenbanktechnologie für das Information Lifecycle Management in Anwendungssystemen <i>Prof. Dr. Detlev Steinbinder, Dr. Christoph Bedau, Dr. Jörg Löw</i> .....	101
Wissensmanagement als Teil betrieblicher Informationssysteme <i>Prof. Dr. Carlo Simon, Sebastian Kaul</i> .....	115
Modellgetriebene Softwareentwicklung am Beispiel einer Anwendung für das Ideenmanagement <i>Dr. Peter Vieten, Prof. Dr. Thomas Barton</i> .....	131

Messbarkeit der Sicherheitsqualität im Lebenszyklus betrieblicher Anwendungssysteme <i>Prof. Dr. Haio Röckle, Prof. Dr. Carsten Dorrhauer</i> .....	155
Wie komme ich an eine zukunftsfähige IT-Landschaft? <i>Prof. Dr. Elvira Kuhn</i> .....	175
Autoren .....	186

# **Vorwort des Sprechers des Arbeitskreises Wirtschaftsinformatik an Fachhochschulen (AKWI) zur AKWI Jahrestagung 2011**

Liebe Kolleginnen und Kollegen,

in diesem Jahr treffen wir uns zur 24. Jahrestagung des Arbeitskreises Wirtschaftsinformatik an Fachhochschulen. Diesmal ist die Fachhochschule Worms unser Gastgeber, wofür ich recht herzlich danken möchte. Mein besonderer Dank geht an den Kollegen Thomas Barton, der die Tagung hier vorbereitet hat.

In unserem Selbstverständnis heißt es:

Der AKWI ist der Dachverband der Fachbereiche mit deutschsprachigen Wirtschafts-informatik Studiengängen und/oder Studienschwerpunkten an Fachhochschulen. Er versteht sich als fachkompetenter und hochschulpolitisch Gesprächspartner bzw. Ansprechpartner in Bezug auf alle Probleme des Studiums der Wirtschaftsinformatik an den Hochschulen, Spezies Fachhochschulen, und der Wirtschaftsinformatik als anwendungsbezogene Wissenschaft, für Studienbewerber/Studierende, andere Vereinigungen im Hochschulbereich, Behörden/Ministerien, Wirtschaft und Öffentlichkeit, auch auf internationaler Ebene.

Der Arbeitskreis Wirtschaftsinformatik hat 77 Mitgliedsstudiengänge in Deutschland, Österreich und der Schweiz. Wir sind ein Arbeitskreis des Fachbereichstags Informatik und gleichzeitig die Fachgruppe WI-AKWI der Gesellschaft für Informatik (GI). Außerdem kooperieren wir mit der Bundesdekanekonferenz, die die betriebswirtschaftlichen Fachbereiche an den Fachhochschulen repräsentiert. Somit sieht man, dass wir in der Hochschullandschaft breit aufgestellt sind.

Die Wirtschaftsinformatik beschäftigt sich mit den betriebswirtschaftlichen Anwendungen der Informatik. Betriebliche IT-Anwendungen gibt es in allen 4,5 Millionen Unternehmen in Deutschland. Aus dieser Breite schöpft auch diese Tagung die unter dem Titel „**Betriebliche Anwendungssysteme**“ steht. Ich freue mich, dass diese Themenstellung auf breite Zustimmung gestoßen ist, was an der Vielzahl der eingereichten Beiträge zu sehen ist. Auf dieser Tagung treffen Hochschul- und Industrievertreter zusammen. Ich gehe davon

aus, das die Diskussionen, die hier geführt werden Grundlage für viele neue gemeinsame Aktivitäten der Anwesenden sind.

Abschließend möchte ich außerdem den Referenten und dem Herausgeber-  
team für ihre Beiträge und für die Vorbereitung der Tagung danken. Darüber  
hinaus danke ich der FH Worms, die unseren Tagungsband finanziert hat.

In diesem Sinne wünsche ich der Tagung einen guten Erfolg.

Wildau im September 2011

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Chri Müller".

*Prof. Dr. Christian Müller*

Sprecher des Arbeitskreises Wirtschaftsinformatik an Fachhochschulen

## **Vorwort der Herausgeber**

In heutigen Unternehmen werden im Kern alle Aufgaben durch Anwendungssysteme direkt oder durch diese unterstützt erledigt. Folglich beschreiben betriebliche Anwendungssysteme heute im Grunde, welche Aufgaben in Unternehmen überhaupt zu lösen sind und welche davon automatisiert und somit durch Software erledigt bzw. unterstützt werden können. Die Arbeit an und mit Betrieblichen Anwendungssystemen ist gekennzeichnet durch eine große thematische Breite und demonstriert die für die Wirtschaftsinformatik charakteristische Nutzung von Ansätzen der Betriebswirtschaftslehre sowie der Informatik.

Deswegen erwarteten die Herausgeber sehr heterogene Themenvorschläge und sie wurden nicht enttäuscht. Die letztlich ausgewählten Themen stellen aktuelle Entwicklungs- und anwendungsorientierte Forschungsprojekte zu Geschäftsprozessen, Standardsoftware, Softwareentwicklung und Betrieb von Anwendungssystemen vor. Dadurch beschreiben sie das heute existierende Berufsbild von Wirtschaftsinformatikern und -innen in der industriellen Praxis.

Die Herausgeber danken dem AKWI für die Ausrichtung dieser Tagung im Rahmen der 24. Jahrestagung des AKWI an der Fachhochschule Worms. Dank gebührt den Vortragenden und Frau von Amsberg vom Verlag News & Media für Ihre Unterstützung.

Worms, Augsburg, Regensburg und Wildau  
im September 2011

*Thomas Barton (Fachhochschule Worms)  
Burkhard Erdlenbruch (Hochschule Augsburg)  
Frank Herrmann (Hochschule Regensburg)  
Christian Müller (Technische Hochschule Wildau)*



# **Integrierte CRM-Prozesse auf Basis von Open-Source CRM und SAP-ECC**

*Norbert Ketterer*

## **Abstract**

In der vorliegenden Arbeit wird das Open-Source-System „Vtiger“ auf Basis ausgewählter CRM-Prozesse mit SAP-ECC 6.0 integriert. Middleware dieser Integration stellt der SAP-Business-Connector 4.8 in Kombination mit dem XAMPP Framework (Apache, MySQL, PHP und Pearl) dar. Als Ergebnis dieser Arbeit liegt somit der Prototyp eines integrierten CRM-ERP-Systems vor, welches bereits integrierte Prozesse zulässt, die in Zukunft noch weiter verfeinert werden sollen.

Es konnten Rahmen dieser Arbeit eine Reihe von Erkenntnissen gewonnen werden – etwa aus dem Bereich „Middleware“ sowie der eigentlichen Prozessintegration – die durch diese Arbeit zur Diskussion gestellt werden sollen.

## **1 Einleitung**

Die SAP AG bietet bereits seit geraumer Zeit innerhalb der „Business-Suites“ komplexe Anwendungen aus dem „ERP-2 Umfeld“ an. Beispiele solcher Anwendungen sind etwa Systeme zum „Supply-Chain-Management“ (SAP-SCM) sowie „Customer-Relationship-Management“ (SAP-CRM).

Beide Systeme decken eine Vielzahl von Geschäftsprozessen ab, erfordern jedoch eine eigenständige Installation, die oft aus mehreren Servern besteht, welche mit dem ERP-System über Interfaces zu verbinden sind. Am FB Informatik der Hochschule Fulda untersuchen Wirtschaftsinformatiker deshalb wie vereinfachte ERP-2 Prozesse mit Hilfe anderer Konzepte – etwa Erweiterungen des Kern ERPs oder durch Hinzunahmen von einfacheren Produkten, wie Open-Source-Software – implementiert werden können. Zielgruppe dieser Überlegungen sind in erster Linie Mittelständler<sup>1</sup>, deren Budget zwar den Einsatz eines ERP-Systems erlaubt, nicht jedoch den eines komplexen ERP-2 Systems. Annahme ist, dass sich deren Anforderungen an ERP-2 Prozesse sich so stark vereinfachen lassen, dass ein vereinfachtes System – etwa ein Open-Source-System ausreicht.

---

<sup>1</sup> Eine weitere Anwendung sehen wir – etwa aus Kostengründen – in der Hochschullehre.

## 2 Prozesse des Customer-Relationship-Managements

Schnauffer und Jung<sup>2</sup> definieren CRM wie folgt:

*„CRM ist ein ganzheitlicher Ansatz zur Unternehmensführung. Er integriert und optimiert abteilungsübergreifend alle kundenbezogenen Prozesse in Marketing, Vertrieb, Kundendienst, Produktion sowie Forschung und Entwicklung. ....*

*Zielsetzung von CRM ist dabei die Schaffung von Mehrwerten auf Kunden- und Lieferantenseite im Rahmen von Geschäftsbeziehungen.“.*

Ziel ist somit die Integration der relevanten Geschäftsprozesse in einen CRM-Prozess.

Abbildung 1 zeigt eine von Schnauffer und Jung übernommene Darstellung eines durchgängigen Auftragsprozesses, der als idealtypischer Prozess gelten kann.

Es soll in dieser Arbeit der Fokus auf Prozesse des *operativen CRM*<sup>3</sup> gelegt werden – eine Integration der Open-Source-Software in Prozesse des *analytischen CRM*<sup>4</sup> oder eines *social CRM* soll somit nicht betrachtet werden.

Vtiger unterstützt CRM-Funktionalitäten innerhalb der Prozesse ([VTIG09]):

- Vertriebsautomatisierung
- Marketingautomatisierung
- Kundensupport und Service

Die Funktionen zur Vertriebs- und Marketingautomatisierung sowie zum Support können wie folgt unterteilt werden:

### **Vertriebsautomatisierung:**

- Lead Management
- Management der Verkaufspotentiale (etwa für bestehende Kunden)
- Management der Verkaufsaktivitäten (z. B. Sales-Calls)
- Management der Kunden/der kundenbezogenen Kontakte sowie der kundenspezifischen Information – etwa die Angebots und Verkaufshistorie („360 Grad-Sicht auf Kunden“)
- Erzeugung von Angeboten/Kundenaufträgen/Rechnungen
- Reporting/Dashboards der Sales-Pipeline, Analyse the Up-Selling/Cross-Selling-Möglichkeiten

---

2 [SCJU08] Seite 4/diese Definition basiert auf einer Definition von Holland, Huldi, et al.

3 Operatives CRM: Basisversion eines CRM – Unterstützung von Sales, Marketing und Support

4 Analytisches CRM: gegenüber der Basisversion erweitert um Funktionen des Data-Warehousing/ Data-Mining

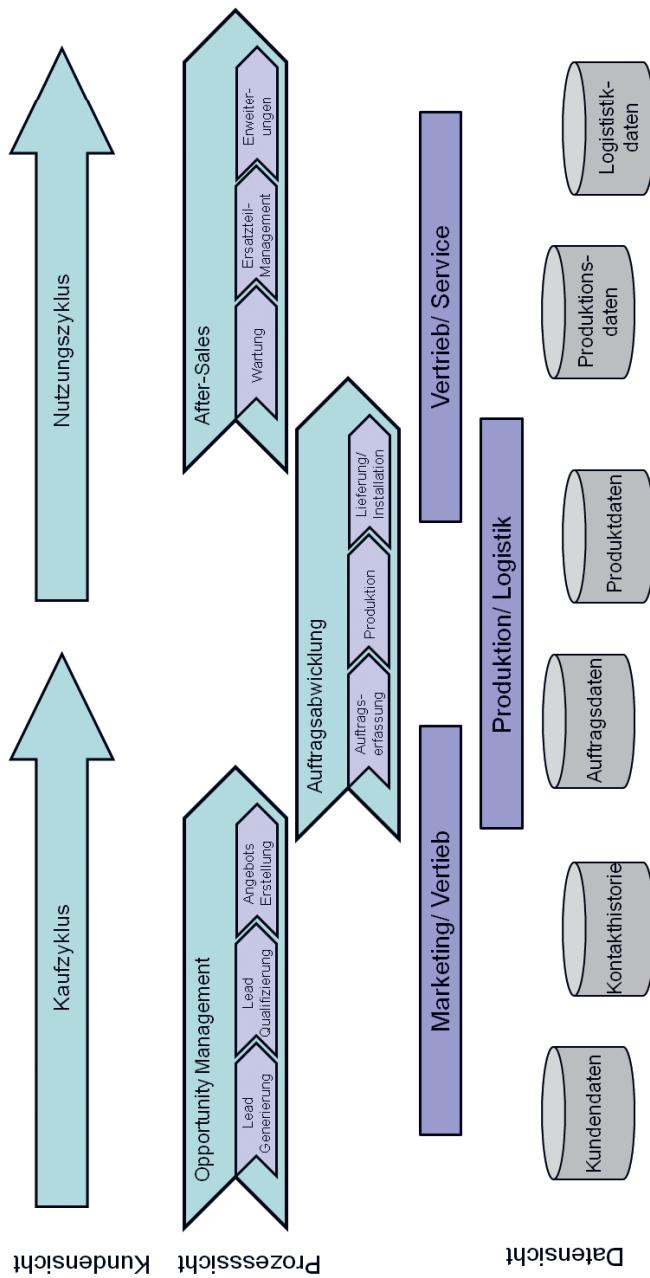


Abbildung 1: Durchgängiger Auftragsprozess gemäß [SCJU08]

### **Marketingautomatisierung:**

- Management der Kampagnen
- Lead Management
- E-Mail Marketing

### **Kundensupport und Servicemanagement:**

- Management der Serviceanfragen ("Tickets")
- Wissensmanagement
- Customer Self-Service

Einen typischen Prozess von einer Kampagne über die Leadverwaltung bis zum gewonnenen Auftrag, der in Vtiger abgebildet werden kann, zeigt Abbildung 2<sup>5</sup>.

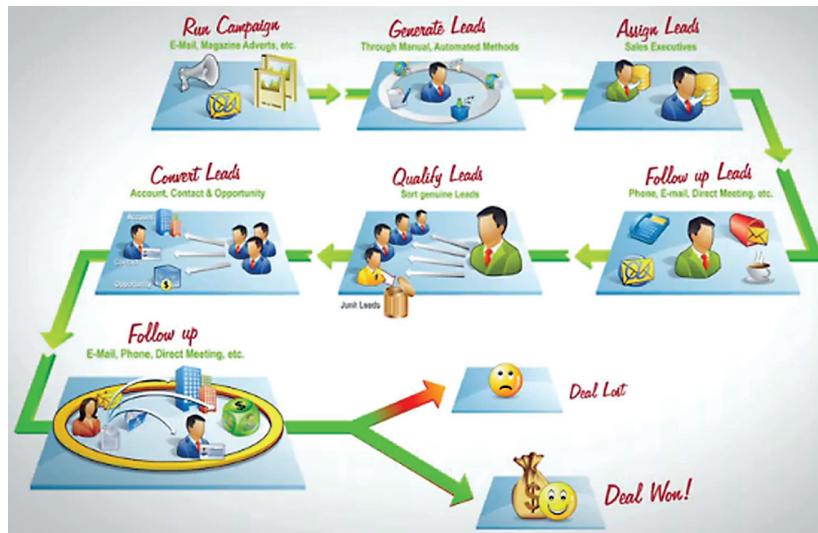


Abbildung 2: Beispiel eines in Vtiger abbildbaren CRM Prozesses [ZOHO09\_02]

Das Resultat eines solchen Prozesses aus CRM-Sicht zeigt Abbildung 3 – gut erkennbar ist die integrierte Sicht auf den Vertriebsprozess aus Kundensicht.

5 Das Bild des Prozessflusses stammt zwar aus Zoho-CRM – ist jedoch identisch in Vtiger abbildbar.

Account Information More Information

**Contacts**

Showing Records 1 - 2 of 2

Last Name	First Name	Title	Account Name	Email	Office Phone	Assigned To	Action
Kettner	Norbert		Hochschule Fulda		0661 - 9640 323	Marketing Group	<a href="#">edit</a>   <a href="#">del</a>
Seiterer All			Hochschule Fulda		0661 - 9640 300/302	admin	<a href="#">edit</a>   <a href="#">del</a>

**Potentials**

Kontaktdaten des Kunden (= Account-Name)

**Quotes**

Showing Records 1 - 2 of 2

Quote No	Subject	Quote Stage	Potential Name	Account Name	Total	Assigned To	Action
QUO8	Demo Quote	Accepted		Hochschule Fulda	€41 650	admin	<a href="#">edit</a>   <a href="#">del</a>
QUO9	Second Quote	Created		Hochschule Fulda	€416 500	admin	<a href="#">edit</a>   <a href="#">del</a>

**Sales Order**

Quotierung an Kunde (erstellte & umgesetzte)

**Invoice**

Kundenauftrag (umgesetzt aus Quotierung)

**Activities**

Rechnungen an Kunde

**Email**

Offene Aktivitäten für Kunde

**Activity History**

Beendete Aktivitäten für Kunde

Abbildung 3: Integrierte Sicht auf Vertriebsprozess in Vtiger-Kundendaten

### 3 Integration von SAP-CRM mit SAP-ECC

Eine Standardintegration zwischen SAP-CRM in eine Applikationslandschaft bestehend aus APO, BW sowie ECC wird in Abbildung 4 dargestellt (hier ein Beispiel der CBS – [CBS02]) – ein Vorteil ist hier sicherlich die Integration von Funktion wie Pricing, ATP/GATP sowie Resultaten des analytischen CRM direkt in den CRM-Prozess. Neben diesem Szenario bestehen weitere Szenarien – es sei hier auf die Details in [SAPHELP\_01] sowie [SAPHELP\_02] verwiesen.

In diesem Szenario wird der Kundenauftrag direkt im CRM-System angelegt und in das ERP-System repliziert.

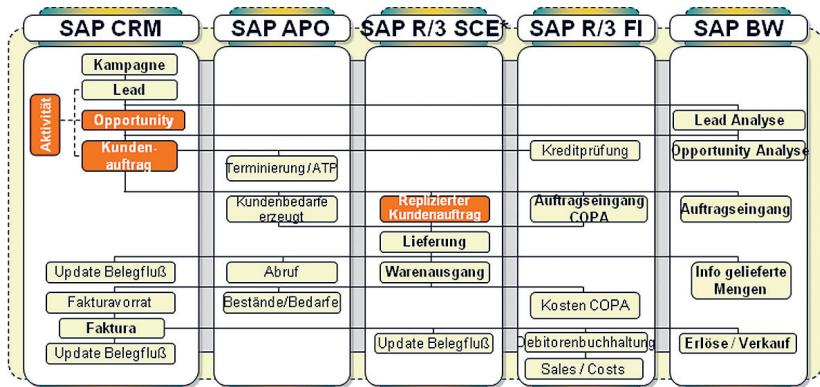


Abbildung 4: Standard-Integration (Szenario der CBS, basierend auf SAP-Standard-szenario).

Wir werden sehen, dass eine Integration von Vtiger mit SAP-ERP keine solche Flexibilität besitzen kann – den Vorteilen der Flexibilität stehen jedoch Kosten für eine zusätzliche Systemlandschaft gegenüber; für Hochschulen betragen die zusätzlichen Lizenzkosten für ein SAP-CRM-System beispielsweise 4500 Euro/Jahr, falls über das UCC betrieben ([UCC11]).

#### 4 Integration von Vtiger-CRM mit SAP-ECC

Basierend auf dem SAP-Integrationsszenario sowie den verfügbaren Funktionalitäten von Vtiger und SAP-ERP lassen sich folgende Randbedingungen für das Design formulieren:

- Die typischen marketingspezifischen CRM-Funktionalitäten sollen in Vtiger durchgeführt werden (Kampagnenmanagement, Leaderzeugung, Aktivitätenmanagement, ...), CRM-Funktionen der Vertriebsautomatisierung sollen mit ERP integriert werden. Es soll weiter eine 360-Grad-Sicht auf den Kunden gewährleistet sein. Dies betrifft die Funktionen zur Angebots- und Kundenauftragserstellung, sowie Rechnungsstellung und Bestandsführung.
- ERP-Funktionen, die eine Kundenkommunikation sowie eine Integration mit ERP sowie SCM-Funktionen benötigen (Preisfindung, ATP, GATP, Produktionsprogramm, Bestandsführung, Kredit/Risikomanagement, optional Produktkonfiguration, ...) werden in ERP durchgeführt und per Interface mit Vtiger integriert<sup>6</sup>.

6 Produktkonfiguration im Falle konfigurierter Produkte.

- Optional können auch die folgenden Stammdatenprozesse integriert werden: Kunden- sowie Kontaktpflege in SAP (aus den CRM-Leads, Kunden sowie Kontakten), Materialstamm in VTiger.

Ein typischer integrierter Prozess besitzt dann die folgende Form (Abbildung 5):

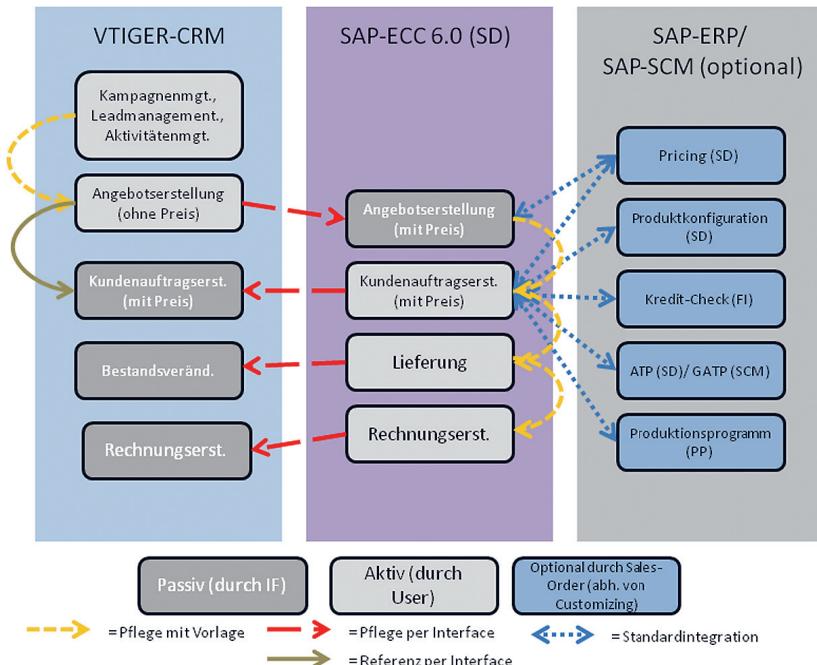


Abbildung 5: integrierter Prozess SAP <-> Vtiger

Das wesentliche Merkmal dieses Prozesses besteht darin, dass die wesentlichen CRM-Funktionen weiterhin in Vtiger durchgeführt werden können, die Auftragsabwicklung mit all ihren Verbindungen zu anderen ERP-Funktionen (Pricing, Kredit, Check, ATP, ) findet jedoch in ERP statt, da diese Funktionen nicht in ausreichenden Maße in Vtiger abbildbar sind. Um eine „360-Grad Sicht“ auf den Kunden zu gewährleisten wird die in ERP anfallende Information jedoch wieder nach Vtiger gespiegelt.

Wie in Abbildung 5 zu erkennen ist, findet die Integration von Vtiger nach ERP im Zuge der Angebotserstellung statt: Als Resultat eines CRM-Prozesses in Vtiger wird dort ein Angebot erstellt, welches jedoch nicht korrekt gepreist wird. Der Grund hierfür ist in der einfachen Pricingfunktion von Vtiger zu sehen – im Gegensatz zu SAP-ERP/CRM sind keine komplexen Pricingfunktio-

nen möglich; das SAP-Pricing kann dagegen sehr komplex gestalten werden: Kalkulation durch Verwendung verschiedener Preise, die in verschiedenen Zugriffssequenzen ermittelt werden, bis hin zu verschiedenen Kalkulations-schemata oder einer Erweiterung des Pricings über kundenspezifische Pro-grammerweiterungen (etwa User-Exits).

Da SAP bezüglich des Pricings das führende System darstellt, kann das An-gebot nicht aus Vtiger ausgegeben werden – somit wird auch die Ausgabe des Angebots an den Kunden über SAP gesteuert; hier kann dann die „Nach-richtenfindung“ von SAP verwendet werden.

Auf Basis des Angebots wird im Folgeschritt in SAP der Kundenauftrag erstellt. Im Rahmen der Kundenauftragserstellung können weitere stark mit SAP-SD verflochtene Funktionen durchgeführt werden – etwa eine Verfügbarkeitsprü-fung (ATP, GATP) in ERP oder in SCM sowie eine Kreditprüfung (in ERP-FI) sowie eine Aktualisierung des Produktionsprogramms/eine Bedarfsübergabe nach ERP-PP.

Sollte der Prozess ohne eine Angebotserstellung ablaufen, wäre die Ange-botserstellung lediglich ein Hilfskonstrukt der Integration. In diesem Fall könnte im Kundenauftrag auch ein weiteres Pricing stattfinden.

### ***Integration auf Feldebene***

Innerhalb eines solchen Integrationsdesign besteht ein starker Fokus auf der Abbildung der Schlüssel der jeweiligen Objekte, denn diese definieren die systemübergreifenden Referenzen zwischen den Objekten.

Die vorliegenden Systeme definieren die Schlüssel wie folgt:

**Vtiger:** Es wird ein interner Schlüssel erzeugt, ein kundenspezifischer Text ist zudem auch obligatorisch

**SAP:** Je nach Customizing des Business-Objekts sind interne und externe Schlüssel denkbar.

Ein Konzept der Integration zeigt Abbildung 6: Die interne ID der Vtiger-Quo-tierung wird auf eine externe Nummer von SAP-SD abgebildet. In SAP-SD wird die Anlage der Sales-Order per Referenz zur Quotierung durchgeführt – dies behält die Referenz zur Quotierung bei. Die Sales-Order in Vtiger kann dann als Titel die SAP-ID erhalten; sie erhält eine eigene interne ID, der Link zur Vtiger-Quotierung ist über die in SAP verlinkte interne Vtiger Quotierung mögliche; äquivalent wird die Rechnung verlinkt – hier wird ein Link zur Sales-Order benötigt.

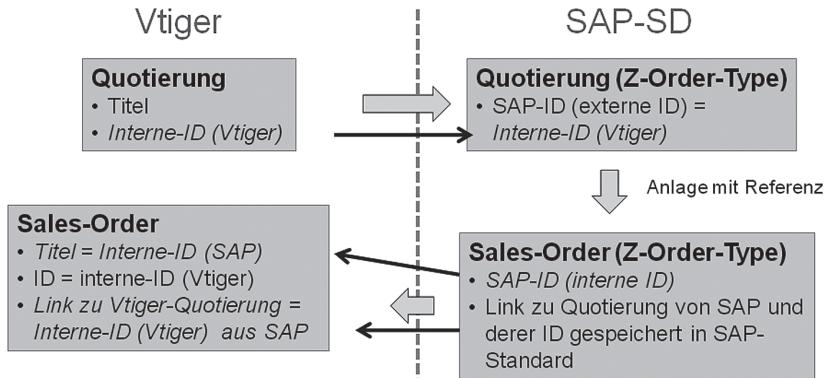


Abbildung 6: Abbildung von Quotierung und Sales-Order auf Feldebene

Neben dem beschriebenen Relation ist auch eine Verwendung einer internen ID bei Anlage der SAP-Quotierung leicht machbar, denn das BAPI zu Anlage der Quotierung liefert die externe Nummer zurück. Diese könnte dann – zusammen mit der Internen-ID aus Vtiger in einer Umsetzungs-Tabelle gespeichert werden.

## 5 SAP-Business-Connector

SAP Business Connector (im folgenden SAP-BC) macht als Middleware die SAP-spezifischen Technologien (RFC, IDOC, BAPI) in gekapselter Form via Standardtechnologien (XML, HTTP, Webservices, DB-Zugriffe, FTP, u.a.) verfügbar (siehe hierzu und dem Rest dieses Abschnitts auch insbesondere [SY08]). Es wird mit Hilfe einer sog. grafischen „Flow-Sprache“ eine Entwicklungsumgebung für Services aus Basiservices zur Verfügung gestellt; es existiert eine Bibliothek von Basiservices, welche häufig benötigte Middleware-Services enthält – eigene Services können zudem in Java und C/C++ erstellt und eingebunden werden. Eine Instanz des SAP-BC wird nicht innerhalb der SAP-Server-Landschaft, sondern auf einem zusätzlichen Server betrieben – etwa auf einem Windows oder Linux basierendem System. SAP-BC basiert in weiten Teilen auf „Webmethods“.

SAP-BC steht in gewisser Konkurrenz zu SAP Netweaver PI und einige Funktionen des Business-Connectors können bereits als obsolet angesehen werden – etwa die Integration externen einer Applikation via Web-Services. Es existieren jedoch Szenarien, die sich einfacher über den Business-Connector realisieren lassen – etwa die Integration mit nicht SAP-Server basierender Software direkt auf dem Server dieser Software. SAP-BC kann als „leichtge-

wichtiges“ EAI-Tool betrachtet werden, denn komplexe Funktionalitäten wie eine Workflow-Unterstützung oder gar eine Engine zu Prozessmodellen (etwa BPEL) werden nicht unterstützt.

Die aktuelle Version SAP-BC 4.8 wird bis Ende 2017 unterstützt ([SAP1094412]) und ist für Kunden (auch Hochschulen!) kostenlos erhältlich, während andere Integrationsprodukte kostenpflichtig sind<sup>7</sup>.

Abbildung 7 zeigt die möglichen Verbindungen des BC zu Umsystemen – wie zu erkennen ist, kann Inbound neben der (typischen) RFC-Anbindung eines SAP-Servers auch eine Anbindung an FTP sowie Mail-Systemen sowie Web-Services stattfinden. Outbound kann neben einem SAP-System ein FTP oder JDBC-System und Web-Services – ein Stand-Alone Betrieb ohne angeschlossenes SAP-System ist jedoch nicht möglich, da die intern erzeugten Services sich immer Inbound und Outbound auf ein SAP-System beziehen [Sy08].

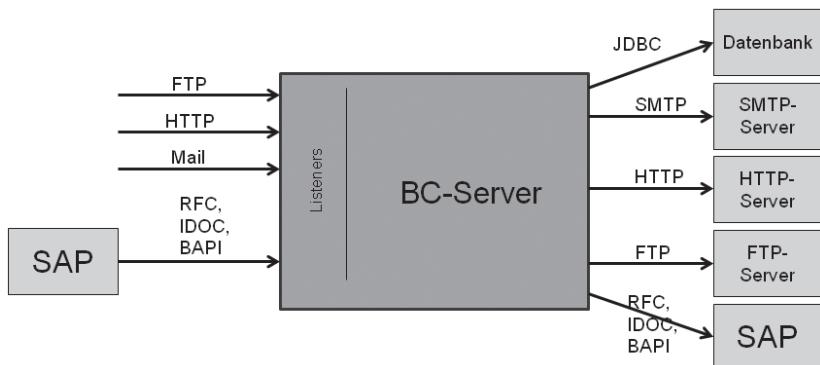


Abbildung 7: Connectivity des Business-Connectors [Sy08]

Abbildung 8 zeigt eine grobe Skizze von SAP-BC unter dem Gesichtspunkt einer Integration mit einem SAP-Server – interessant für die bestehende Arbeit ist der hervorgehobene Bereich: es werden hierfür in SAP RFC-Funktionen erstellt, die auf Services des SAP-BC gemappt werden.

### Basiservices innerhalb SAP-BC

SAP-BC bietet eine Reihe eingebauter Services, die lokal auf dem BC-Server zur Verfügung gestellt werden. Die Services werden in [SAP09\_03] abhängig vom Aufgabenfeld u. a. in die folgenden Klassen eingeteilt – einige für die Aufgabe interessante Klassen sind:

7 Für Hochschulen über HCC/UCC aktuell ab 3500 Euro/Jahr [UCC11]

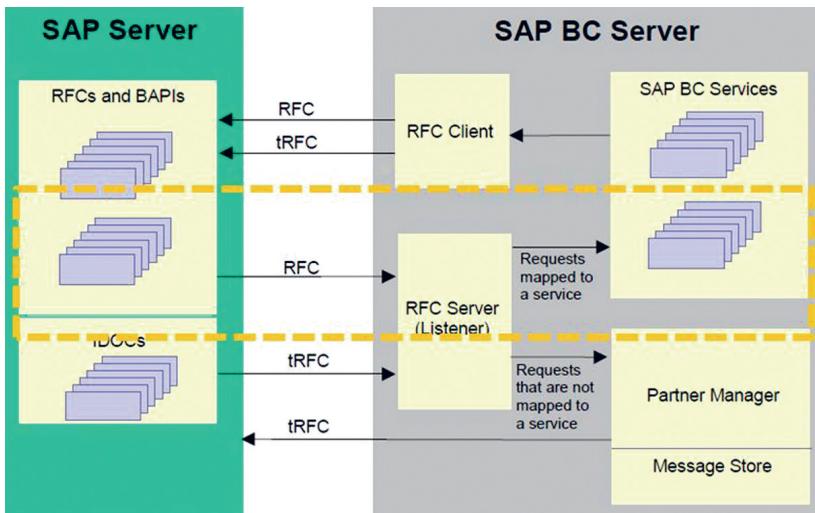


Abbildung 8: Connectivity des Business-Connectors [Sy08]

- Client-Services – Definition und absenden von Requests zu HTTP, FTP und SMTP Servern,
- DB-Services – Zugriff zu JDBC-fähigen Datenbanken,
- Events – Eingebaute Eventhandler,
- File – Services auf Files,
- List – Services zur Verwaltung von Listen

Besonders relevant für den beabsichtigten Einsatz sind in der aktuellen Arbeit die DB-Services – hier kann ein Zugriff auf eine lokale Datenbank des Servers erfolgen. Beispiele von DB-Services sind:

- Call – Aufruf einer gespeicherten Prozedur auf einer DB
- Commit – Commit einer Änderung auf einer DB
- Query/Insert/Delete – Abfrage von Inhalten, Einfügen von Inhalten, Löschen von Inhalten einer DB gemäß Wertliste
- Exec SQL – direktes Absetzen eines SQL-Statements auf der DB

### **Flow-Services in SAP-DB**

Auf Basis der eingebauten Services müssen mit Hilfe der „Flow-Sprache“ eigene Services aufgebaut werden (siehe hierzu auch [SAP09\_02]).

Ein Flow-Service ist dabei ein Service, der in der „Webmethods-Flow-Sprache“ erstellt wird und die einzelnen (Basis-)Services kapselt. Die Flow-Sprache stellt zudem sogenannte „Flow-Steps“ bereit, mit denen der Ablauf des Flow-Service gesteuert werden kann. „Flow-Steps“ rufen einzelne Services

auf und kontrollieren den Ablauf des Flow-Service (etwa durch ein „Branch“, „Loop“ etc.). Der in Abbildung 9 gezeigte Flow-Service enthält die „Flow-Steps“, „Loop“ und „Invoke“.

#### Simple LOOP Step

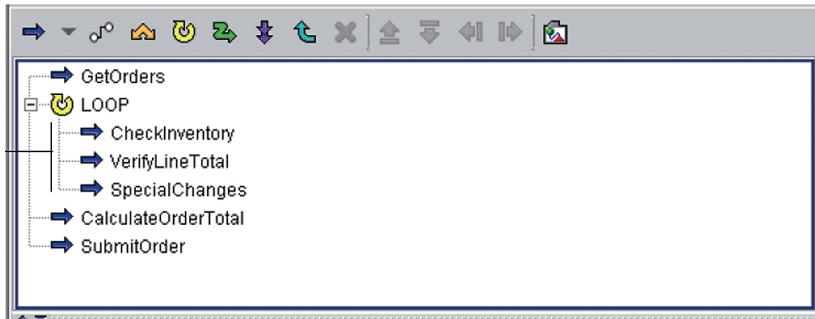


Abbildung 9: Beispiel eines Flow-Steps innerhalb eines Flow-Service (aus [SAP09\_02])

Besonders hervorzuheben ist der „MAP-Step“, der innerhalb eines Flow-Services erlaubt, Variablenwerte aufeinander abzubilden:

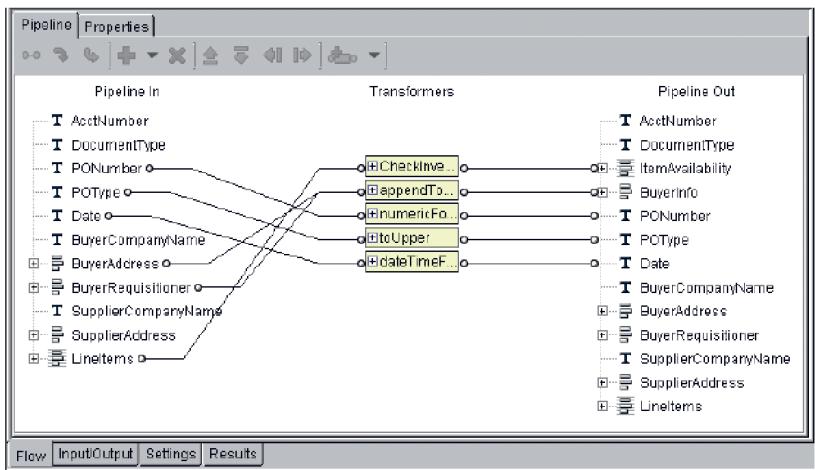


Abbildung 10: Beispiel eines „Map“-Steps

#### Abbildung von Flow-Services auf SAP-Funktionen

Zur Realisierung der Abbildung ist in SAP eine RFC-Verbindung zu definieren, die dann über den Applikationsnamen mit dem „Listener“ des BC zu verbinden.

den ist – dies geschieht über eine auf SAP-Serverseite einzurichtende TCP/IP-Verbindung, die mit einer im „Listener“ eingestellten Applikation verbunden wird, welche wiederum auf einen Service gemappt wird. Ein RFC mit dieser TCP/IP-Verbindung als Destination verwendet eine auf SAP-Seite zu definierende RFC-Funktion, die aber keines Codings bedarf, lediglich die Parameter der Funktion sind zu definieren – die Funktion wird nicht in SAP-ausgeführt, sondern es werden statt dessen zugeordnete Services im BC ausgeführt; die Parameter der Funktion werden dabei auf die Service-Parameter abgebildet. Abbildung 11 zeigt die Definition der RFC-Destination, sowie die korrespondierende Definition des „Listeners“ des BC.

The screenshot shows the SAP Business Connector (BC) configuration interface. It consists of two main parts: a left navigation pane and a right configuration area.

**Left Navigation Pane:**

- Close Window
- About
- Help
- SAP
- SAP Servers
- Lookup
- DDIC-Cache
- Settings
- Routing
- Monitoring

**Right Configuration Area:**

**Technische Einstellungen (Technical Settings) Tab:**

- Aktivierungsart (Activation Type):**
  - Anstarten auf Applikationsserver
  - Registriertes Serverprogramm
  - Anstarten auf explizitem Host
  - Anstarten auf Front End-Workstation
- Registriertes Server-Programm (Registered Server Program):**

Programm ID	BCDEST01
-------------	----------

**Anstartensart des externen Programms (External Program Start Type):**

- Gateway Standardwert
- Remote Exec
- Remote Shell

**SAP Business Connector :: SAP Tab:**

The tab displays the SAP Servers > SAP Listeners for SAP\_BULL\_901\_01. The table shows one listener entry:

Program ID	Gateway Host	Gateway Service	Threads	Started?	Status	Delete
BCDEST01	131.159.8.44	sspgw79	0/0	0/2	●	✗

A red box highlights the "Program ID" column for the listener entry.

Abbildung 11: Definition der TCP/IP Verbindung in SAP-ECC 6.0 sowie des SAP-Listeners in SAP-BC

Funktionen, die Flow-Services zugeordnet werden, sind als RFC-fähige Funktionen zu definieren. Die Parameter des Flow-Service werden dabei auf die Parameter des Funktionsbausteins abgebildet, die wiederum per Referenz übergeben werden. Die Zuordnung der Funktionsbausteine auf die Flow-

Services erfolgt im SAP-BC – im Falle eines Triggers aus SAP erfolgt ein „Inbound-Mapping“ (SAP -> SAP-BC), da der Service des SAP-BC auf einen eingehenden RFC von SAP abgebildet wird.

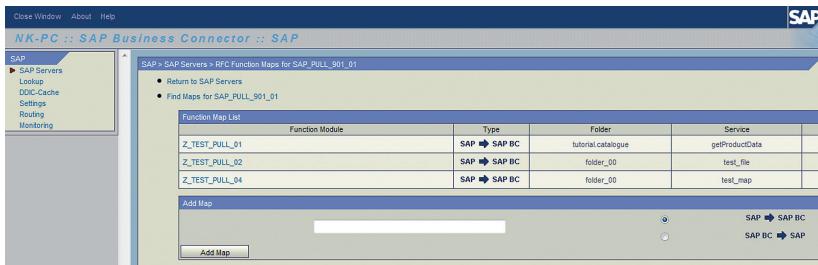


Abbildung 12: Zuordnung von SAP-RFCs auf Flow-Services

Eine solches Zuordnung wird dem „Listener“ des BCs zugewiesen, der wiederum auf die registrierte Programm-ID referenziert.

### Technische Integration in XAMPP-Umgebung

In einem ersten Prototypen wird Vtiger innerhalb einer XAMPP-Umgebung installiert – durch diesen Schritt werden die Tabellen mit Hilfe eines JDBC Connectors zugreifbar [FAR\_11] – Daten können nun durch ein regelmäßigen Pullen mit Hilfe eines Service des WM-DB Package gelesen und in eine Puffertabelle geschrieben werden (siehe Abbildung 13).

Sales-Orders eines bestimmten Order-Types werden regelmäßig durch eine Query gelesen und können dann durch einen Push-Service, der wiederum SQL-Services des WM-DB-Packages benutzt in Vtiger fortgeschrieben werden.

Die nächste Verbesserung dieses Prozesses besteht in einer Verwendung der APIs von Vtiger (zu den APIs siehe [VTIG09\_02]), die dann allerdings nicht einfach aus dem Business-Connector angesprochen werden können, da dieser lediglich Java, C/C++, und VB unterstützt [SY08]; somit bietet es sich an, die Daten zuerst in eine Puffertabelle zu schreiben und dann ein PHP-Programm aufzurufen<sup>8</sup>, welches die APIs von Vtiger aufruft.

---

<sup>8</sup> Im einfachsten Fall periodisch – nach einer Möglichkeit eines direkten Triggers aus dem BC wird noch gesucht.

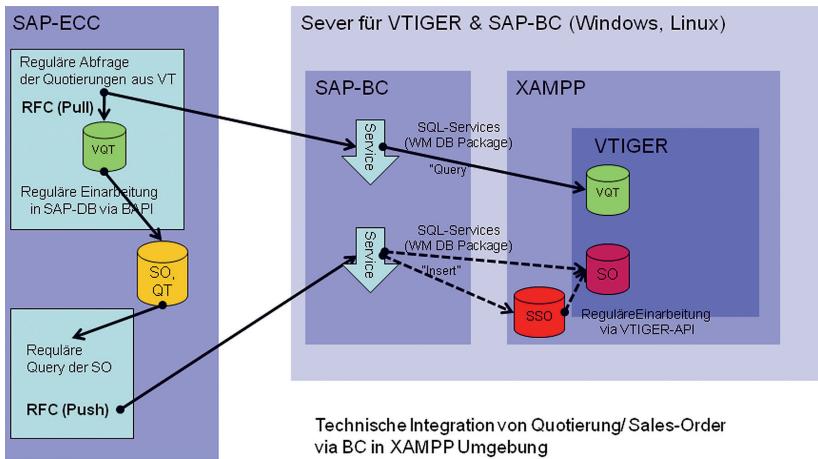


Abbildung 13: Integration in XAMPP-Umgebung

## 6 Zusammenfassung und Ausblick

Es wurde ein Konzept einer Integration von Vtiger mit SAP untersucht. Ein erster Prototyp wurde bereits im Rahmen einer Masterthese ([FAR\_11]) implementiert.

Es ist geplant, dieses Konzept zu verfeinern und auf andere CRM-Systeme auszudienen – ein System, bei dem die Grundidee direkt wiederverwendet werden könnte ist Zoho-CRM [ZOHO09]. Bei Zoho-CRM handelt es sich um ein SAAS-System, welches per WEB-Services angebunden werden kann. In diesem Fall wäre somit auch die Verwendung des BC nicht notwendig – WEB-Services können in ECC 6.0 auch direkt als Client/Server angesprochen werden (siehe hierzu etwa [KEL\_06] Kapitel 12.4).

## Literaturverzeichnis

- [CBS02] *Corporate Business Solutions: Vertriebssteuerung mit mySAP CRM*, 2002, SAP-Marketplace
- [FAR\_11] *Umer Farooq: Design and Implementation of CRM Processes using Open-Source CRM and SAP-ECC*, Master-Thesis, HS-Fulda, 2011
- [KEL\_06] *Keller, Krüger: ABAP Objects: ABAP-Programmierung mit SAP NetWeaver*, SAP PRESS 2006

- [SAP09\_01] SAP AG: SAP Business Connector SAP Adapter Guide, SAP AG 2009
- [SAP09\_02] SAP AG: SAP Business Connector Developer Guide, SAP AG 2009
- [SAP09\_03] SAP AG: SAP Business Connector Built-In Services Guide, SAP AG 2009
- [SAP1094412] SAP AG: SAP Note 1094412, Version 20, SAP-Marketplace, 2011
- [SAP02\_01] SAP AG: SAP BC in Environments with mySAP.com, SAP AG 2002
- [SAPHELP\_01] SAP AG: CRM Business-Szenarien in SAP-Help:[http://help.sap.com/saphelp\\_crmcen70/helpdata/en/4a/9eb12521864ff0a82cdc2a373d5d89/frameset.htm](http://help.sap.com/saphelp_crmcen70/helpdata/en/4a/9eb12521864ff0a82cdc2a373d5d89/frameset.htm)
- [SAPHELP\_02] SAP AG: Datenaustausch für (CRM) Geschäftsvorgänge in SAP-Help : [http://help.sap.com/saphelp\\_crm70/helpdata/DE/b5/6570b87927e645af1827971e506747/frameset.htm](http://help.sap.com/saphelp_crm70/helpdata/DE/b5/6570b87927e645af1827971e506747/frameset.htm)
- [SY08] Christian Sy: SAP Business Connector 4.8 – Administration und Entwicklung, Sappress 2008
- [SCJU08] Rainer Schnauffer, Hans Herrmann Jung: CRM – Entscheidungen richtig treffen. Die unternehmensindividuelle Ausgestaltung der Anbieter-Kunden-Beziehung, Springer 2006
- [UCC11] UCC: UCC Produktliste, Stand März 2011
- [VTIG09] Vtiger Corp.: Vtiger Webseiten: [www.vtiger.com](http://www.vtiger.com) / [www.vtiger.de](http://www.vtiger.de)
- [VTIG09\_02] Vtiger Corp.: Vtiger API Dokumentation: <http://api.vtiger.com/index.php>
- [ZOHO09] ZOHO Corp.: ZOHO-CRM Webseiten: [www.zoho.com/crm](http://www.zoho.com/crm)
- [ZOHO09\_02] ZOHO Corp.: Videos des Users „zohovideos“ unter [www.youtube.com](http://www.youtube.com) (Informationsvideos der ZOHO Corp.)

**Kontakt: Prof. Dr. Norbert Ketterer**

Hochschule Fulda, Fachbereich Angewandte Informatik,  
Marquardstraße 35, 36039 Fulda,  
Tel. 0661 9640-323, norbert.ketterer@informatik.hs-fulda.de

# **Produktionsplanung in ERP-Systemen und wirkliche Verwendung**

*Burkhard Erdlenbruch*

## **Einführung**

Systeme für das Enterprise Resource Planning (ERP) realisieren im Kern das MRPII-Konzept, das für Manufacturing Resource Planning steht. Ein Teil davon war wiederum der Kern, um den herum die heutigen Konzepte und Systeme entstanden sind, neben anderen Kernen wie FiBu usw. Mittlerweile stellen die Systeme eine umfangreiche Funktionalität zur Verfügung, doch wie wird sie verwendet?

Dieser Beitrag beschäftigt sich nicht mit der weiteren Verbesserung unserer Konzepte, Methoden und Systeme für die Planung und Steuerung der Produktion im Unternehmen. Statt dessen lenkt er den Blick auf die Verwendung des Vorhandenen, seine Wirkung und Bedeutung.

Die überwiegende Mehrheit der Produktionsunternehmen ist mittelständisch und fachlich kompetent. Diese Betriebe brauchen ein „schlankes“ ERP-System, um ihre Produktion effizient zu betreiben. Sie brauchen kein umfangreiches oder optimierendes System, obwohl sie das manchmal glauben. Und selbst wenn sie es besitzen, setzen sie es oft nicht sachgerecht ein.

## **Beispiel**

Angenommen sei ein typischer Fall, abgeleitet aus einem wirklichen. Der mittelständische Betrieb stellt Investitionsgüter her, Vorrichtungen zum Beispiel für die Produktion bei Automobilherstellern. Das Produkt ist nicht sonderlich komplex, aber hochwertig. Das Unternehmen ist Marktführer, vielleicht sogar Weltmarktführer. Die großen Kunden sind großzügig bei Preis und Lieferzeit, aber sie wollen unbedingt termingerecht beliefert werden. Gerade das wird nicht erreicht, trotz bester Voraussetzungen.

Offensichtlich braucht der Betrieb ein besseres Planungs- und Steuerungssystem, nimmt man an. Das vorhandene ERP-System ist ein „durchschnittliches“ System für Mittelständler, durchaus bewährt bei etlichen Anwendern, aber es bietet eben nur die gängigen Planungsverfahren. Das Problem der Lieferterminüberschreitung sollte mit besseren Verfahren zu lösen sein. Niemand im Betrieb stellt in Frage, wie man mit dem System umgeht und wie man überhaupt seine Produktion plant und steuert.

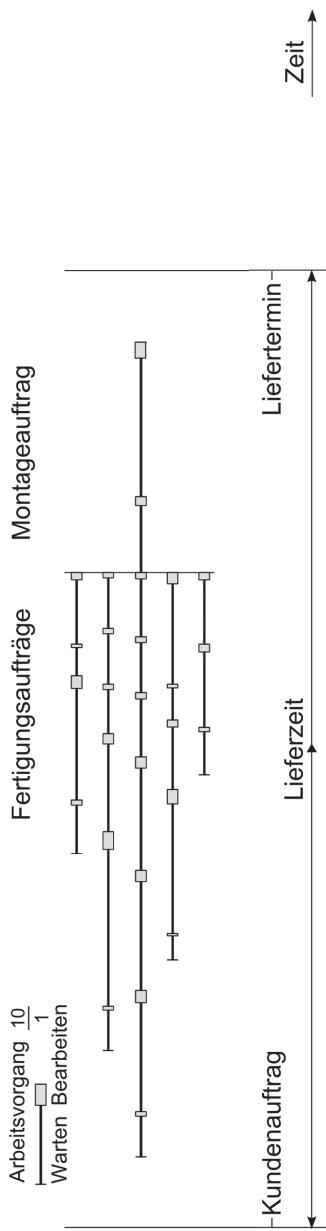


Abbildung 1: Plandurchlaufzeiten der Fertigungs- und Montageaufträge im Vergleich zur Lieferzeit

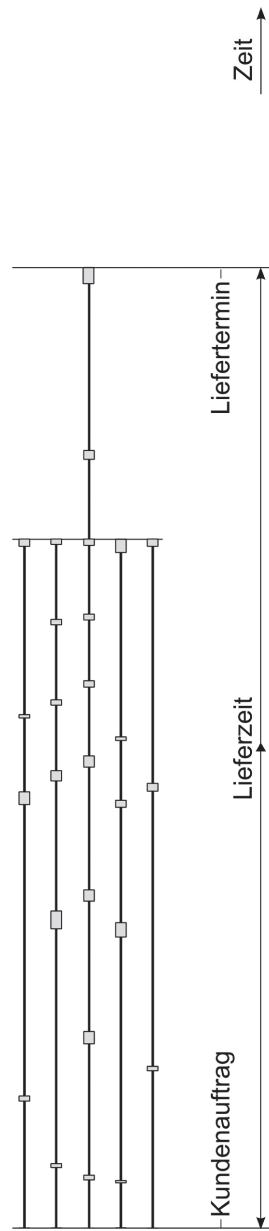


Abbildung 2: Verteilung der internen Aufträge über die Lieferzeit durch sofortige Erteilung

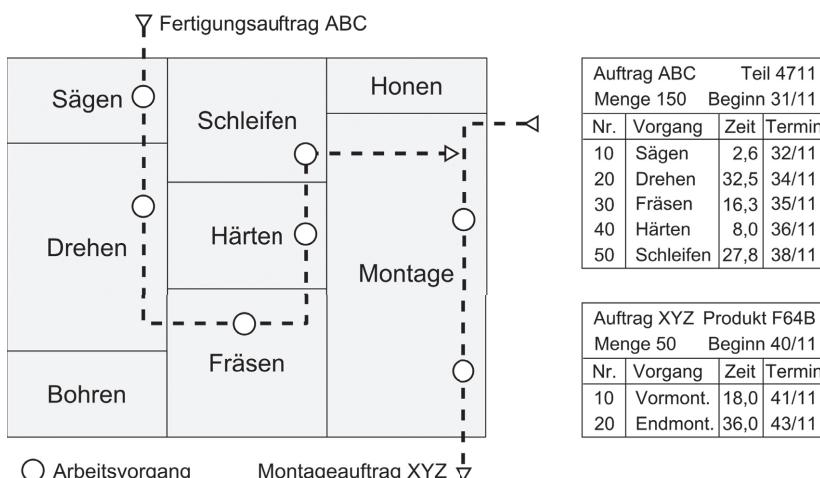
## **Produktionsplanung**

In diesem Fall ist die Planung prinzipiell einfach, weil nach Kundenauftrag gefertigt wird und die Produktstruktur klein ist. Ein großer Kunde bestellt eine Anzahl gleicher Produkte mit einem weit in der Zukunft liegenden Liefertermin. Der Kundenauftrag wird im ERP-System erfasst und führt zu einem Montageauftrag sowie 5 Fertigungsaufträgen, welche der Montage die Komponenten des Produktes zuliefern. Nachdem die Arbeitspläne dem Kundenauftrag angepaßt sind, werden diese 6 internen Aufträge im ERP-System generiert, terminiert und schließlich der Fertigung erteilt (siehe Abbildung 1).

Man weiß aus Erfahrung, daß der Durchlauf der Aufträge durch die Fertigung sehr lange dauert. Deshalb handelt man lange Lieferzeiten aus, stellt lange Plandurchlaufzeiten im ERP-System ein und gibt sicherheitshalber die Fertigungsaufträge gleich in die Fertigung, sobald sie generiert (disponiert) sind (siehe Abbildung 2).

## **Produktionssteuerung**

Nun hat die Fertigung alle Möglichkeiten, die Aufträge rechtzeitig zu bearbeiten. Der Betrieb ist übersichtlich, die Mitarbeiter sind technisch kompetent, die Fertigungsabläufe im Prinzip einfach. Man überläßt es also dem Betrieb, den Ablauf der Fertigung insgesamt zu regeln. Das ist ein übliches und sinnvolles Vorgehen, weil es oft nicht lohnen würde, die komplexe Realität mit allen Möglichkeiten im ERP-System abzubilden, nur damit dieses im relativ seltenen Bedarfsfall planen und entscheiden könnte. Die Mitarbeiter haben in jeder Situation den Überblick und können kompetent und angepaßt entscheiden, was zu tun ist.



*Abbildung 3: Schematisches Beispiel einer Werkstattfertigung mit Fertigungs- und Montageauftrag*

Der typische Produktionsbetrieb ist nach dem sogenannten Werkstattprinzip angeordnet und organisiert. Einzelne Werkstätten bieten praktisch bestimmte Fertigungsverfahren als Dienstleistung an. Universalmaschinen und Facharbeiter können so gut wie beliebige Teile mit ihrem Verfahren bearbeiten. Fertige Teile entstehen nur, wenn man mehrere Bearbeitungen an verschiedenen Arbeitsplätzen vornimmt. Diese – im Durchschnitt 5 – Arbeitsvorgänge werden im Arbeitsplan des Fertigungsauftrages aufgelistet, was als Teilauftrag an die jeweilige Werkstatt dient. Eine zweckmäßige Organisation sorgt dafür, daß die Fertigungsaufträge nach jedem Arbeitsvorgang zum Arbeitsplatz des nächsten transportiert werden, bis schließlich der Auftrag abgeschlossen ist und das fertige Los von Teilen an die Montage abgeliefert wird.

### **Produktionsablauf**

Eine Werkstattfertigung kann mit relativ wenigen Arbeitsplätzen sehr viele verschiedene Teile herstellen. Das braucht gerade der Mittelstand, weil er nur geringe Stückzahlen komplexer Produkte oder, wie hier, für den Kunden angepaßter Produkte in großer Vielfalt herstellt. Die Belastung der Arbeitsplätze schwankt zeitlich sehr, und nur die langfristigen Schwankungen kann man durch Variation der Lieferzeiten manchmal verhindern. Mittelständische Auftragsfertiger sind oft nicht in der Lage, ihren Auftragseingang zu regulieren.

Kurzfristige Schwankungen werden ausgeglichen, indem man an allen Arbeitsplätzen für einen Arbeitsvorrat sorgt. Auch wenn eine Weile keine neuen Fertigungsaufträge ankommen, sollen diese Warteschlangen von Aufträgen die ständige Beschäftigung (Auslastung) der kostenintensiven Arbeitsplätze sicherstellen.

Mittelfristige Schwankungen der Belastung müssen eigentlich durch Anpassen der Kapazität der Arbeitsplätze abgefangen werden. Dafür kann man sich im ERP-System einen groben Überblick verschaffen, was in näherer Zukunft auf die Fertigung zukommt. Das erfordert aber eine zentrale Instanz und viel Aufwand, um ständig die Situation ausreichend im ERP-System abzubilden. Viele mittelständische Betriebe treiben diesen Aufwand nicht und überlassen es „dezentral“ den Mitarbeitern in der Fertigung, auf zu viel Arbeitsvorrat – wenn er denn auftritt – mit Kapazitätserhöhung zu reagieren.

Im Durchschnitt sind die Warteschlangen vor den Arbeitsplätzen daher sehr lang. Das bedeutet für einen Fertigungsauftrag, daß er vor jedem Arbeitsvorgang lange Zeit in der Warteschlange verbringt. Das dauert viel länger als die eigentliche Bearbeitung an der Maschine. Nach einer Faustregel ist im Schnitt die Durchlaufzeit zehnmal so lang wie die Bearbeitungszeit (Verhältnis 10:1). So ist es kein Wunder, daß die Durchlaufzeiten generell lang sind, in diesem Fall sogar sehr lang wegen des Ausgleichs auch mittelfristiger Belastungsschwankungen.

## Interpretation

So sinnvoll diese übliche Art von Organisation und Produktionssteuerung auch ist, sie erfolgt in den meisten Fällen unreflektiert. Man beobachtet zwar die Folgen wie lange Durchlaufzeiten und schlechte Termineinhaltung als Symptome, kommt aber nicht zu einer kausalen Diagnose.

## Verwirrung

Betrachtet man statistisch eine Häufigkeitsverteilung der Durchlaufzeiten von Fertigungsaufträgen, so ist diese natürlich unsymmetrisch. Die Mehrheit der Aufträge hat unterdurchschnittliche Durchlaufzeiten, während wenige Aufträge ungewöhnlich lange Durchlaufzeiten aufweisen. Die unsymmetrische Form der Verteilung ist unabhängig von ihrer Skalierung, so daß mit einem größeren Mittelwert immer eine größere Streuung verbunden ist.

Es handelt sich hierbei nicht nur um die unterschiedliche Größe und zeitliche Länge der einzelnen Aufträge. Ein großer Teil der Durchlaufzeitstreuung entsteht durch den stochastischen Warteschlangenprozeß. Er verleiht an sich gleichen Aufträgen (gleiches Teil, gleiche Menge) von Fall zu Fall ganz verschiedene Warte- und damit Durchlaufzeiten.

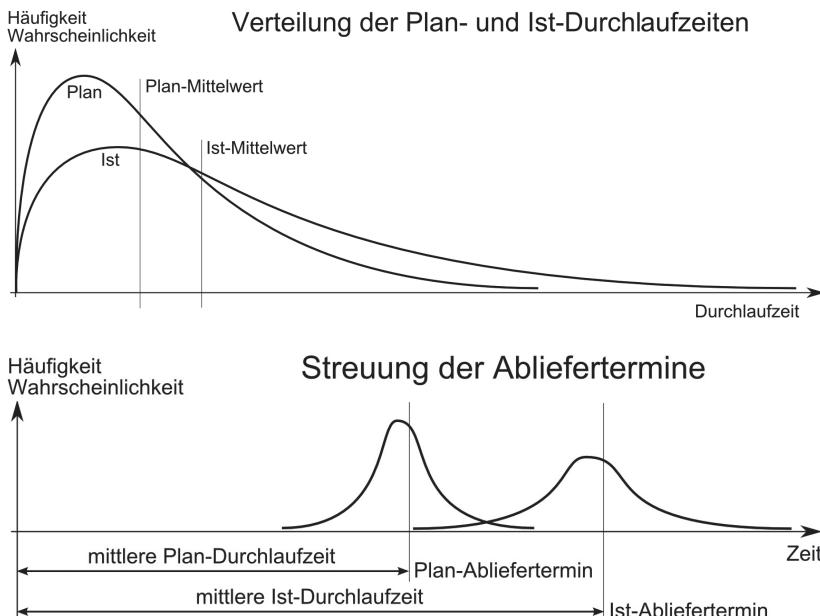


Abbildung 4: Häufigkeits- bzw. Wahrscheinlichkeitsverteilungen von Durchlaufzeit und Abliefertermin

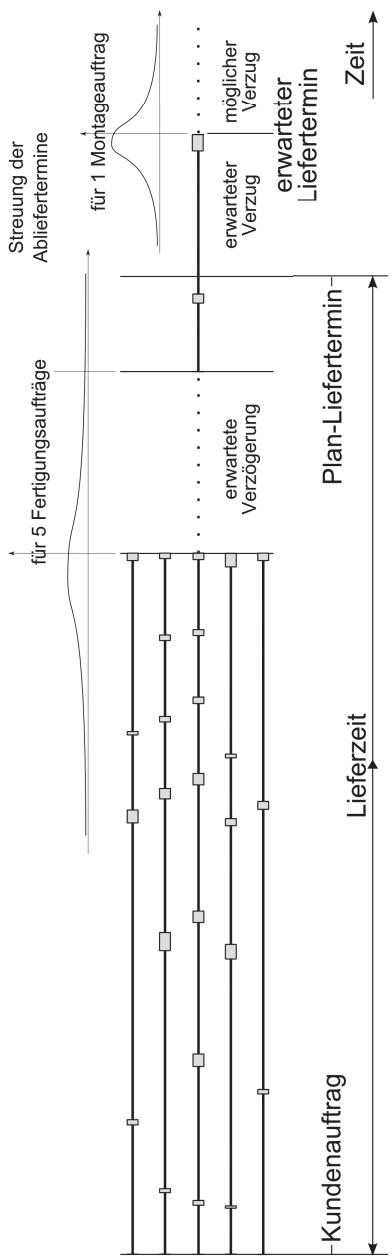


Abbildung 5: Lieferverzug durch unkontrollierte Fertigung und Montage

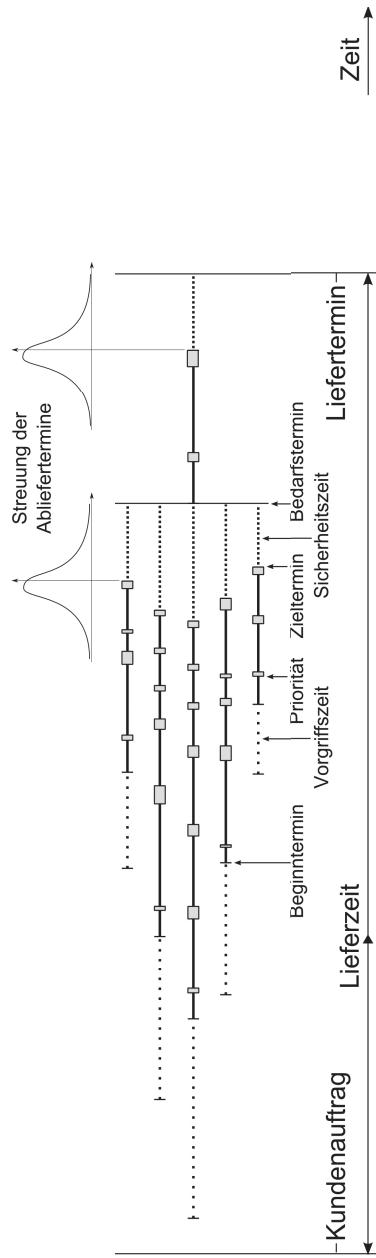


Abbildung 6: Empfehlenswerte Einplanung und Erteilung der internen Aufträge

Deshalb kann kein Auftrag genau zum geplanten Termin fertiggestellt werden. Vielmehr wird jeder Auftrag mehr oder weniger „zu früh“ oder „zu spät“ fertig. Die Streuung der wirklichen Abliefertermine ist der Durchlaufzeitstreuung ungefähr proportional. Wenn auch noch die Ist-Durchlaufzeiten im Schnitt länger sind als die Plan-Durchlaufzeiten, wird der Mittelwert der Ist-Termine später liegen als der Soll-Termin und die Ist-Streuung ist größer als geplant.

### ***Erklärung***

Genau das ist im Beispiel der Fall. Wenn gerade soviel Kundenaufträge hereingenommen werden, wie mit der Kapazität des Betriebes zu schaffen sind, kann man natürlich auch die Fertigungsaufträge gleich nach ihrer Generierung in den Betrieb geben. Dort entsteht eine „Füllung“ entsprechend den großzügigen *Lieferzeiten* und führt unweigerlich zu ebensolchen *Durchlaufzeiten*. Die Fertigungsaufträge werden nicht nur im Durchschnitt zu spät fertig, ihre Ablieferung streut auch terminlich stark (siehe Abbildung 5).

Nun muß man noch bedenken, daß 5 Fertigungsaufträge zusammentreffen müssen, damit der Montageauftrag alle Komponenten des Produktes beisammen hat. Gegenüber anderen Fällen sind 5 Aufträge sehr wenig, aber bei 50% Wahrscheinlichkeit von Terminüberschreitung für jeden Fertigungsauftrag hat der Montageauftrag trotzdem praktisch keine Chance, rechtzeitig zu beginnen. Wegen seiner Kürze kann er auch keinen Rückstand mehr aufholen und rechtzeitig abgeschlossen werden. So gesehen ist es eigentlich nur logisch, daß die überwiegende Anzahl der Kundenaufträge verspätet ausgeliefert wird.

Wir Menschen haben keinen Sinn und kein Gefühl für Stochastik. Deshalb lassen wir uns durch den Unterschied zwischen Einzelfall und Durchschnitt verwirren und neigen dazu, die Effekte der statistischen Streuung zu übersehen. Manche Praktiker durchschauen die Zusammenhänge intuitiv, aber für uns interessant ist ein bewußtes, logisches Vorgehen.

### ***Empfehlung***

Selbstverständlich sind im Beispiel immer lange Durchlaufzeiten und große Terminstreuung zu erwarten. Das folgt allein aus der zeitlich ungleichmäßigen Belastung der Fertigung und den zum Ausgleich nötigen langen Warteschlangen von Fertigungsaufträgen. Nehmen wir an, daß die ausgehandelten langen Lieferzeiten sogar nötig sind, um auch im Fall extremer Langläufe von Aufträgen sicher rechtzeitig liefern zu können. Gerade dann darf man nicht die Fertigungsaufträge mit ihren Arbeitsvorgängen über diese Lieferzeit verteilen, indem man sie gleich nach Eingang des Kundenauftrags in den Betrieb gibt (siehe Abbildung 6).

Vielmehr sollte jeder Fertigungsauftrag mit dem Erwartungswert der kürzestmöglichen Durchlaufzeit geplant werden. Entsprechend der dann zu erwartenden geringstmöglichen Terminstreuung sollte man vor Beginn des Montageauftrages eine Sicherheitszeit einplanen. Den sich so ergebenden Beginntermin der Aufträge sollte man grundsätzlich einhalten. Zu Beginn jedes Fertigungsauftrages sollte aber die Möglichkeit zu weiterem Vorziehen geschaffen werden, um Engpässen zuvorkommen zu können. Gibt man dem Betrieb Zwischentermine für die einzelnen Arbeitsvorgänge als Prioritäten, kann er die bei der Planung verwendeten Durchschnittswerte auch in der Realität erzielen und größtenteils die Montageaufträge rechtzeitig versorgen. Man kann davon ausgehen, daß er diese Hilfen dankbar annimmt und im eigenen Interesse bereitwillig kooperiert.

## **Systematisierung**

Es geht also zunächst um systematische Vorgehensweisen und vermittelbare Konzepte für deren praktische Umsetzung. Unsere ERP-Systeme bieten mehr als ausreichend Unterstützung dafür an und automatisieren den „mechanischen“ Teil der Routineplanung.

### **MRP I**

Interessanterweise wurde die angedeutete Vorgehensweise für die Auftragsplanung bereits in den 1960er und 1970er Jahren propagiert, und zwar in den USA vom Berufsverband APICS. In Deutschland gab es entsprechende oder sogar weiter fortgeschrittene Konzepte und auch DV-Systeme, aber keine breite Ausbildung von Fachleuten für Produktionsplanung und -steuerung. Genau das ist Aufgabe der APICS, und gerade deshalb entwickelte sie einfache Konzepte für die dringendsten Planungen und brachte sie in leicht vermittelbare Form.

Der griffige Name war Material Requirements Planning, abgekürzt MRP, was wir heute als Materialbedarfsplanung übersetzen. Natürlich gab und gibt es diesen Planungsvorgang auch bei uns, aber traditionell wird er oft als Disposition bezeichnet.

Gemeint ist zunächst das Ableiten von sekundären Komponentenbedarf aus vorgegebenen primären Endproduktbedarf. In unserem Beispiel ist das extrem einfach und das empfohlene Planungsverfahren nicht nötig. Im Konzept enthalten ist aber auch das Generieren und die Durchlaufterminierung der Fertigungsaufträge und die Verwendung der errechneten Arbeitsvorgangstermine als Prioritäten bei der Abfertigung der Aufträge in den Warteschlangen.

In den 1960er Jahren gab es Computerprogramme, welche nichts anderes konnten als dieses Verfahren durchzuführen. Programme für Buchführung, Lohnabrechnung und weitere eingegrenzte, rechenaufwendige Funktionen gab es eigenständig.

### **MRP II**

In den 1970er und 1980er Jahren waren die Industriebetriebe so weit, daß sie noch mehr und besser planen konnten. Man wollte zum Beispiel die Konkurrenz der Fertigungsaufträge um die Ressourcen beachten und dem Betrieb keine unmöglichen Aufträge erteilen. Die Planung des Produktionsprogramms (Primärbedarfe) wurde systematisiert, auch für Variantenprodukte. Die APICS entwickelte das Konzept des Manufacturing Resource Planning, wieder abgekürzt MRP, weshalb man beide Abkürzungen durch I und II unterschied. In Deutschland sprach man allgemein von Produktionsplanung und -steuerung (PPS) ohne einheitliches Konzept.

Die Computer waren leistungsfähig genug, alle rechenaufwendigen Planungsvorgänge solcher Konzepte in einem Programmsystem zu vereinen und in vertretbarer Zeit (notfalls ein Wochenende) durchzuführen. So gab es PPS-Systeme oder MRPII-Systeme und der Fortschritt bestand in der Integration der zuvor eigenständigen Programmschritte.

### **ERP**

Enterprise Resource Planning ist eigentlich keine Erweiterung des MRPII-Konzeptes. Es geht auch weniger um ein Konzept als um weitere Integration vorher getrennter Planungsfunktionen in einem IT-System. Neben den *Manufacturing Resources* werden nun auch die *Human* und *Financial Resources* einbezogen. Datenverarbeitende Tätigkeiten in Verkauf, Faktura, Lohnabrechnung, Buchführung konnten weitgehend automatisiert werden, weil Zugriff auf die Daten der Produktionsplanung und -durchführung geschaffen wurde. Technisch beruhte die Integration auf dem Konzept der zentralen Unternehmensdatenbank, für das die relationalen Datenbanksysteme entwickelt wurden. In den 1980er Jahren wurden die Computer leistungsfähig genug, um das Konzept als Dialog-Datenbankanwendung konsequent zu realisieren (z. B. R/2). Hierzu profitierten vor allem die eben genannten typischen Geschäftsprozesse (Verkauf usw.), denn die Tätigkeit der Sachbearbeiter im Büro wird rationalisiert. Die Produktionsplanung nach dem MRPII-Konzept blieb zunächst eine Folge von Batch-Abläufen, wobei durchaus Fertigungsaufträge aus Kundenaufträgen im Dialog disponiert werden können.

## **Verwendung**

Für unser Beispiel existieren alle nötigen Konzepte und Funktionen in IT-Systemen seit den 1980er Jahren, selbst in IT-Systemen für Mittelständler. Man muß sich also fragen, warum es die geschilderten Probleme gibt.

### **Produktion**

Im Beispiel würde man mit MRP I gut auskommen. In vielen Unternehmen ist und bleibt es sinnvoll, eine vielgestaltige und veränderliche Realität *nicht* auf simple und einheitliche Planungsverfahren abzubilden. Der Aufwand stünde in keinem Verhältnis zum Nutzen und die Mitarbeiter im Betrieb planen besser. Anders wäre es nur, wenn wegen der Größe des Betriebes oder der geringen Qualifikation der Mitarbeiter die Verfahren an sich standardisiert werden sollen.

Da in der Werkstattfertigung nichts ohne Auftrag geschieht, sind die Fertigungs- bzw. Montageaufträge notwendiger „Treibstoff“ der Produktion. Man ist gezwungen, ständig neue Fertigungsaufträge zu generieren und möglichst zu terminieren. Der große Rechenaufwand ist nur noch durch Automatisierung mit Computern darstellbar. Die Funktion zur Disposition der Fertigungsaufträge im ERP-System ist also unverzichtbar.

Der Fehler bestand im typischen Beispiel aber darin, die Auftragsterminierung nicht ernstzunehmen, weder in der Einstellung der Planparameter noch in der Auftragerteilung und -steuerung. In Verkennung der Zusammenhänge hielt man das Planungsverfahren im ERP-System für unzureichend und beachtete die Durchlaufterminierung nicht weiter. So geschieht es häufig, daß aus nachvollziehbaren Gründen das ERP-System fast nur als Auftragsgenerator für die Produktion benutzt wird.

### **Geschäft**

Natürlich ist man dankbar für die Integration verschiedener Bereiche im ERP-System. Wenn man auch die Produktion nicht mit seiner Hilfe *plant*, verwalten und abrechnen will man sie schon. Schließlich ist das ERP-System eine große Hilfe bei allen Verwaltungstätigkeiten, wie man diejenigen nennen könnte, die an einem Schreibtisch in einem Büro von Sachbearbeitern erledigt werden. Das System erspart die lästige Schreib- und Rechenarbeit, erleichtert Korrekturen und macht die Übertragung von Daten überflüssig.

Seit den 1980er Jahren werden die „kaufmännischen“ Funktionen der ERP-Systeme dankbar immer mehr genutzt. Man wünschte sich und bekam immer mehr Funktionalität. Standardsysteme von Softwareherstellern setzten sich durch, weil auch diese Funktionen von fast allen Unternehmen prinzipiell ähnlich erledigt werden. Anpassungen an die speziellen Gegebenheiten eines

Betriebes lassen sich weitgehend durch Parameteranpassung (*Customizing*) vornehmen.

Die Produktionsplanung war kein Problemfeld mehr, selbst im neu aufkommenden Supply Chain Management (SCM) ging es zum großen Teil um Verwaltungsfunktionen. Da nun die Computer als Maschinen für Informationsverarbeitung verfügbar waren, versucht man seitdem, auch Verwaltungs-tätigkeiten zu rationalisieren und zumindest zum Teil zu automatisieren.

## Folgerungen

Aus der Gegenüberstellung eines gewöhnlichen Produktionsplanungsproblems und des verwendeten IT-Systems lassen sich einige Schlußfolgerun-gen für die Wirtschaftsinformatik ableiten.

### Geschäftsprozesse

Im Deutschen wird das Wort Geschäft unter anderem als Fachbegriff für den Handelsbetrieb oder die kaufmännische Abteilung eines Industriebetriebes verwendet, praktisch als Gegensatz zur Produktion. Traditionell würde man also formulieren, daß hier die Geschäftsabläufe oder -prozesse stattfinden und nicht die Produktionsprozesse. Sieht man diese aber einmal als Ge-schäftsprozesse an, kommt man analog zu einer produktiven Definition.

Jeder Fertigungsauftrag ist in seinem Ablauf ein Geschäftsprozeß. Er wird standardisiert geplant, indem ein für alle mal in einem Arbeitsplan (englisch *Process Plan*) die Arbeitsvorgänge als Sequenz aufgelistet werden. Für jedes Produkt/Teil gibt es einen eigenen Arbeitsplan, mit dem jeder Ferti-gungsauftrag für dieses Produkt, abhängig von der zu fertigenden Menge, (nur) zeitlich geplant wird. Jeder Auftrag wird aber selbst bei gleicher Menge anders ablaufen und eine andere Durchlaufzeit haben als die anderen und als geplant.

Der Fertigungsauftrag im ERP-System ist ein – übrigens deterministischer – Prozessplan, was dann wirklich abläuft der – stochastische – Prozess. Die Bearbeitungszeiten der Aufträge an den Produktionsarbeitsplätzen sind die am besten, das heißt mit geringster Streubreite geplanten Zeiten im Betrieb. Die Zeiten in Warteschlangen streuen dagegen sehr, aber trotzdem bleiben die Aufträge/Prozesse insgesamt plan- und steuerbar, wenn auch oft nur Durchschnittswerte.

Seit längerem überträgt man dieses Prinzip auch auf Verwaltungs- und Dienst-leistungsprozesse (vgl. z. B. [Sche97]). Ein ERP-System stellte ursprünglich nur ein Werkzeug für den Sachbearbeiter dar, mit dem die Arbeit erleichtert wird. Analog zu Produktionsmaschinen übernimmt das ERP-System im-

mer größere Teile der menschlichen Arbeit in der Informations- und Datenverarbeitung. Das war der Grund für die Formalisierung der sogenannten Geschäftsprozesse.

### **Qualifikation**

Zeitlich parallel entstand so etwas wie das *Business Process Reengineering* (BPR). Es propagiert die Reorganisation der Betriebe nach neuen Prinzipien, unter anderem auf Basis der neuen Möglichkeiten, welche die IT heute bietet. Wieder werden IT-Systeme als Maschinen für Informationsverarbeitung verwendet. Die für das BPR nötige Qualifikation ist die eines Organisators. Für den Einsatz der IT braucht man zusätzlich Qualifikation in Informatik. Ein Wirtschaftsinformatiker ist für das BPR geeignet, wenn er auch die Qualifikation als Organisator besitzt und eine gewisse Kenntnis der Geschäftsprozesse.

In der Produktion sind dieselben Stellen sowohl für die Rationalisierung und Automatisierung zuständig als auch für die Prozesspläne, manchmal auch für die Planung und Steuerung der konkreten Prozesse (Aufträge). Die Mitarbeiter sind als Fertigungstechniker qualifiziert für die Gestaltung und Standardisierung der Produktionsprozesse, leider nur teilweise als Planer und Steuerer der Produktion.

Geht es um Automatisierung bestimmter Geschäftsprozesse mit Informationsverarbeitung, ist nicht nur Kenntnis, sondern Verständnis der Prozesse nötig. Wie der Organisator ist auch der Wirtschaftsinformatiker meist auf Zusammenarbeit mit dem Prozesseigner (*Process Owner*) angewiesen. Der Wirtschaftsinformatiker ist zwar als „Informationstechniker“ qualifiziert, aber in aller Regel nicht so spezialisiert in den Vorgängen der Informationsverarbeitung wie der Fertigungstechniker in den Fertigungsverfahren. Er wird deshalb immer auf die Expertise der Fachabteilungen angewiesen sein und er wird nur schwer alleine beurteilen können, wann und wo IT-Einsatz sinnvoll ist.

Manchmal fehlt selbst der Fachabteilung die notwendige Expertise. Gerade für die Produktionsplanung gibt es bei uns keine praktische Ausbildung und die Qualifikation der Planer ergibt sich mehr oder weniger zufällig. Der Wirtschaftsinformatiker weiß zwar wie sein Planungssystem funktioniert, aber er hat keinen „Führerschein“ dafür. Nur wenige interessieren sich überhaupt für die – qualitative und quantitative – Wirkung entscheidender Parameter (vgl. z. B. [Dit06]) oder für den quantitativen Nutzen von optimierenden Verfahren (wenn man nach der geringen Menge der einschlägigen Literatur urteilt). Dies und entsprechende Erfahrungen legen nahe, daß der Wirtschaftsinformatiker sich nicht zutrauen sollte, die Produktionsplanung ersatzweise oder sogar besser ausführen zu können – auch nicht mit „seinem“ guten ERP-System.

## Zusammenfassung

Ein einfaches und typisches Beispiel aus der Produktionsplanung sollte dem Wirtschaftsinformatiker einige grundsätzliche Überlegungen nahebringen:

- Ein ERP-System ist ursprünglich ein Planungssystem für Produktions- und Geschäftsprozesse. Es unterstützt als Werkzeug auch die zugehörigen Verwaltungsprozesse.
- Die Geschäftsprozessmodellierung zielt auf weitergehende Automatisierung der Verwaltungsprozesse. Ziel ist z. B. die wirtschaftliche Generierung angepasster neuer Funktionen des ERP-Systems.
- IT-Systeme sind nur Teil der Organisation des Betriebs. Welche Planungsfunktionen und welche Geschäftsprozeßunterstützung und -automatisierung sinnvoll sind, muß im Einzelfall entschieden werden.
- Oberstes Ziel ist immer die Wirtschaftlichkeit. Verwendung von wenigen und einfachen IT-Funktionen ist oft sinnvoll, wenn der Aufwand gering ist und hohen Nutzen bringt.
- Den größten Nutzen für das Unternehmen bringt nicht das ERP-System an sich. Wirtschaftliche Produktion und Verwaltung ergeben sich aus konsequenter Planung und Durchführung mit Hilfe eines „schlanken“ ERP-Systems als Werkzeug.
- Bisweilen fehlt den Fachabteilungen die nötige Qualifikation. Diese kann aber nicht durch „bessere“ ERP-Funktionen oder gar „Optimierungen“ ersetzt werden.

Die Aufgabe des Wirtschaftsinformatikers liegt also nicht in der Gestaltung der Geschäftsprozesse (geschweige denn Produktionsprozesse). Vielmehr muß er erkennen, wo die IT Möglichkeiten zur Verbesserung oder sogar Neugestaltung von Prozessen bietet. Die IT-Systeme müssen dann entsprechend gestaltet und betrieben werden. In der Regel besitzt der Wirtschaftsinformatiker nicht die Qualifikation, die Geschäftsprozesse richtig zu beurteilen und gestalten. Er muß mit dem Experten der Fachabteilung (Anwender der IT) ein Tandem bilden, um seine Aufgabe zu erfüllen, und wird so zum Mittler zwischen zwei Welten.

Natürlich wird hier nur ein Rollenprototyp beschrieben, jede reale Person wird weitere spezielle Qualifikationen besitzen. Aber dieser Prototyp kann vielleicht manchem helfen, die eigene Rolle auf dem weiten Feld der Wirtschaftsinformatik zu finden oder bewußt zu machen oder sogar die Rolle der Wirtschaftsinformatik an sich.

## **Schlußbemerkung**

Das Beispiel zur Produktionsplanung und -steuerung ist selbstverständlich plakativ vereinfacht und nicht quantitativ exakt. Es sollte *cum grano salis* verstanden werden.

Der Autor ist an der Weiterentwicklung der hier skizzierten Ideen interessiert und für jegliche Diskussionsbeiträge dankbar.

## **Literaturverzeichnis**

- [Dit06] *Dittrich, J., P. Mertens, M. Hau und A. Hufgard: Dispositionssparameter in der Produktionsplanung mit SAP.* Vieweg-Verlag, Wiesbaden 2006
- [Sche97] *Scheer, August-Wilhelm: Modellierung von Geschäftsprozessen – Ein Ansatz zur Optimierung durch Integration von Produkt und Dienstleistung.* In: Schuh, G. und H.-P. Wiendahl (Hrsg.): Komplexität und Agilität. Springer-Verlag, Berlin/Heidelberg/New York 1997

## **Kontakt: Prof. Dr.-Ing. Burkhard Erdlenbruch**

Hochschule Augsburg, Fakultät für Informatik  
An der Hochschule 1, 86161 Augsburg,  
Tel. 0821 5586-3326, burkhard.erdlenbruch@hs-augsburg.de

# Einstellung von Losgrößenverfahren in der operativen Produktionsplanung und -steuerung

*Frank Herrmann*

## Abstrakt

Durch eine Zusammenfassung von Produktionsaufträgen zu Losen werden Rüstaufwände zu Lasten von Beständen reduziert. Für einen möglichst guten Ausgleich dieser Kosten existieren in kommerziell verfügbaren IT Systemen für die operativen Produktionsplanung und -steuerung eine Vielzahl von Losgrößenverfahren. Der Beitrag erläutert diese kurz und nennt Einstellhinweise unter industriellen Randbedingungen.

## 1 Einleitung

In Enterprise Resource Planning-Systemen (ERP-Systemen) bilden Funktionen zur Produktionsplanung und -steuerung seit Jahrzehnten eine wichtige Komponente. Sie zerlegen das Gesamtproblem der Produktionsplanung und -steuerung in die nacheinander zu durchlaufenden Planungsphasen der Men- genplanung, durch den Materialbedarfsplanungsalgorithmus, der Terminpla- nung sowie der Produktionssteuerung, weswegen von einem Sukzessivpla- nungskonzept gesprochen wird. Bei diesen Planungsphasen handelt es sich um die zentralen planerischen Module in Produktionsplanungs- und -steuerungssystemen (PPS-Systemen). Zu ihrer Anpassung an die spezifischen Gegebenheiten in einem konkreten Unternehmen existieren eine Vielzahl von Planungsparametern.

Gute Parametereinstellungen haben eine hohe wirtschaftliche Relevanz, wie z. B. in [DMHH09] belegt wurde. Allerdings werden die Parameter in der Pra- xis oftmals aufgrund von sehr groben Überlegungen und eher subjektiven Erfahrungen initialisiert und im laufenden Betrieb meist nicht mehr überprüft, obwohl sich die Produktionsprozesse fortlaufend ändern. Verantwortlich hier- für ist die Schwierigkeit, ungünstige Parametereinstellungen zu erkennen und diese zu beheben. Diese unbefriedigende Situation soll durch die Er- gebnisse eines entsprechenden Forschungsprojekts am Innovationszentrum für Produktionslogistik und Fabrikplanung (IPF) der Hochschule Regensburg verbessert werden. Hier werden Ergebnisse zur Einstellung von einem Los- größenverfahren vorgestellt.

## 2 Losgrößenverfahren in ERP- und PPS-Systemen

In den Realisierungen des Materialbedarfsplanungsalgorithmus in kommerziell verfügbaren ERP- und PPS-Systemen stehen viele Losgrößenheuristiken zur Verfügung. Vielfach verwenden sie Erkenntnisse aus dem klassischen Losgrößenproblem mit konstantem Bedarf ( $d$ ) und unendlicher Produktionsgeschwindigkeit (dies bedeutet einen unendlich schnellen Lagerzugang), wel-

ches durch  $q_{\text{opt}} = \sqrt{\frac{2 \cdot K \cdot d}{h}}$  – mit Rüstkostensatz  $K$  und Lagerkostensatz  $h$

– ein optimales Los  $q_{\text{opt}}$  berechnet; für eine detaillierte Herleitung sei auf [Herr09] verwiesen. Dort befindet sich seine Erweiterung um eine endliche Produktionsgeschwindigkeit, sowohl bei einer offenen als auch bei einer geschlossenen Produktion, sowie um Rüstzeit und auch um das Auftreten von Fehlmengen (s. [Herr09]). Bei diesen Erweiterungen bleibt die Struktur der Lösung erhalten. Es sei daran erinnert, dass in ERP- und PPS-Systemen davon ausgegangen wird, dass ein Auftrag komplett beendet wird, bevor er eingelagert wird, so dass eine sogenannte geschlossene Produktion vorliegt. Bei der Bedarfsplanung sind einstufige Losgrößenprobleme zu lösen, bei denen die Annahmen des klassischen Losgrößenproblems nicht vorliegen. So liegt ein endlicher Planungshorizont vor, der in gleich langen Perioden unterteilt wird, und es existieren im Voraus bekannte Bedarfe in diesen einzelnen Planungsperioden, die üblicherweise unterschiedlich sind; in der Literatur wird von einem Losgrößenproblem mit einem deterministisch-dynamischen Bedarf gesprochen. Das sich daraus ergebende Optimierungsproblem wurde von Wagner und Whitin (s. [WaWi58]) 1958 formuliert und gelöst. Unter der Bezeichnung Single-Level Uncapacitated Lot Sizing Problem (SLULSP) (bzw. Wagner-Whitin-Modell) wird es in der Literatur diskutiert. In [Herr09] befinden sich eine Problembeschreibung und eine Lösung.

In kommerziell verfügbaren ERP- und PPS-Systemen existieren so genannte statische Losgrößenverfahren. Ihre Losbildung ist unabhängig von den vorliegenden Bedarfen im Planungsintervall. So hat bei dem Losgrößenverfahren der festen Losgröße jedes Los die gleiche, eben feste, Losgröße. In kommerziell verfügbaren ERP- und PPS-Systemen wird diese im Materialstamm angegeben. Sie lässt sich durch das klassische Losgrößenverfahren berechnen, in dem eine mittlere Bedarfsrate  $d$  unterstellt wird. Eine Variante von diesem Losgrößenverfahren ist das Losgrößenverfahren „Auffüllen bis zum Höchstbestand“, da dieser Höchstbestand gleich dem Bestellniveau beim Bestandsmanagement (zur Einführung in das Bestandsmanagement s. [Temp05] oder auch [Herr11]) sein könnte, der teilweise durch das klassische Losgrößenverfahren berechnet wird. Es sei betont, dass, wie beim Bestandsmanagement, zu Beginn einer Periode eine Entscheidung über das Aufsetzen von einem

solchen festen Los zu fällen ist. Da der Bestand von Null aber innerhalb einer Periode erreicht werden könnte (und in der Regel auch erreicht wird), ist das Vorgehen beim klassischen Losgrößenverfahren, nach dem ein Los erst aufgesetzt wird, wenn kein Bestand existiert, nicht anwendbar. Dann sind zu einem periodenspezifischen Nettobedarf  $d$  in einer Periode gerade so viele Planaufträge  $n$  über eine feste Losgröße von  $q$  zu erzeugen, so dass  $d \leq n \cdot q$  ist; es sei angemerkt, dass  $n$  die kleinste natürliche Zahl ist, für die diese Bedingung gilt. Es sei angemerkt, dass bei dem Losgrößenverfahren „Auffüllen bis zum Höchstbestand“ kein Nettobedarf den Höchstbestand übersteigen darf. Als Alternative könnte über  $\tau = \frac{q}{d}$  ein Zyklus berechnet werden. Es sei angenommen, dass  $\tau$  in Perioden angegeben ist (z. B.  $\tau = 2$  Perioden oder  $\tau = \pi$  Perioden). Dann tritt das oben genannte Problem nur auf, wenn  $\tau$  kein ganzzahliges Vielfaches der Periodenlänge ist; beispielsweise bei  $\tau = \pi$  Perioden. Deswegen wird er, sofern erforderlich, zur nächsten natürlichen Zahl ( $\lceil \tau \rceil$ ) auf- oder abgerundet, wobei die bessere der beiden Alternativen gewählt wird. Dieser neue Zyklus  $\tau'$  bestimmt die Zeitpunkte, an denen ein Los aufgesetzt wird. Ein solches Los besteht dann aus den Bedarfen der nächsten  $\tau'$  Perioden; in der Literatur wird diese Zykluslänge  $\tau'$  auch als Reichweite bezeichnet und dieses Losgrößenverfahren heißt periodisches Losgrößenverfahren mit Reichweite  $\tau'$ . Wird  $\tau'$  durch das gerade beschriebene Vorgehen ermittelt, so wird von einer statisch bestimmten Reichweite gesprochen. Der Spezialfall einer Reichweite von einer Periode fällt als Losgrößenverfahren der exakten Losgröße, bei der es sich um eine bedarfssynchrone (just in time) Produktion handelt, auch unter den statischen Verfahren.

Eine Einschätzung über die Güte eines periodischen Losgrößenverfahrens erlaubt die Betrachtung der so genannten  $2^x$ -Losgrößenpolitik bei dem klassischen Losgrößenproblem, bei der ein Zyklus  $\tau$  stets die Form  $\tau = \tau_B \cdot 2^k$  für ein  $k \in \mathbb{N}_0$  und für einen festen Grundzyklus  $\tau_B$  hat. Ihre Gesamtkosten weichen maximal um 6 % von den optimalen Gesamtkosten ab; ein ausführlicher Beweis dazu findet sich in [Herr09]. Nun kann  $\tau_B$  gleich der Periodenlänge im Losgrößenproblem mit einem deterministisch-dynamischen Bedarf gesetzt werden. Dann ist Reichweite  $\tau$  zu einem periodischen Losgrößenverfahren gleich  $\tau = \tau_B \cdot n_{\text{opt}}$  und dies ist kleiner gleich  $\tau_B \cdot 2^{k_{\text{opt}}}$ . Liegt nun ein Losgrößenproblem mit einem deterministisch-dynamischen Bedarf vor, dessen Periodenbedarfe nahezu konstant sind, so dürfte das periodische Losgrößenverfahren mit der statisch bestimmten Reichweite sehr gute, oft sogar optimale Lösungen liefern. Ist der Bedarfsverlauf sogar konstant, so liefert das Verfahren eine optimale Lösung. Empirische Untersuchungen am IPF belegen, dass die Optimalität bei zufälligen Periodenbedarfen in einem kleinen Bereich um ihren Mittelwert erhalten bleibt; es sei angemerkt, dass die Breite dieses Bereichs von dem Rüst- und dem Lagerkostensatz sowie dem Mittelwert der Periodenbedarfe abhängt.

Durch die beliebige, aber (dann) feste Reichweite limitiert ein periodisches Losgrößenverfahren die auftretenden Losgrößen und damit die Kapazitätsbelastung durch ein einzelnes Los. Auf diese Weise ist eine Optimierung der Durchlaufzeit, primär bezogen auf einen Kapazitätsengpass, möglich. Dadurch entstehen viele kleine Lose, die die effektiv nutzbare Produktionskapazität aufgrund eines höheren Anteils an Rüstzeiten reduzieren und die den Anteil an Wartezeiten, vor allem an dem Kapazitätsengpass, erhöhen. Dadurch wird der Kapazitätsengpass noch ausgeprägter, was wiederum zu einer weiteren Reduktion der Losgrößen verleiten könnte, so dass ein Kreislauf in Gang gesetzt wird, der letztlich zu einer schlechten Leistung des Produktionssystems führen dürfte. Für die Einstellung der von Wiendahl entwickelten belastungsorientierten Auftragsfreigabe sind solche Überlegungen zur Durchlaufzeit interessant, und daher wurden so genannte Durchlaufzeit-optimale Losgrößenverfahren in [Wien87], [Wien97] und [Nyhu91] analysiert.

Dieser Kreislauf mit einer abnehmenden Produktionsleistung lässt sich durchbrechen, wenn die Lose zeitlich versetzt eingeplant werden. Eine detailliertere Erläuterung dieses Konzepts findet sich in [Herr11]. Bei einer einfachen Variante wird eine feste Reihenfolge der Produkte gebildet und die Produkte werden in dieser Reihenfolge (unmittelbar) nacheinander produziert. Beispielsweise liegen für drei Produkten  $k_1$ ,  $k_2$  und  $k_3$  klassische Losgrößenprobleme mit einer offenen Produktion vor. Wie in Abbildung 1 dargestellt, wird in einem gemeinsamen Produktionszyklus  $\tau$  zuerst das Produkt  $k_1$  dann  $k_2$  und schließlich  $k_3$  gefertigt. Dieser Zyklus ( $\tau$ ) wird in dieser Form immer wieder wiederholt. Es sei betont, dass jedes Los noch eine Rüstzeit besitzt, mit der sein Produktionszeitraum beginnt, was den zeitlichen Abstand zwischen der Fertigstellung eines Loses und dem Beginn der Bearbeitung des nächsten Loses (in der obigen Reihenfolge) erklärt.

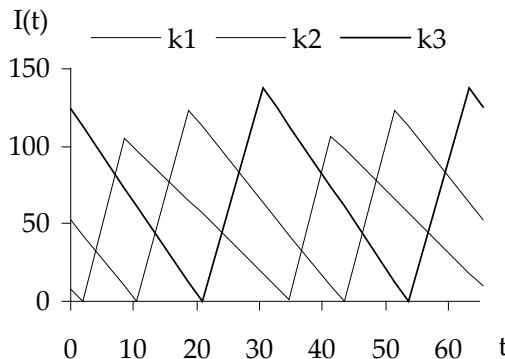


Abbildung 1: Synchronisation der Produktionszeiträume von drei Produkten ( $k_1$ ,  $k_2$  und  $k_3$ ) mit konstanten Bedarfen bei einer offenen Produktion –  $I(t)$  ist der Lagerbestand in  $t$

Der gemeinsame Produktionszyklus  $\tau$  ist durch die Lösung eines Minimierungsproblems bestimmt, dessen Zielfunktion aus der Summe über die einzelnen Gesamtkosten eines Produkts pro Zeiteinheit besteht. Dabei handelt es sich um ein Optimierungsproblem einer Variablen, nämlich dem gemeinsamen Produktionszyklus  $\tau$ , mit einer eindeutigen Lösung, da dessen Kostenfunktion streng konvex ist, und diese Lösung kann durch Methoden aus der Analysis berechnet werden; für eine offene Produktion ist dieses Optimierungsproblem in [GüTe09] detailliert angegeben und gelöst worden; mit dieser Lösung wurde der in Abbildung 1 dargestellte Produktionszyklus berechnet. Das Zulassen von produktsspezifischen Produktionszyklen führt zu dem Economic Lot Scheduling Problem (ELSP), das auch als Problem optimaler Sortenschaltung bezeichnet wird und eine simultane Losgrößenplanung und Reihenfolgeplanung vornimmt. Es handelt sich um ein NP-vollständiges Optimierungsproblem (einen Nachweis hierzu findet sich in [Hsu83]) und für einen sehr guten Überblick über seine Lösungsmöglichkeiten sei auf [DoSV93] verwiesen.

Das oben vorgestellte einfache Vorgehen einer simultanen Losgrößenplanung und Reihenfolgeplanung durch die Festlegung von einem gemeinsamen Produktionszyklus  $\tau$ , in dem die Lose der Produkte in einer festen Reihenfolge (die aber beliebig gewählt werden darf) bearbeitet werden, lässt sich auf Losgrößenprobleme mit einem deterministisch-dynamischen Bedarf übertragen. Dazu werden die Lose der einzelnen Produkte durch ein periodisches Losgrößenverfahren mit einer einheitlichen Reichweite von  $\tau$  berechnet. Beispielsweise können vier Produkte (A, B, C und D) nacheinander in einem Produktionszyklus aus zwei Perioden produziert werden, so wie dies in Abbildung 2 dargestellt ist.

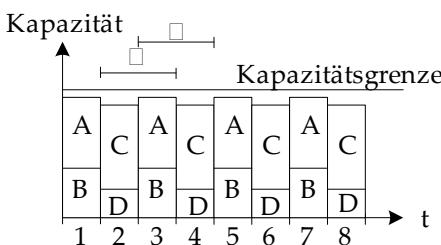


Abbildung 2: Synchronisation der Produktionszeiträume von vier Produkten (A, B, C und D) mit deterministisch-dynamischen Bedarfen und der Reichweite  $\tau$

Haben die auftretenden Periodenbedarfe nur sehr geringe Schwankungen, so können ihre Mittelwerte gebildet werden und mit diesen kann nach dem obigen Verfahren bei konstanten Bedarfen ein gemeinsamer Produktionszyklus

berechnet werden, der dann zu einem ganzzahligen Vielfachen der Periodenlänge aufgerundet wird; es sei angemerkt, dass dieser gemeinsame Produktionszyklus sehr lang sein kann. Es sei angenommen, dass die Schwankung der Periodenbedarfe so gering ist, dass die Produktionsaufträge stets in einem festen Zyklus aus Perioden begonnen und beendet werden. Dann werden die Produktionstermine exakt eingehalten; insbesondere kann keine Verspätung auftreten. Bei hohen Schwankungen schwanken die Bearbeitungszeiten so stark, dass die Produktionsaufträge nicht mehr in einem festen Zyklus aus Perioden begonnen und beendet werden. Die Kapazitätsrestriktion lässt sich zwar durch einen entsprechend langen Zyklus erfüllen, er würde aber hohe vermeidbare Leerzeiten an den Stationen bewirken, so dass dieser Ansatz nicht mehr anwendbar ist. Das resultierende Problem lässt sich durch Optimierungsprobleme beschreiben, wobei eine Reihenfolgeplanung durch die Verwendung von kleinen Perioden (small buckets) erreicht wird. Ein Grundmodell dazu ist das Discrete Lotsizing and Scheduling Problem (DLSP), bei dem die Periodengröße so klein ist, z. B. eine Zeiteinheit, dass stets nur die Herstellung einer Produktart möglich ist. Die Produktion eines Loses erstreckt sich jeweils über die gesamte Periode und kann auch mehrere aufeinanderfolgende Perioden umfassen, wobei Rüstkosten nur in der jeweils ersten Periode anfallen. In der Forschung intensiv untersucht werden zwei Erweiterungen dieses Modells, nämlich das Continuous Setup Lotsizing Problem (CSLP), welches (gegenüber dem DLSP) variable Losgrößen innerhalb einer Produktionsperiode erlaubt, und dem Proportional Lotsizing and Scheduling Problem (PLSP), bei dem während einer Periode maximal zwei verschiedene Produkte gefertigt werden dürfen. Für weitere Informationen zu diesen Modellen und zu ihren Lösungsverfahren sei exemplarisch auf [DoSV93] verwiesen.

Bei der letzten Gruppe an Losgrößenverfahren handelt es sich um Näherungsverfahren zu der optimalen Lösung des einstufigen Losgrößenproblems. Eine optimale Lösung erfüllt die so genannte Regenerationseigenschaft (s. [Herr09]), nach der ein optimales Los stets eine Zusammenfassung aufeinanderfolgender Bedarfe ist. Sind  $d_t, d_{t+1}, d_{t+2}, \dots$  die einzelnen Periodenbedarfe ab einer Periode  $t$ , so bilden die einzelnen Losgrößenheuristiken schrittweise die möglichen Lose für die Periode  $t$ :  $d_t, d_t + d_{t+1}, d_t + d_{t+1} + d_{t+2}, \text{ usw.}$  Diese Lose verursachen Rüst-, Lager- und Gesamtkosten (letztere als Summe aus Rüst- und Lagerkosten). Ihr Verlauf ist dem Verlauf dieser Kosten beim klassischen Losgrößenverfahren mit einem unendlich langen Planungshorizont (s. [Herr09]) vergleichbar. Diese Kostenfunktionen haben beim klassischen Losgrößenverfahren im Optimum charakteristische Eigenschaften (s. [Herr09]), die zur Formulierung von Abbruchbedingungen für die schrittweise Zusammenfassung von Bedarfen verwendet wurden und zur Entwicklung von mehr als 30 Losgrößenheuristiken geführt haben; die in ERP- und PPS-Systemen vorhandenen Losgrößenheuristiken sind im Detail in [Herr11] beschrieben.

Wie bei den Einstellhinweisen noch begründet wird, sind das Silver-Meal- und das Groff-Verfahren zwei besonders gute Losgrößenheuristiken. Das Silver-Meal-Verfahren (s. [Herr11]) basiert auf der Eigenschaft des klassischen Losgrößenverfahrens, nach der die durchschnittlichen Kosten pro Zeiteinheit im Optimum minimal sind. Da beim schrittweisen Zusammenfassen von Periodenbedarfen die durchschnittlichen Kosten pro Zeiteinheit zunächst monoton abnehmen und ab einer bestimmten Anzahl an Zusammenfassungen monoton ansteigen, wird die Bedarfssummenfassung beendet, sobald die durchschnittlichen Kosten pro Zeiteinheit ansteigen. Das Groff-Verfahren (s. [Herr11]) basiert auf der Eigenschaft des klassischen Losgrößenverfahrens, nach der die Rüstkosten pro Zeit- und Mengeneinheit (die Grenzrüstkosten) im Optimum gleich den Lagerkosten pro Zeit- und Mengeneinheit (Grenzlagerkosten) sind. Da beim schrittweisen Zusammenfassen von Periodenbedarfen die Grenzrüstkosten abnehmen und die Grenzlagerkosten konstant sind, wird die Bedarfssummenfassung beendet, sobald die Grenzrüstkosten kleiner als die Grenzlagerkosten sind.

### 3 Einstellhinweise

Die Anwendung heuristischer Losgrößenverfahren setzt das Vorliegen von einem Lager- und Rüstkostensatz voraus. Nach [Gude03] werden diese in der industriellen Praxis durch Einflussfaktoren wie Bestellmengenkosten, spezifische Transportkosten, spezifische Einlagerkosten, Fassungsvermögen der Ladeeinheiten, Beschaffungspreis/Verbrauchseinheit, Lagerzinssatz, der sich aus einem Kapazitätszinssatz und einem Risikozinssatz zusammensetzt, Lagerordnungsfaktor sowie spezifische Lagerplatzkosten bestimmt. Dies führt dazu, dass diese Kostensätze in Unternehmen oftmals nicht oder nur sehr ungenau vorliegen. Dadurch wird eine von der optimalen Losgröße  $q_{\text{opt}}$  abweichende Losgröße  $q$  verwendet. Ein Maß für seine Auswirkung auf die Gesamtkosten pro Zeiteinheit für ein Los  $q$  ( $C(q)$ ) ist der Kostenveränderungs-

$$\text{grad } \kappa = \frac{C(q)}{C(q_{\text{opt}})}. \text{ Beim klassischen Losgrößenproblem gilt } 2 \cdot \kappa = \frac{q_{\text{opt}}}{q} + \frac{q}{q_{\text{opt}}}$$

(s. z. B. [Herr09]). Weicht die verwendete Losgröße beispielsweise um 20 % von der optimalen nach oben ab, so weichen die tatsächlichen von den minimalen Kosten um 1,7 % ab; es sei angemerkt, dass eine solche 20 % Erhöhung des Loses durch eine Abweichung des Rüstkostensatzes um 44 % bzw.

eine Reduktion des Lagerkostensatzes um den Faktor  $\frac{1}{1,44}$  hervorgerufen

wird. Liegt diese 20 % prozentige Abweichung (von der optimalen) nach unten vor, so weichen die tatsächlichen von den minimalen Kosten um 2,5 % ab.

Verantwortlich für diese Stabilität der Kosten (im Bereich des Optimums) ist, dass die Kostenfunktion der Gesamtkosten im Optimum sehr flach ist (s. z. B. [Herr09]). Deswegen führen ungenaue Kostensätze eventuell zu einer Losgröße, die von der optimalen sehr deutlich abweicht. Die Auswirkungen auf die Gesamtkosten pro Zeiteinheit sind demgegenüber nur marginal.

Während eine Änderung von einem der Kostensätze beim klassischen Losgrößenproblem stets zu einer von der bisherigen optimalen Losgröße abweichenden neuen optimalen Losgröße führt, werden bei einem Losgrößenproblem mit einem deterministisch-dynamischen Bedarf nicht immer neue Lose, durch ein optimales Verfahren oder eine Losgrößenheuristik, erzeugt. Am einfachsten lässt sich diesbezüglich das periodische Losgrößenverfahren mit einer statisch bestimmten Reichweite analysieren. Dabei sei die Reichweite  $n$  durch den Zyklus  $\tau$  statisch bestimmt. Nur wenn  $\tau$  in der Nähe eines Vielfachen der Periodenlänge liegt, kann eine kleine Änderung des Zyklus zu einer um eine Periode abweichenden Reichweite führen. In vielen Beispielen führen signifikante Änderungen eines der beiden Kostensätze von mehr als 20 % zu keiner Änderung der Lose. Andernfalls ist zu beobachten, dass in einigen Perioden Lose mit anderen Reichweiten aufgesetzt werden, aber in vielen Perioden die Lose gleich sind. Folglich kann von einer Stabilität der Losbildung gegenüber geänderten Kostensätzen gesprochen werden. Deswegen dürften auch bei ungenauen Kostensätzen durch ein heuristisches Losgrößenverfahren die niedrigsten Gesamtkosten erzielt werden.

Übersteigen die Lagerungskosten für ein Produkt seine Beschaffungs- bzw. Rüstkosten um ein Vielfaches, so sollte eine exakte Losgröße (also einer bedarfssynchrone (just in time) Produktion) verwendet werden. Dies trifft auf sehr kostenintensive Produkte zu. Sie lassen sich über eine ABC-Analyse identifizieren; so dass diese Empfehlung für A- und eventuell auch für B-Teile gilt. Eine bedarfssynchrone Produktion verbraucht keinen Lagerplatz, weswegen dieses Losgrößenverfahren bei geringer Lagerkapazität für A- und auch für B-Teile interessant sein kann; im Falle von B-Teilen vor allem dann, wenn diese hohe Lagerungskosten besitzen. Ein Liquiditätsengpass ist ein weiterer Grund für eine bedarfssynchrone Produktion sowohl bei A- als auch bei B-Teilen; aufgrund ihrer hohen Kosten. Da eine bedarfssynchrone Produktion die kleinsten möglichen Lose bewirkt, verursacht diese die kleinste mögliche Kapazitätsbelastung. Dies kann bei einem Kapazitätsengpass günstig sein, um kurzfristig viele verschiedene Produkte fertigzustellen, wodurch die Verspätung reduziert wird; hierzu befindet sich beispielsweise in [Herr09] ein konkretes Beispiel. Viele kleine Lose führen andererseits zu einem höheren Anteil an Rüstzeiten, wodurch für die Produktion weniger Kapazität zur Verfügung steht, wodurch der Endprodukt durchsatz sinkt. Zusätzlich steigt der Anteil an Wartezeiten, da durch eine hohe Anzahl kleiner Lose schlechtere

Produktionsreihenfolgen in der Werkstatt gebildet werden (nämlich durch die Fertigungssteuerung) und sich die Aufträge vor den Engpassressourcen stärker stauen. Demgegenüber sollten C-Teile in der Regel nicht bedarfssynchron produziert werden; allenfalls eine sehr geringe Lagerkapazität kann den Einsatz dieses Verfahrens auch bei C-Teilen aufgrund ihres hohen Mengenanteils rechtfertigen.

Sind aufgrund von technischen Randbedingungen, wie die Größe eines Ofens oder die Größe einer Palette bzw. eines Tanks, oder betriebswirtschaftlicher Besonderheiten, wie das Erreichen einer vollen Wagenladung, nur Produktionsaufträge einer gewissen Größe wirtschaftlich sinnvoll, so ist eine feste Losgröße unvermeidlich. Es ist zu erwarten, dass bei solchen Randbedingungen die Kundenauftragsmengen ein Vielfaches dieser Produktionslose sind. Abweichende Kundenauftragsmengen dürften zu deutlich höheren Kosten führen.

Für Bedarfsfolgen mit einem festen Planungshorizont ( $T$ ) wurde in [Wemm81] und [Wemm82] gezeigt, dass die Gesamtkosten beim Anwenden des Silver-Meal- und des Groff-Verfahrens im Mittel nur um etwa 1 % über den durch ein optimales Verfahren verursachten Gesamtkosten liegen, und dass die in der Praxis favorisierten Verfahren der gleitenden wirtschaftlichen Losgröße und das Stückperiodenausgleichsverfahren erheblich schlechtere Lösungen ergeben; diese Zusammenfassung ist auch in [Temp08] angegeben und in [Kno85] wurden ähnliche Ergebnisse publiziert. In diesem Zusammenhang ist die in [Bake89] nachgewiesene Aussage interessant, nach der das Groff-Verfahren mit dem Silver-Meal-Verfahren übereinstimmt, sofern die Grenzlastkosten pro Periode exakt sind.

In der industriellen Praxis werden die Losgrößenverfahren in einem Konzept der rollenden Planung mit einem zeitlich sich verschiebenden Planungsfenster eingesetzt. Im Detail wird zunächst für einen Planungshorizont  $T$  eine Planung erstellt. Nach Ablauf jeweils weniger Perioden (kleiner oder gleich  $T$ ) erfolgt eine (Neu-) Planung wieder über einen Zeitraum von  $T$  Perioden. Dabei werden Perioden gegebenenfalls (neu-) geplant, die im vorhergehenden Planungslauf bereits geplant worden waren, und es kommen weitere (neue) Perioden hinzu. Durch die rollende Planung können Entscheidungen einer vorhergehenden Planung revidiert werden. Es können sich sogar bereits produzierte Lose als insgesamt nicht optimal erweisen. Der gleiche Effekt tritt auf, wenn sich die Bedarfswerte in den noch einmal zu planenden Perioden geändert haben; es sei betont, dass dies realistisch ist, da fortlaufend neue Kundenaufträge in einem Unternehmen eintreffen. Wie in [Herr09] begründet worden ist, kann bei einer rollenden Planung ein optimales Verfahren nicht in jedem Fall als das beste Verfahren angesehen werden. Die von Stadtler in [Stad00] vorgestellte Modifikation der optimalen Lösung von einem SLULSP

liefert auch bei der rollenden Planung bessere Ergebnisse als alle bekannten Losgrößenheuristiken. Sie ist derzeit in keinem der kommerziell verfügbaren ERP- und PPS-Systeme enthalten.

Die Überlegenheit vom Silver-Meal- und vom Groff-Verfahren bei deterministischen dynamischen Bedarfsfolgen mit einem festen Planungshorizont ( $T$ ) gilt auch für die rollende Planung aufgrund von analytischen Überlegungen, von Versuchsreihen (s. [HeSt10]) und von Resultaten aus der Literatur wie [ZoRo87] und [Robr91].

Nach den bisherigen Überlegungen sollte entweder das Silver-Meal- oder das Groff-Verfahren eingestellt werden. Um zwischen diesen eine Präferenz angeben zu können, wurde in [HeSt10] untersucht, ob bei einer rollenden Planung eines der beiden Verfahren besser ist. Dazu wurden von den in [Kira89] angegebenen beiden Aussagen, nach denen die Lösungsqualität des Silver-Meal-Verfahrens bei einem sporadischen Bedarfsverlauf und bei einem fallenden Bedarfsverlauf abnehmen, ausgegangen. Umfangreiche empirische Untersuchungen zeigen, dass bei solchen Bedarfsverläufen fast immer die beiden Losgrößenheuristiken die gleichen Gesamtkosten verursachen. Gegenüber dem in [ZoRo87] publizierten ähnlichen Ergebnis zeigen eigene Versuchsreihen (teilweise sind sie in [HeSt10] publiziert) eine deutlichere Überlegenheit des Groff-Verfahrens gegenüber dem Silver-Meal-Verfahren.

Weitere umfangreiche eigene Versuchsreihen belegen die auch in [ZoRo87] publizierte Aussage, dass bei regelmäßigen Bedarfsverläufen das Groff-Verfahren die besten Resultate liefert.

Insgesamt ergibt sich eine Präferenz für das Groff-Verfahren. Dieser Einstellungshinweis passt dazu, dass das SAP-System das Groff-Verfahren, aber nicht das Silver-Meal-Verfahren enthält (s. beispielsweise [GHIK09]). Diese klare Präferenz für das Groff-Verfahren wird durch die folgende Beobachtung eingeschränkt.

Bei den Bedarfen im Planungszeitraum handelt es sich in der industriellen Praxis lediglich um Prognosen der Nachfragemengen. Diese Prognosen weisen (zwangsläufig) Prognosefehler auf, wodurch mit falschen Bedarfen gerechnet wird; s. hierzu die Analyse in [Herr09]. Sie können nach den Versuchsreihen in [DbvW83] (s. auch [WeWh84]) bewirken, dass die bekannten Losgrößenheuristiken bei einer rollenden Planung nahezu die gleichen Ergebnisse liefern.

Empirische Untersuchungen belegen, dass Losgrößenheuristiken Lose mit einer hohen Streuung bewirken. Wie in [Herr11] im Detail begründet ist, können hohe und stark streuende Losgrößen zu deutlichen Kapazitätsüberschreitungen führen. In [Herr11] ist anhand empirischer Untersuchungen begründet worden, wie durch Beschränkungen von Losen durch eine maximale Losgröße, eine minimale Losgröße und einen Rundungswert dieser Effekt signifikant

reduziert werden kann. Eine operationelle Umsetzung dieser Erkenntnisse im Sinne von konkreten Einstellungshinweisen wird derzeit am IPF erforscht.

## Literatur

- [Bake89] *Baker, K.*: Lot-sizing procedures and a standard data set – a reconciliation of the literature. In: Journal of Manufacturing and Operations Management 2 (1989), S. 199 – 221.
- [DbvW83] *DeBott, M.; Van Wassenhove L.*: Cost increases due to demand uncertainty in MRP lot sizing. In: Decision Sciences 14 (1983), S. 345 – 362.
- [DMHH09] *Dittrich, J.; Mertens, P.; Hau, M.; Hufgrad, A.*: Dispositionssparameter in der Produktionsplanung mit SAP. Vieweg + Teubner, Wiesbaden, 2009.
- [DoSV93] *Domschke, Wolfgang; Scholl, Armin; Voss, Stefan*: Produktionsplanung – Ablauforganisatorische Aspekte. Springer Verlag, Darmstadt, 1993.
- [Gudeh03] *Gudehus, Timm*: Logistik – Grundlagen, Strategien und Anwendungen. Springer Verlag, Hanbur, 2003 (2. Auflage).
- [GüTe09] *Günther, Hans-Otto; Tempelmeier, Horst*: Produktion und Logistik. 8. Auflage, Springer Verlag, Berlin/Heidelberg, 2009.
- [GHIK09] *Gulyássy, F.; Hoppe, M.; Isermann, M.; Köhler, O.*: Disposition mit SAP. Galileo Press, Bonn, 2009.
- [Herr09] *Herrmann, Frank*: Logik der Produktionslogistik. Oldenbourg Verlag, Regensburg, 2009.
- [Herr11] *Herrmann, Frank*: Operative Planung in IT-Systemen für die Produktionsplanung und -steuerung – Wirkung, Auswahl und Einstellhinweise von Verfahren und Parametern. Vieweg + Teubner Verlag, Regensburg, 2011.
- [HeSt10] *Herrmann, Frank; Sturm voll, Ulrike*: Einstellung von Losgrößenheuristiken in ERP- bzw. PPS-Systemen. In: Proceedings zu den 7. Wismarer Wirtschaftsinformatik-Tage vom 3. bis 4. Juni 2010 an der Hochschule Wismar, Wismar, 2010.
- [Hsu83] *Hsu, W.-L.*: On the general feasibility test of scheduling lot sizes for several products on one machine. In: Management Science 29 (1983), S. 93-105.
- [Kira89] *Kiran, A.*: A combined heuristic approach to dynamic lot sizing problems. In: International Journal of Production Research 27 (1989), S. 332-341.
- [Kno85] *Knolmayer, G.*: Zur Bedeutung des Kostenausgleichsprinzips für die Bedarfsplanung in PPS-Systemen. In: Zeitschrift für betriebswirtschaftliche Forschung 37 (1985), S 411-427.
- [Nyh91] *Nyhuis, Peter*: Durchlauforientierte Losgrößenbestimmung. Fortschrittsberichte VDI, Reihe 2, Nr. 228 (Dissertation an der Universität Hannover), VDI-Verlag, Hannover, 1991.
- [Robr91] *Robrade, A.*: Dynamische Einprodukt-Lagerhaltungsmodelle bei periodischer Bestandsüberwachung. Physica, Heidelberg, 1991.
- [Stad00] *Stadtler, H.*: Improved rolling schedules for the dynamic single-level lot-sizing problem. In: Management Science 46 (2000), S. 318-326.

- [Temp05] *Tempelmeier, Horst*: Bestandsmanagement in Supply Chains. Books on Demand GmbH, Norderstedt, Köln, 2005.
- [Temp08] *Tempelmeier, Horst*: Materiallogistik. Springer, 6. Auflage, Köln 2008.
- [WaWi58] *Wagner, H. M.; Whitin, T. M.*: Dynamic version of the economic lot size model. In: Management Science 5, 1958, S. 89-96.
- [Wemm81] *Wemmerlöv, U.*: The ubiquitous EOQ – its relation to discrete lot sizing heuristics. In: Journal of Operations & Production Management 1 (1981), S. 161-179.
- [Wemm82] *Wemmerlöv, U.*: A comparison of discrete single stage lot-sizing heuristics with special emphasis on rules based on the marginal cost principle. In: Engineering Costs and Production Economics 7 (1982), S. 45-53.
- [WeWh84] *Wemmerlöv, U.; Whybark D.*: Lot-sizing under uncertainty in a rolling schedule environment. In: International Journal of Production Research 22 (1984), S. 467-484.
- [Wien87] *Wiendahl, H.-P.*: Belastungsorientierte Fertigungssteuerung – Grundlagen, Verfahrensaufbau und Realisierung. Hanser Verlag, Hannover, 1987.
- [Wien97] *Wiendahl, H.-P.*: Fertigungsregelung – Logistische Beherrschung von Fertigungsabläufen auf Basis des Trichtermodells. Hanser Verlag, Hannover, 1997.
- [ZoRo87] *Zoller, K.; Robrade A.*: Dynamische Bestellmengen und Losgrößenplanung, Verfahrensübersicht und Vergleich. In: OR Spektrum 9 (1987), S. 219-233.

**Kontakt: Prof. Dr.-Ing. Frank Herrmann**

Hochschule Regensburg, Innovationszentrum für Produktionslogistik  
und Fabrikplanung (IPF)  
Postfach 120327, 93025 Regensburg  
Tel. 0941 943-1307, frank.herrmann@hs-regensburg.de

# **Entwicklung und Umsetzung einer Lösung zur optimierten Steuerung der Varianten im Lackierprozess der Automobilproduktion**

*Thomas Hußlein, Jörg Breidbach*

## **Einleitung**

Die Lackierung ist einer der instabilsten Prozesse in der Automobilfertigung und führt zu nicht vorhersagbaren Produktionssequenzen bei der Endmontage. Eine genaue Planung der JIS/JIT-Zulieferungen wird erschwert, die Durchlaufzeiten erhöhen sich und die Produktionskosten steigen.

Ziel der entwickelten Software (Variantensteuerung) sind optimale Sequenzen in der Endmontage. Diese führen zu planbaren, stabilen Produktionsprozessen und weniger Kapitalbindungs- und Produktionskosten. Technische Restriktionen in der Produktion werden dabei ebenso berücksichtigt wie Schichtmodelle.

Im Bereich Produktionsplanung und -steuerung wird die Variantensteuerung zur Optimierung und Simulation eingesetzt. Die Entwicklung und erfolgreiche Integration erfordern eine intensive Abstimmung auf die im Betrieb vorhanden Prozesse. Ein schneller Datenaustausch mit verschiedenen Systemen wie ERP und MES-Systemen muss gewährleistet sein. Diese Schnittstellen werden implementiert, das Datenkonzept in höchstem Maße flexibel gestaltet.

In diesem Artikel werden die IT-technischen Herausforderungen sowie Methoden zur Konzeption und Implementierung der Anwendung vorgestellt.

## **1 Fließfertigung**

Bei der Fließfertigung wird der Produktionsprozess in einzelne Arbeitsschritte zerlegt und die Maschinen und Arbeitsplätze so angeordnet, wie es die technologische Abfolge der Arbeitsgänge für die Produktion erfordert.

Der Materialtransport erfolgt in der Fließbandproduktion zwischen den einzelnen Produktionsstellen mit Hilfe von verketteten Fördersystemen in der Losgröße 1. Die einzelnen Arbeitsschritte werden dabei meist auf wenige Handgriffe reduziert. In der klassischen Form ist ein Arbeitsschritt eine permanente Wiederholung einer genau determinierten Handgrifffolge. In einer Varianten-Fließbandproduktion werden verschiedene Produkte mit jeweils unterschiedlichen Arbeitsschritten an den Produktionsstellen produziert.

Die ausführenden Arbeitsgänge und der Transport zwischen den Produktionsstellen erfolgen im festen zeitlichen Rhythmus, der Taktzeit. Dadurch wird die Bearbeitungsdauer an den einzelnen Stationen voneinander abhängig. Die einzelnen Arbeitsschritte und Arbeitsstationen müssen so festgelegt werden, dass ihre Durchführung die Taktzeit nicht überschreitet. [1]

## 2 Aufbau einer Automobilproduktion

Auf der Hauptfertigungslinie, wird die Karosserie bzw. das Fahrzeug immer weiter komplettiert. Die Hauptlinie wird dabei aus angrenzenden Flächen sowie darüber und darunter liegenden Förderebenen mit Bauteilen versorgt. Das zu fertigende Fahrzeug wird zwischen den einzelnen Fertigungsbereichen und -stationen per Fördertechnik transportiert. [1]

Bei der Automobilproduktion werden in der Regel die nachfolgend beschriebenen Produktionsbereiche unterschieden:

Gießerei, Presswerk, Rohbau, Lackierung, Endmontage sowie die logistischen Bereiche Anlieferzone, Teilelager, Karossenlager.

Die vorgelagerten Bereiche Gießerei und das Presswerk sind über Läger von der Liniенproduktion stark entkoppelt.

Für die weitere Betrachtung Sequenzplanung der Fließfertigung wird daher eine Fertigung bestehend aus Rohbau, Lackierung, Endmontage sowie Karossenlager betrachtet.

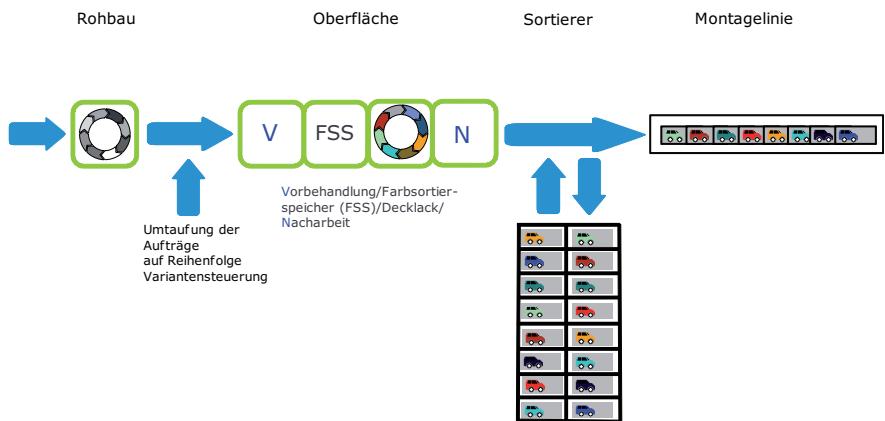


Abbildung 1: Grobmodell der Bestandteile einer Automobilproduktion in der Fließfertigung.

### **3 Auftragsbezogene Fertigung**

Das Automobil ist heute kein identisches Massenprodukt mehr. Die Kunden wollen – bei verkürzten Lieferzeiten – ein individuell auf ihre Bedürfnisse zugeschnittenes Fahrzeug. Die Hersteller besetzen zunehmend immer kleinere Nischen. Durch ein breiteres Basisprogramm und eine explosionsartig ansteigende Zahl von Ausstattungsvarianten ist aus der Massenfertigung heute de facto eine Einzelproduktfertigung entstanden. Gerade die kosteneffiziente Beherrschung dieser Produktionsabläufe ist ein Alleinstellungsmerkmal deutscher Hersteller.

In modernen Fabriken ist schon von Anfang an bekannt, für welchen Endkunden jedes Fahrzeug gefertigt wird. Es werden also während der Produktion genau die Komponenten eingebaut, die ein bestimmter Kunde bestellt hat. Über die Auflösung der Stückliste lässt sich vor Produktionsstart der Teilebedarf des Fahrzeugs und im Abgleich mit dem ERP-System die Baubarkeit vorab bestimmen. Auch der gewünschte Liefertermin ist bei der Planung der Produktion zu berücksichtigen.

Insbesondere bei Premiumherstellern ist es möglich die gewählte Konfiguration bis wenige Tage vor Produktionsstart zu ändern. Was insbesondere im Zulieferbereich kurzfristig zu erheblichen Schwankungen führen kann.

### **4 Zulieferprozesse**

Etwa 78 % Prozent der Wertschöpfung an einem modernen Fahrzeug wird von den Zulieferern geleistet – mit steigender Tendenz. Mit der steigenden Modell- und Variantenzahl ist es zu einer Ausbildung von sehr effizienten und komplexen Zulieferprozessen gekommen.

Beim JIT-Verfahren werden Bauteile von den Zulieferbetrieben erst bei Bedarf – zeitlich möglichst genau berechnet – direkt ans Montageband geliefert. Dazu wird mit einem gewissen Vorlauf die benötigte Menge zurückgemeldet und bestellt. Am Produktionsort selbst wird nur soviel Material gelagert, wie unbedingt nötig ist, um die Produktion für einen kurzen Zeithorizont – oftmals nur wenige Stunden – aufrecht zu halten. Dadurch entstehen beim Automobilhersteller nur direkt am Band sehr kleine Lagermengen und es entfallen längere Lagerungszeiten bzw. Lager und Ein-/Auslagerungsprozesse im Automobilwerk.

Bei der Bereitstellung nach dem JIS-Verfahren sorgt der Zulieferer nicht nur dafür, dass die benötigten Module rechtzeitig in der notwendigen Menge angeliefert werden, sondern auch, dass die Reihenfolge der benötigten Module stimmt. Die Vorlaufzeit beträgt je nach Produktionssystem mehrere Tage bis einige Minuten.

Diese Prozesse führen zu einer engen Verzahnung von Hersteller und Zulieferer und erfordern eine sehr hohe Prozessstabilität.

Aufgrund des hohen Wertschöpfungsanteils der Zulieferungen an der Automobilproduktion ergeben sich aus einer Stabilisierung dieser Prozesse Einsparungen mit sehr hohen Hebelwirkungen.

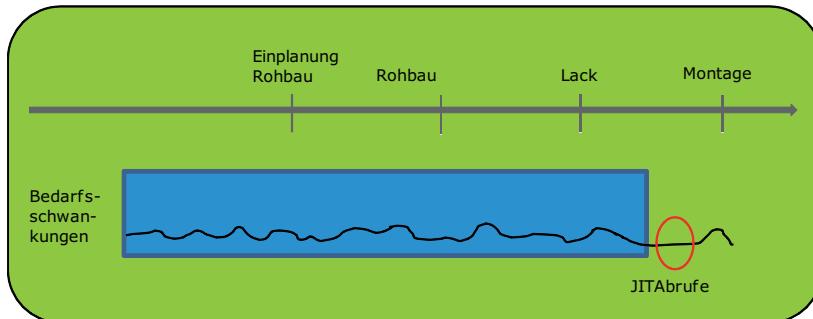


Abbildung 2: Schematische Darstellung der Bedarfsschwankungen für JIT-Prozesse.

## 5 Perlenkettenprinzip

Mit dem Begriff Perlenkette wird insbesondere im Automobilbau eine festgelegte Auftrags- bzw. Fertigungsreihenfolge bezeichnet. Ziel ist es, vom Zeitpunkt der Planung ab die Reihenfolge der kundenspezifischen Aufträge über den gesamten Produktionsdurchlauf der einzelnen Produktionsschritte, bis hin zur Fertigstellung des Erzeugnisses, die erstmals geplante Auftragsreihenfolge – die Perlenkette – beizubehalten. Hieraus ergeben sich insbesondere Vorteile in den Zulieferprozessen bei der JIT/JIS Belieferung, der Produktionskapazitätsauslastung sowie bei der Erreichung von Kundenzufriedenheit durch Einhaltung der vereinbarten Liefertermine.

Das Perlenketten-Prinzip ist von seiner Theorie her einfach, die Realisierung aber schwierig, da während der Bearbeitung der Aufträge Störungen im Prozess die Einhaltung der Reihenfolge behindern können. Dies führt dazu, dass die Perlenkette mehrfach im Produktionsprozess gebildet werden muss und man damit nur von einer Stabilität in einem gewissen Zeithorizont sprechen kann.

Die Perlenkette entsteht in der Regel durch Sequenzierung der Aufträge.

## **6 Sequenzplanung**

Als Sequenzierung oder Sequenzplanung wird in der Produktionsplanung die Bildung einer Fertigungsreihenfolge von Produktionsaufträgen bezeichnet. In der variantenreichen Fließfertigung ist es in der Regel ungünstig Produktionsaufträge in der Reihenfolge ihres Liefertermins auszuführen. Die Produktionssequenz wird stattdessen so gestaltet, dass zum Beispiel die Auslastung von Maschinen und Personal gleichmäßig ist oder die Rüstkosten von Maschinen minimal sind.

Steigende Komplexität und zunehmende Variantenvielfalt der zu produzierenden Produkte führten dazu, dass die Automobilindustrie, was die Nutzung von Sequenzierungssystemen angeht, eine Vorreiterrolle eingenommen hat. Die verschiedenen Fertigungsbereiche der Automobilmontage stellen unterschiedliche Anforderungen an eine Sequenzplanung.

### **6.1 Rohbau**

Im Rohbau liegt der Automatisierungsgrad typischerweise bei ca. 95 %. Die verschiedenen Varianten werden meist auf zahlreichen unterschiedlichen parallelen Linien gefertigt. Limitierte Kapazitäten auf einzelnen Linien und damit Typen und Varianten müssen hier berücksichtigt werden.

### **6.2 Lack**

Die Oberfläche ist in der Regel eine Linienfertigung. Das Thema der Reduzierung von Rüstwechseln steht hier im Vordergrund. Die Bildung von Farbblöcken wird hier zur wesentlichen Anforderung. Darüber hinaus gilt es je nach eingesetzten Technologien in der Lackieranlage vorgegebene Farbwechselfolgen einzuhalten. Um Eintrocknen von Farben zu verhindern, müssen auf vielen Anlagen Farben auch in gewissen Zeitabständen verwendet werden.

### **6.3 Montage**

In der Variantenfertigung besitzen alle Fahrzeuge spezifische Belastungsprofile auf den einzelnen Verrichtungsstationen. Diese sind bis auf die Flexibilität von Driftbereichen zwangssynchronisiert. Die möglichst ausgeglichene Last auf den Stationen ist eine wesentliche Anforderung an die Reihenfolgeplanung.

Durch den Einsatz von Maschinen zur Teilautomatisierung von Arbeitsvorgängen für bestimmte Varianten kommt es zu Kapazitätsobergrenzen auf Varianten und Sonderausstattungen, die parallel dazu beplant werden müssen.

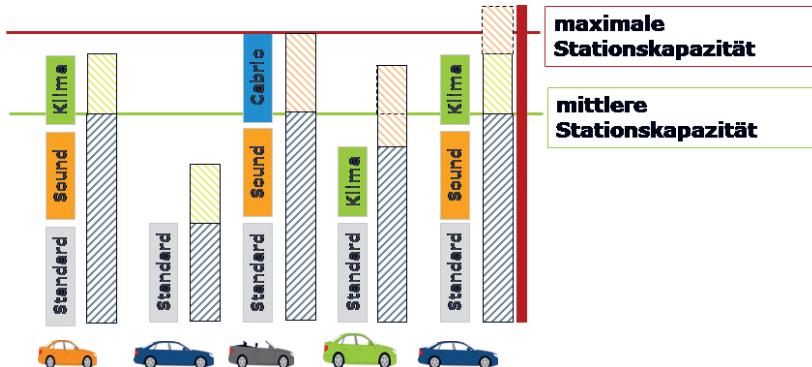


Abbildung 3: Unterschiedliche Arbeitsbelastung in der Endmontage durch verschiedene Varianten und Ausstattungsmerkmale

## 7 Zeitliche Abfolge der Reihenfolgeplanung

Innerhalb der Planungsprozesse wird die Reihenfolge mehrfach überplant. Unterschieden wird hier der Zeitraum vor dem Produktionsstart, der sogenannte Planungshorizont, sowie die Auftragssteuerung nach Produktionsstart.

### 7.1 Reihenfolgeplanung

Im Planungshorizont wird die Reihenfolge mehrfach überplant, um die Aktualisierung von Informationen einzubeziehen. Hierbei stehen vor allem die Änderung der Verfügbarkeit von Bauteilen und damit die Baubarkeit und die Auftragsänderung durch Kunden und damit Kapazitätsanforderungen im Vordergrund. Sequenziert wird wegen der meist hohen Rechenaufwände oft nur ein Teil aller vorliegenden Produktionsaufträge. Das kann z. B. das Produktionsprogramm einer einzelnen Schicht oder eines Tages sein. Die Zuordnung von Aufträgen zu Tages- oder Schichtprogrammen ist nicht Gegenstand dieser Betrachtung. Auch dienen diese Berechnungen nicht ausschließlich der Festlegung der tatsächlich zu produzierenden Tagesbedarfe, sondern, weil es möglich ist, unterschiedlichste Szenarien zu simulieren, auch der Simulation und Analyse von Entscheidungsoptionen.

### 7.2 Reihenfolgesteuerung

Vor dem Produktionsstart wird die Ziel-Einstieger-Sequenz in die Endmontage geplant.

Nach Produktionsstart eines Auftrages im Rohbau muss die Reihenfolge mehrfach überplant werden. Typischerweise erfolgt dies vor der Einstiege-

rung in das nächste Gewerk, also vor Rohbau, Lackierung und Endmontage. Hauptgründe für die Umplanungen sind zum einen Änderungen in der Teileverfügbarkeit sowie die nicht Verfügbarkeit von lackierten Karossen aus der Lackieranlage.

Die Abweichung der Soll-Einstuerer-Sequenz von der tatsächlich produzierten Ist-Sequenz wird als Reihenfolgegüte gemessen. Diese wird wie folgt definiert:

$$\text{Reihenfolgegüte: } RFG = 1 - \frac{\text{Anzahl zurückgestellter Aufträge im Intervall}^*}{\text{Intervalllänge}}$$

Die Intervalllänge betrachtet typischerweise eine Schicht oder ein Tagespaket. Als Gütekriterium gibt die Reihenfolgegüte an, welcher Anteil der Aufträge zum geplanten Zeitpunkt gefertigt wurde. Muss ein Auftrag in der Perlenkette „umgereiht“ werden, weil es Qualitätsprobleme in der Produktion gab oder ein Zulieferteil nicht rechtzeitig zur Verfügung steht, dann müssen alle JIS angelieferten Teile analog umsortiert werden. Dies ist mit nicht unerheblichen Kosten verbunden.

## 8 Reihenfolge als Synchronisationsinstrument der Produktions und Zulieferprozesse

Die Produktionsplanung in der Endmontage ist ein unternehmenskritischer Bereich, da die meisten Leistungsmerkmale auf dem Markt direkt oder mittelbar von der Endmontage abhängen. Neben der Liefertermintreue, der Belieferungsflexibilität und der *time to market* spielt die Produktqualität eine zentrale Rolle.

Die in verschiedenen Unternehmensbereichen angesiedelten und zum Teil divergenten Ziele können in einer entscheidungsunterstützenden Umgebung gegeneinander quantitativ abgewogen werden. Dies erhöht die Transparenz und Akzeptanz der logistischen Prozesse beim Hersteller und seinen Zulieferern: insbesondere, wenn der Einsatz des Sequencing-Tools durch eine entsprechende Beratung eingeführt wird, in welcher die die Endmontageplanung betreffenden Unternehmensziele herausgearbeitet werden.

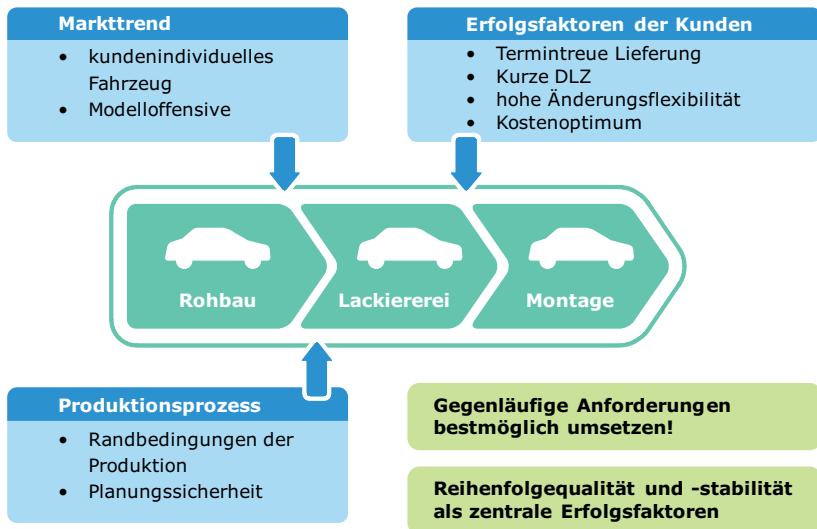
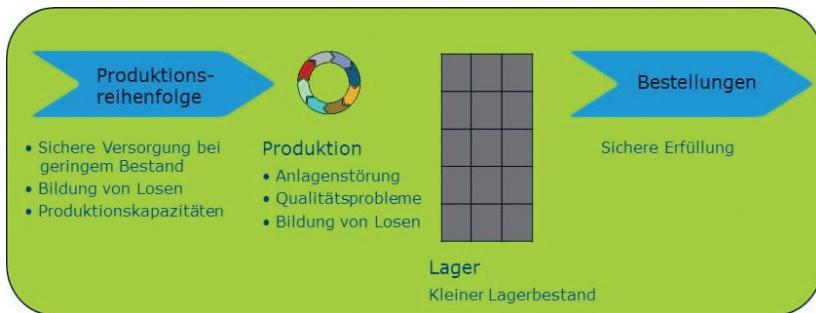


Abbildung 4: Gegenläufige Anforderungen an die Produktion treffen bei der Reihenfolgeplanung aufeinander.

Sequencing ist Bestandteil einer größeren Struktur, bei der die Netzwerkoptimierung und die Rückwärtsterminierung wichtige Bestandteile sind. Die reihenfolgeabhängigen Ziele in der Produktionsplanung des gesamten JIS-Zulieferernetzwerkes werden mit berücksichtigt. In der reihenfolgesynchronen Einschleusung werden die Ziele durch eine geeignete Wichtung überlagert.

## 9 Variantensteuerung in der Lackieranlage

Die Lackierung ist einer der instabilsten Prozesse in der Automobilfertigung. Die Schwierigkeiten sind auf umweltverträgliche Lacke, Trockenverfahren, Farb- und Materialrückstände, verschiedenartige Lacke und Farben, Chargen- und Lieferantenwechsel bei den Farben, einem mehrstufigen Lackierprozess mit bis zu 5 Lackschichten und die Instabilität der verschiedenen Komponenten zurückzuführen. Als Konsequenz stehen lackierte Karossen nicht zum geplanten Zeitpunkt zur Verfügung. Die im Vorfeld geplante Reihenfolge für die Endmontage kann nicht umgesetzt werden.



*Abbildung 5: Instabile Produktionsprozesse werden durch die Variantensteuerung so beplant, dass eine maximale Liefertreue bei minimalem Bestand erreicht wird.*

Folgende Leistungsmerkmale sind davon betroffen:

- Nicht eingehaltene Liefertermine beim Kunden
- Hohe Materialbestände für Pufferung
- Späte Generierung der JIT/JIS Sequenzabrufe mit extrem kurzen Reaktionszeiten beim Zulieferer
- Begrenzung der Variantenzahl im Produktionsspektrum

## 10 Beschreibung der Variantensteuerung

Die OptWare|Variantensteuerung ist ein Standard-Softwarepaket zur Optimierung und Stabilisierung mehrstufiger Produktions- und Zulieferprozesse in der Automobil-Zulieferindustrie.

Die OptWare|Variantensteuerung berechnet optimierte Reihenfolgen für die unterschiedlichen Produktionsstufen. Diese verschiedenen Reihenfolgen erfüllen die jeweiligen Produktionsrestriktionen bestmöglich. Außerdem wird die Reihenfolge unter der Berücksichtigung von Störungen und Reihenfolgeverwirbelungen gebildet um mit einem minimalen Bedarf an Puffer- bzw. Lagerplätzen die gewünschte Liefertreue zu erzielen. Die OptWare|Variantensteuerung erhöht bzw. optimiert so die Sequenzstabilität.

Die Variantensteuerung bildet den Materialfluß einer Zulieferproduktion ab. Kern der Logistikaufgabe ist der Übergang von einer Wiederholungsfertigung identischer Teile zur Unikatfertigung. Die Variantensteuerung beplant etwa 10 bis 1000 Teiletypen. Erstellungsstrategien wie Kanban-Systeme müssen für jeden Typ die Materialreichweite getrennt sicherstellen. Extreme Bestände wären die Folge. Eine auftragsbezogene Unikatlogistik antizipiert hingegen nicht an der höheren Verfügbarkeit häufiger Teile, und kompensiert Prozess-

zeitschwankungen durch physischen Bestand. Die Variantensteuerung plant die Verfügbarkeit je nach Teilehäufigkeit.

Die Funktion erfolgt über die Erzeugung differenzierter Reihenfolgen für Lackeingang und Endmontage.

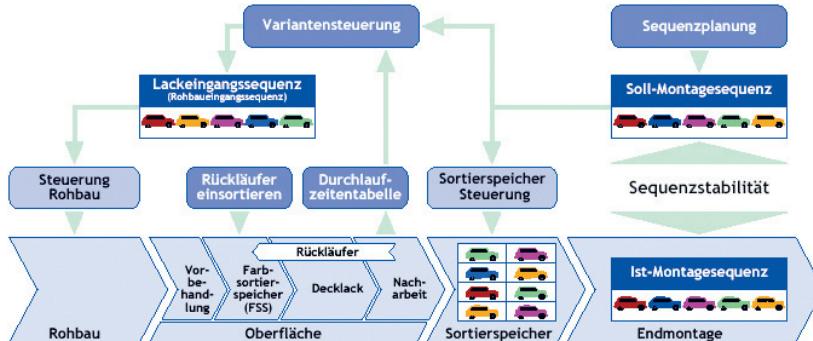


Abbildung 6: Schematischer Überblick über die OptWare|Variantensteuerung

Durch eine Schnittstelle zu den Ist-Produktionsdaten (MES/BDE) lernt die Optimierung kontinuierlich mit.

Über Zählpunkte im Leitsystem werden die Durchlaufzeiten der Karossen im Lack erfasst. Im Karossernlager werden in Farbe und Rohbauform gleiche Karossen nach dem Prinzip der späten Auftragszuordnung vertauscht.

Auf Basis dieser Informationen wird der Materialfluss in Farbsortierspeicher, Dachlack, Nacharbeit und Karossernlager beplant. Die Verwirbelung durch Nacharbeit und Rückläufer wird im Lackeingang berücksichtigt. Im Karossernlager wird die Endmontagesequenz wesentlich exakter erzeugt als in der konventionellen Steuerung mit identischer Lackeingangs- und Endmontagesequenz.

Die OptWare Variantensteuerung startet den Rohbau bzw. die Lackierung unter Berücksichtigung der Farbpulks und der volatilen Prozesszeiten. Durch Rückläufer und Nacharbeit unterliegt die Durchlaufzeit im Lack einer erheblichen Streuung.

Die Vertauschung von Gleichteilen entkoppelt die Einsteuuerungs- von der Montagereihenfolge weiter. Genau diesen Streuprozess rollt die Variantensteuerung auf.

## **11 Prozessvoraussetzungen für die Verwendung der Variantensteuerung im Betrieb**

Voraussetzung für die den Einsatz der OptWare|Variantensteuerung ist, dass die entsprechenden Produktionssysteme in der Lage sind in Rohbau, Oberfläche und Endmontage mit verschiedenen Sequenzen aufzusetzen.

Die späte Auftragszuordnung, also die Veränderung der Zuordnung von produziertem Fahrzeug zu dem damit verbundenen Fahrzeug, ist vor allem in den Vorstufen der Rohbaukarosse und der lackierten Karosse wesentlich.

Die Prozesszeiten der instabilen Prozesse müssen auf denselben Merkmalen vorhanden sein, wie die Merkmale der zu vertauschenden Teile bzw. Fahrzeuge.

## **12 Modellierung von Restriktionen der Gewerke**

Die Abbildung der unter Abschnitt 6 beschriebenen Anforderungen erfolgt über einen Abstraktionsschritt.

Der Planer parametert seine Optimierungsziele über die Festlegung der Anforderungen an die Merkmale des Auftrages, sowie die Priorisierung der Anforderungen [3].

Die neben der Maximierung der Reihenfolgestabilität der Endmontage möglichen zusätzlichen Anforderungen an die Reihenfolge umfassen neben der Gleichverteilung die Einhaltung von Abständen (minimal und maximal), die Zusammenfassung zu Pulks eine Pulk-Gleichverteilung, die Festlegung von Zeitfenstern, den Ausschluss bestimmter Rüstwechselfolgen, sowie die Berücksichtigung von Fertigungs- bzw. Einbauzeiten. Weitere Restriktionen werden in Zusammenarbeit mit dem Kunden individuell festgelegt.

- Gleichverteilungsbedingung: Mit dieser Heuristik legt der Planer für jedes Fahrzeugmerkmal eine Vorgabeverteilung über die Sequenzpositionen fest, deren Einhaltung einen sehr harmonischen Produktionsverlauf gestattet.
- Minimal- und Maximalabstände: Diese können durch den Planer für jedes Merkmal separat nach Abstand und Priorität eingestellt werden. Damit können taktzeitüberschreitende Einbauzeiten bei selteneren Ausstattungen ohne Durchsatzverlust garantiert werden.
- Minimal- und Maximalpulk-Bedingungen: Hiermit können Rüstwechsel reduziert oder Belastungsspitzen vermieden werden. Maximalpulks vermeiden in der Regel eine zu hohe Abdrift einer speziellen Station in der Endmontage, während Mindestpulks übergreifend innerhalb der gesamten JIS-Supply Chain Rüstwechsel vermeiden helfen.

- Zeitfenster: Qualität besteht aus Fertigungs- und Zeitaspekten, der erste Qualitätseindruck ist für den Kunden die Einhaltung des bestätigten Liefertermins. Die Festlegung von Fertigungszeiträumen ermöglicht hier eine sehr enge Verzahnung der Produktionsreihenfolgen mit den Kundenanforderungen.
- Rüstwechselselfolgen: Bestimmte Rüstwechselselfolgen erweisen sich als besonders aufwendig und können daher ausgeschlossen werden, bzw. es kann ein Mindestabstand zwischen dem Auftreten verschiedener Attribute definiert werden.

## 14 Anforderung an die IT

Die preiswerte Verfügbarkeit leistungsstarker Rechnersysteme ermöglichen bereits heute den Einsatz moderner, leistungsfähiger Softwarelösungen, die auf der Grundlage der Auftragsdaten aus auftragsführenden ERP/PPS-Systemen zusammen mit den spezifischen Anforderungen aus der Produktion Lösungen aufbauen. Mit dem Einsatz der Variantensteuerung kommt eine Verzahnung dieser Systeme mit den die Prozessdaten erfassenden MES/PPS-Systemen hinzu.

Die Optimierung hat die folgenden Input- und Outputgrößen.

Input:

- Auftragsdaten inkl. Ziel-Liefertermine
- Lagerbestand/Lagergröße
- Constraints
- Optimierungsparameter
- Durchlaufzeitverteilungen für vorgelagerte Gewerke
- Stammdaten

Output:

- Optimierte Sequenz/Sequenzen für die Produktion bzw. verschiedenen Produktionsstufen
- Ungeplante Fahrzeuge

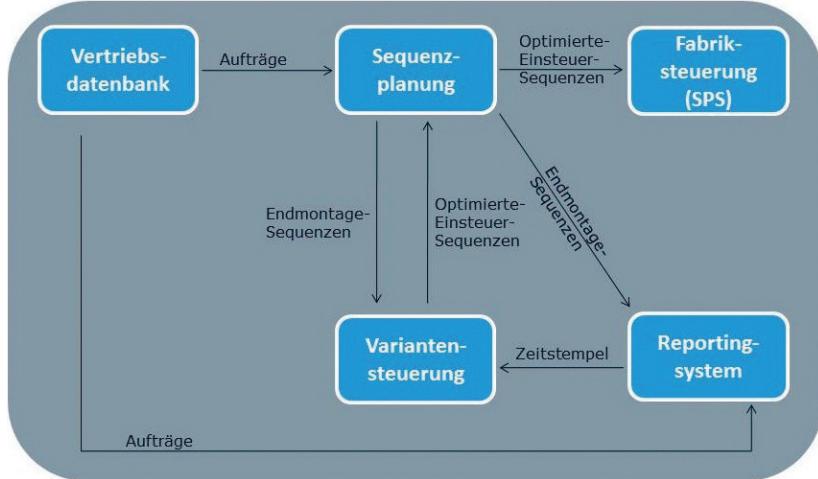


Abbildung 7: Datenintegration der Variantensteuerung

## 15 Schlußbemerkung

Eine optimale Produktionsplanung und –steuerung ist in der heutigen Zeit in allen Branchen ein wesentlicher Erfolgsfaktor, da vom Auftragserfüllungsprozess die meisten Leistungsmerkmale auf dem Markt abhängen. Neben der Liefertermintreue, der Belieferungsflexibilität und der time to market spielt die Produktqualität eine zentrale Rolle.

In der Automobilindustrie fließt als zusätzliche Herausforderung die extrem hohe Variantenvielzahl in den Planungsprozess ein. Dies führt zu einer Produktionsplanung auf der Losgröße 1, der sog. Reihenfolgebildung oder Sequenziierung. Wesentlicher Erfolgsfaktor der Automobilindustrie ist die Reihenfolgegüte in der Endmontage. Dies unterstützt die OptWare|Variantensteuerung, die bei vorgegebener Variantenzahl und Entkopplungspuffer für jeden Auftrag den optimalen Einstieuerzeitpunkt ermittelt.

Für die operative Berücksichtigung von Instabilitäten innerhalb eines Systems zur Produktionsplanung sind verschiedene Punkte unabdingbar: das ausgereifte mathematisch-technologisches Fundament, die sehr schnelle und flexible Ankopplung an verschiedene Datensysteme in der Produktion (vom EPR-System bis hin zum MES-System) sowie die in höchstem Maße flexible Integration in die spezifischen Planungs- und Steuerungsprozesse.

Die Vorverlegung des JIT-Impulses von der Einstreuering der Montage in den Vorplanungszeitraum ist der wesentliche Nutzen den man aus der Einführung der Variantensteuerung ziehen kann. Die Platzierung der Software in der Schnittstelle zwischen Produktionsplanung und -steuerung ermöglicht einer leichten Integration in die Systeme des und Prozesse der Hersteller.

## Literaturverzeichnis

*Scholl, A.: Balancing and Sequencing of Assembly Lines. Physica Verlag, Heidelberg 1999.*

Weitere Quellen:

<http://de.wikipedia.org>. Artikel zum Thema Fließfertigung mit Stand vom 26.06.2011

<http://de.wikipedia.org>. Artikel zum Thema Automobilfertigung mit Stand vom 26.06.2011

## Kontakt: Dr. Thomas Hußlein, Dr. Jörg Breidbach

OptWare GmbH, Ladehofstr. 30, 93049 Regensburg

Tel. 0941 568169-0, thomas.husslein@optware.de

# Geschäftsregelbasierte Ansteuerung betrieblicher Anwendungssysteme am Beispiel der Open Source Process Engine Activiti

Vera G. Meister

## 1 Einleitung

Der effektive Support von Geschäftsprozessen gehört zu den zentralen Leistungsversprechen moderner betrieblicher Anwendungssysteme (vgl. [Lusz09], S. 12). Für die Überwindung des zwangsläufigen Interessenkonflikts zwischen den bereitgestellten Standardlösungen durch die Systemhersteller und den kundenindividuellen Anforderungen gibt es eine Reihe von Strategien, die von systemmodifizierender Anpassungsprogrammierung bis zu systemkonformer Anpassung betrieblicher Geschäftsprozesse reicht. Beide Extremstrategien weisen einen Mangel an Flexibilität und Transparenz auf, die jedoch gerade in dynamischen, hochkompetitiven Geschäftsumfeldern erforderlich sind.

Ein flexibles und transparentes Modellierungs- und Implementierungskonzept – basierend auf dem aktuellen Modellierungsstandard BPMN 2.0 – verspricht der Ansatz einer konsequenten Trennung von Akteuren, Geschäftsobjekten und Geschäftsregeln im Sinne von jeweils eigenständigen, kommunizierenden Komponenten in dynamischen Geschäftsprozessen. Als niedrigschwellig einsetzbare technische Integrationslösung kommt die Open Source BPM-Plattform Activiti in Frage, die die Abbildung von Geschäftsregeln mit Hilfe der Business Rule Engine JBoss Drools Expert – ebenfalls ein Open Source Projekt – erlaubt.

Anhand einer Fallstudie zur regelbasierten Kreditlimitprüfung werden zwei Implementierungsszenarios gegenübergestellt: eine rein ERP-basierte Umsetzung und eine Process- und Rule-Engine-basierte Lösung mit ERP-Integration. Dabei wird auf die Entscheidungskriterien Transparenz und Agilität des Prozesses im Rahmen der gegebenen IT-Infrastruktur Bezug genommen. Als ein besonderer Schwerpunkt werden Aspekte des Business-IT-Alignment beleuchtet, also der Kommunikation sowie der Verteilung von Aufgaben und Verantwortung zwischen Fachexperten und IT-Experten in dynamisch anzupassenden Geschäftsprozessen. Abschließend wird der Nutzen eines Einsatzes von Process- und Rule-Engines in der Wirtschaftsinformatiklehre an Fachhochschulen thematisiert.

## **2 Der Grundkonflikt: mangelndes Business-IT-Alignment**

Was ist eigentlich gemeint, wenn von Business-IT-Alignment die Rede ist? Ganz allgemein versteht man unter Alignment eine Ausrichtung aufeinander, ein abgestimmtes Zusammensehen bei der Verfolgung gemeinsamer Ziele. Dafür bedarf es zunächst einer gemeinsamen Kommunikationssprache. Die „Sprache“ der Geschäftsprozessmodellierung basiert auf Formen bzw. Symbolen zur Darstellung von Prozessmodellen. Prozessverantwortliche und Prozessmanager bevorzugen dafür leicht verständliche Ablaufdiagramme, sogenannte Flowcharts, während Softwareentwickler formal strengere Darstellungsformen bevorzugen, wie sie in der Unified Modeling Language (UML) gebündelt sind. Und obgleich die Object Management Group (OMG) – das Standardisierungskonsortium der Softwareindustrie – einige Anstrengungen unternahm, die UML-Aktivitätsdiagramme als gemeinsamen Standard für Fach- und IT-Experten zu etablieren, führte das nicht zu einer substanzialen Annäherung.

Die Diagramme selbst spiegeln jedoch nur die Oberfläche des spezifischen Prozesswissens. Der wesentliche Teil liegt darunter und wird von beiden Parteien sehr unterschiedlich repräsentiert. Während Betriebs- und Organisationswirtschaftler textbasierte Beschreibungen bevorzugen, komprimieren Software-Ingenieure ihre Erkenntnisse in strukturierten – hoffentlich gut kommentierten – Quellcodes. Zwischen beiden Repräsentationsformen gibt es keine wechselwirkende Verbindung, sodass eine von der Fachseite vorgenommene Veränderung in einem Flowchart oder einer Beschreibung keineswegs zwingend in Software umgesetzt wird und vice versa, ad hoc vorgenommene Änderungen im Quellcode eines betrieblichen Anwendungssystems oft keinen Niederschlag in den fachlichen Prozessmodellen und -beschreibungen finden.

Es lassen sich also deutliche Brüche sowohl auf der Ebene der Modellierung selbst als auch auf der darunter liegenden Ebene der Repräsentation des Prozesswissens zwischen Fach- und IT-Experten beobachten. Leider kann man nicht einmal davon ausgehen, dass im Rahmen des Geschäftsprozessmanagements gemeinsame Ziele verfolgt werden. Selbst wenn Fach- und IT-Experten in einem Projekt zur Prozessoptimierung zusammenarbeiten, haben sie unterschiedliche Ziele im Blick. Während sich betriebswirtschaftliche Führungskräfte vordringlich um prozessbezogene Kennziffern (sogenannte Key Performance Indicators) kümmern, fokussieren IT-Projektmanager primär auf ihre Projektkennziffern, in voller Überzeugung, dass der Projekterfolg nahezu sicher eine Verbesserung der Prozesskennziffern nach sich zieht. Die betriebliche Praxis kennt eine Reihe von Gegenbeispielen dafür.

Am günstigsten stellt sich die Situation auf der Ebene der externen Steuerungsziele dar. Beide Parteien streben in der Regel einen höheren Grad der Prozessreife an, um marktgewünschte Zertifikate zu erwerben (Fach-Sicht) bzw. Service-Level-Agreements einzuhalten (IT-Sicht). Betriebswirtschaftlich ausgerichtete Zertifikate weisen in der Tat immer größere Schnittmengen zu IT-orientierten Zertifizierungsstandards auf. Das lässt sich besonders gut an der wachsenden Bedeutung von ITIL ablesen – einem standardisierten Zertifizierungsrahmen für IT-Infrastrukturen in Unternehmen und Einrichtungen.

Tabelle 1 fasst die verschiedenen Betrachtungsebenen für das Business-IT-Alignment im Geschäftsprozessmanagement zusammen.

Fach-Sicht auf Geschäftsprozess-Mgt.	Alignment-Kriterien	IT-Sicht auf Geschäftsprozess-Mgt.
Flowcharts	<b>Modellierungs-„Sprache“</b>	UML
Beschreibungen	<b>Wissensrepräsentation</b>	strukturierter Quellcode
Prozesskennziffern	<b>operationale Zielgrößen</b>	Projektkennziffern
Prozessreife, Zertifikate	<b>externe Steuerziele</b>	Prozessreife, SLA

*Tabelle 1: Betrachtungsebenen für Business-IT-Alignment*

Auf drei von vier Betrachtungsebenen muss heute typischerweise von mangelndem Business-IT-Alignment gesprochen werden. Inwiefern der neue Modellierungsstandard der OMG zu einer Verbesserung dieser Situation zumindest entlang der Kriterien Modellierungssprache und Wissensrepräsentation beiträgt, wird im folgenden Abschnitt analysiert.

### 3 BPMN 2.0 als Lösungsansatz

Im Januar 2011 wurde im Ergebnis eines mehrstufigen, komplizierten Abstimmungsprozesses der nicht-proprietäre Modellierungsstandard BPMN 2.0 durch die OMG spezifiziert. In diesen Prozess waren namhafte Vertreter von Herstellern betrieblicher Anwendungs- bzw. Prozessmanagementsysteme involviert, wie z. B. IDS Scheer, IBM, Oracle und SAP. Während in der ersten Version BPMN für Business Process Modeling Notation stand, gilt nun eine leicht modifizierte Lesart: Business Process Model and Notation. Dieses Detail weist bereits darauf hin, dass es sich bei dieser neuen Version um weit mehr als einen grafischen Modellierungsstandard handelt. In der Einführung konstatiert die OMG: “The primary goal of BPMN is to provide a notation that is readily understandable by all business users, from the business analysts that create the initial drafts of the processes, to the technical developers respon-

sible for implementing the technology that will perform those processes, and finally, to the business people who will manage and monitor those processes. Thus, BPMN creates a standardized bridge for the gap between the business process design and process implementation. ([Obje11], S. 1)". Die leichte Verständlichkeit für Fachanwender resultiert daraus, dass die Grundlagen der grafischen Notation aus den besten Ideen verschiedener bestehender Notationen konsolidiert wurden. Sie lässt sich auch an der schnell wachsenden Popularität von BPMN in fachlichen Anwenderkreisen ablesen. Gleichzeitig erlauben differenzierte Feintuning-Instrumente den für technische Anwender notwendigen Grad der Strenge. Die eigentliche Innovation besteht jedoch darin, dass XML-basierte Prozessausführungssprachen durch eine fachlich orientierte Notation visualisiert werden können und vice versa, grafisch modellierte Prozesse durch BPMN-2.0-kompatible Entwurfswerkzeuge parallel als ausführbarer Code ausgegeben werden. Damit wird die Entwicklungsarbeit wesentlich unterstützt. Es entsteht also in der Tat eine Brücke zwischen den Fachexperten und den IT-Experten im Geschäftsprozessmanagement.

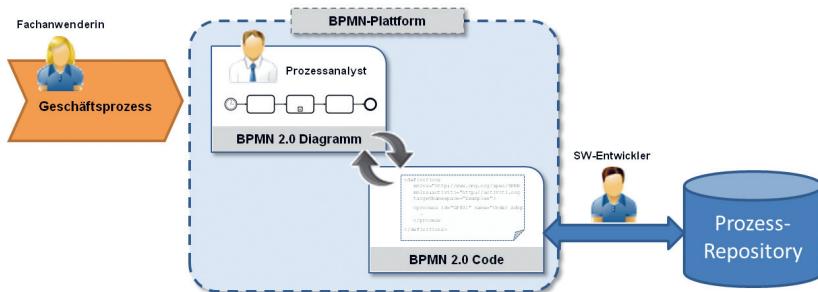


Abbildung 1: BPMN 2.0 als Brücke zwischen Fach- und IT-Experten

Zur genaueren Beschreibung der Qualitäten dieser Brücke, insbesondere im Hinblick auf die Alignment-Kriterien gemäß Tabelle 1, soll nun ein Referenzmodell eingeführt werden. Anhand dieses Modells wird verdeutlicht, welche Akteure mit welchen Anforderungen in das Geschäftsprozessmanagement gehen und welchen Nutzen sie aus einem BPMN-2.0-Framework ziehen können. Sollen Geschäftsprozesse optimal durch IT-Werkzeuge unterstützt werden, so erfordert das ein abgestimmtes Vorgehen der verantwortlichen Akteure auf mehreren Ebenen. Das sind insbesondere (vgl. [Freu10], S. 12 f.):

- auf der Geschäftsführungsebene – der *Prozesseigner*, der die strategische Verantwortung für einen Prozess und seine Verbesserung trägt,
- auf der administrativen Ebene – der *Prozessmanager*, der alle operativen Entscheidungen im Rahmen von Prozessoptimierungsprojekten verantwortet,

- auf der operativen Ebene – die *Prozessbeteiligten*, die für die Wertschöpfung in den Prozessen sorgen und von Prozessoptimierungsprojekten unmittelbar betroffen sind,
- quer zu allen Ebenen – der *Prozessanalyst*, der u. a. Lösungsvorschläge bzw. Sollkonzepte im Rahmen von Prozessoptimierungsprojekten erarbeitet,
- auf der Ebene der IT-Infrastruktur – der *Prozessingenieur*, der die vom Prozessanalysten modellierten Soll-Prozesse technisch umsetzt.

Zur Gruppe der Fachanwender (Business User) zählen der Prozesseigner, der Prozessmanager und die Prozessbeteiligten. Der Prozessingenieur ist der IT-Experte, während der Prozessanalyst eine Zwischenstellung einnimmt. In der betrieblichen Realität findet sich oftmals nicht so eine idealtypische Rollenteilung, insbesondere die Rolle des Prozessanalysten ist häufig unbefriedigend ausgefüllt. Im schlechtesten Fall arbeitet der Prozessingenieur auf Zuruf der Prozessmanager oder Prozessbeteiligten (auf der Basis von sogenannten Calls) mit der permanenten Gefahr von Missverständnissen. Jeder dieser Akteure hat einen anderen Blick auf ein und denselben Prozess. Die Nutzung eines gemeinsamen BPMN-2.0-Frameworks unterstützt ihr Zusammenwirken und damit das Business-IT-Alignment in folgender Weise:

- *Modellierungssprache*  
BPMN 2.0 bietet ein einheitliches Visualisierungskonzept für alle Prozessakteure mit der Möglichkeit, den Grad der Komplexität und Detailliertheit an die verschiedenen Bedürfnisse anzupassen (siehe auch Abbildung 2).
- *Wissensrepräsentation*  
Wesentliche Prozessinformationen können in BPMN 2.0 direkt hinterlegt werden. Fachliche und technische Modelle basieren auf gemeinsamen Quellen. Damit führen fachlich modellierte Anforderungen (fast) automatisch zu entsprechendem ausführbarem Code. Umgekehrt bietet BPMN 2.0 die Option, technische Änderungen in einem angepassten fachlichen Modell zu hinterlegen und zu kommunizieren.
- *Operationale Zielgrößen*  
BPMN-2.0-basierte Werkzeuge unterstützen nicht nur die (teil-)automatische Ausführung von Prozessen, sie führen en passant präzise Aufzeichnungen über die ausgeführten Prozesse und unterstützen wirkungsvoll das Prozesscontrolling. Die operationalen Zielgrößen der Fachanwender werden damit zu einem Teil des IT-Projektes.
- *Externe Steuerziele*  
Die prinzipielle Austauschbarkeit der Prozessmodelle zwischen Fachanwendern und IT-Experten ermöglicht nachhaltiges Geschäftsprozessmanagement und trägt somit zur Förderung der Prozessreife bei.

Es sei angemerkt, dass die genannten Features eines BPMN-2.0-Frameworks ihre nutzbringende Wirkung nicht im Selbstlauf entfalten. Es bedarf darüber hinaus einer gelebten Verantwortung und einer kontinuierlichen Pflege der Prozessmodelle und Informationen. Allerdings sind die Rahmenbedingungen dafür wesentlich komfortabler und leistungsfähiger geworden. Am Ende dieses Abschnitts sollen die Modellierungsanforderungen der unterschiedlichen Akteure anhand des Referenzmodells grob umrissen werden. Ausführlichere Informationen und Darstellungen dazu finden sich im Kontext des Anwendungsfalles in Abschnitt 5.

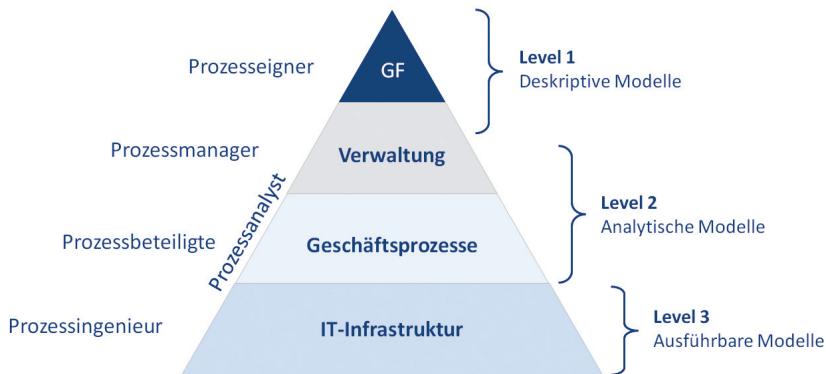


Abbildung 2: Referenzmodell für BPMN-2.0-Prozessmodellierung

Ein deskriptives Modell (Level 1) beschreibt einen Geschäftsprozess aus der Management-Perspektive. Es nimmt nur den Standardfall in den Fokus und kommt daher mit einer reduzierten Symbolpalette aus. Ausführungsdetails bzw. komplexe Choreografien sind auf diesem Niveau nicht darstellbar. Deskriptive Modelle dienen in erster Linie der Verständigung der Prozessverantwortlichen im Hinblick auf grundsätzliche Abläufe und Prozessindikatoren. Analytische Modelle (Level 2) sind der Arbeitsschwerpunkt des Prozessanalysten. Sie nehmen Bezug auf komplexere Verzweigungen und Choreografien zwischen verschiedenen Prozessbeteiligten. Neben dem Standardfall werden hier bereits wesentliche Abweichungen bzw. Problemfälle modelliert. Dafür wird eine breitere Symbolpalette benötigt. Der gravierendste Unterschied zu den deskriptiven Modellen liegt jedoch in der Anreicherung der Modelle durch präzise Prozessinformationen „unter der Oberfläche“. Analytische Modelle sind ein wichtiger Schritt hin zu ausführbaren Modellen (Level 3). Hier geht es zusätzlich darum, alle technischen Feinheiten und Eventualitäten abzufangen, d. h. sämtliche denkbaren Fehlerfälle auszumodellieren. Mit BPMN 2.0 kann diese Arbeit im ersten Schritt mit Hilfe eines grafischen Prozessdesigners durchgeführt werden. Der im Hintergrund generierte ausführbare BPMN-2.0-Code be-

darf jedoch vor der Implementierung in ein betriebliches Anwendungssystem einer gewissen Überarbeitung, zumindest jedoch einer Anpassung.

## 4 Modellierung von Geschäftsregeln

Unter Geschäftsregeln werden standardisierte (automatisierbare) Entscheidungsmuster in der Steuerung von Geschäftsprozessen verstanden, die in Abhängigkeit von auswertbaren Vorbedingungen definiert sind. Das Konzept der Geschäftsregeln bewegt Analysten und Entwickler seit den 1980er Jahren. Als maßgeblicher Wegbereiter trat die Business Rules Group in Erscheinung, die inzwischen mit der OMG fusioniert ist. In ihrem Abschlussbericht aus dem Jahr 2000 findet sich folgende Definition: „A business rule is a statement that defines or constrains some aspect of the business. It is intended to assert business structure or to control or influence the behavior of the business. The business rules that concern the project are atomic – that is, they cannot be broken down further [Busi00].“ Unter dem Dach der OMG wurde 2008 eine umfangreiche Spezifikation zur Semantik von Geschäftsvokabular und Geschäftsregeln veröffentlicht [Obje08]. Dieser Standard begründet eine eigene Sprache zur Regelmodellierung im Kontext einer umfassenden Geschäftssemantik, was hier nicht weiter vertieft werden soll.

Zur Illustration sollen zwei Beispiele für typische Geschäftsregeln dienen. Beispiel 1 betrifft einen Vorgang im Kernprozess eines Unternehmens, während Beispiel 2 dem personalwirtschaftlichen Supportprozess zuzuordnen ist.

<b>Beispiel 1: Zahlungsbedingungen für einen Kundenauftrag</b>		
Skonto und Zahlungsziel werden in Abhängigkeit von der Kundengruppe gewährt.		
Wenn	Dann	Erläuterung
Laufkunde	sofortige Zahlung	
Normalkunde	10 Tage 2 % Skonto, 30 Tage Zahlungsziel	Die Kundengruppe ist ein Merkmal im Kundenstamm, das bei Anlage eines Auftrags ausgewertet wird.
Sonderkunde	nach individueller Vereinbarung	

<b>Beispiel 2: Elektronischer Urlaubsantrag eines Mitarbeiters</b>		
Die Entscheidungsbefugnis richtet sich nach der Anzahl der beantragten Urlaubstage.		
Wenn	Dann	Erläuterung
≤ 3 Tage	Entscheidung trifft Teamleiter	
> 3 Tage, < 30 Tage	Entscheidung trifft Abteilungsleiter	Die Anzahl der Urlaubstage wird vom Portal ausgewertet und der Antrag dem jeweiligen Entscheider zugeleitet.
≥ 30 Tage	Entscheidung trifft Geschäftsführer	

Tabelle 2: Beispiele für Geschäftsregeln in Unternehmen

Die Modellierung von Geschäftsregeln ist Gegenstand eines analytischen Prozessmodells. Die BPMN-2.0-Notation hält dafür einen speziellen Aufgabentypen bereit, die Geschäftsregel-Aufgabe.



Abbildung 3: BPMN-2.0-Symbol für eine Geschäftsregel-Aufgabe (für Beispiel 1)

Aufgaben werden in der BPMN-Notation grundsätzlich mit abgerundeten Rechtecken symbolisiert. Es handelt sich dabei um Aktivitäten in Geschäftsprozessen, die je nach Typ von einem Benutzer oder einem Skript gesteuert, manuell oder durch einen Service-Aufruf ausgeführt werden etc. Zur Differenzierung von Aufgabentypen wurden in der BPMN-2.0-Spezifikation standardisierte Marker eingeführt. Da Geschäftsregeln häufig in Entscheidungstabellen abgelegt werden, bot sich für diesen Aufgabentyp ein Tabellsymbol als Marker an. Aufgabentypen verfügen über ein spezifisches Portfolio an Attributen. Für eine Geschäftsregel-Aufgabe kann zusätzlich zu den generellen Aufgaben-Attributen (z. B. zur Spezifikation der Inputs und Outputs einer Aufgabe) ein weiteres Attribut hinterlegt werden, welches die Art der Implementierung – d. h. die Art der informationstechnischen Abbildung und Umsetzung – der Geschäftsregel definiert. Im folgenden Abschnitt werden verschiedene Implementierungsvarianten vorgestellt und gegeneinander abgewogen.

## 5 Implementierung von Geschäftsregeln

Wie im vorigen Abschnitt bereits dargestellt, sind Geschäftsregeln ein wichtiges Strukturierungs- und Gestaltungselement in der Aufbau- und Ablauforganisation von Unternehmen. Es ist also ratsam, die Implementierung von Geschäftsregeln in den Kontext der informationstechnischen Modellierung von Geschäftsprozessen und Unternehmensstrukturen – hier insbesondere des Rollen- und Berechtigungskonzeptes – zu setzen. Die gesamte Thematik ist enorm komplex und erlaubt eine große Bandbreite von Lösungen. Im Folgenden soll die hochrelevante Frage, inwiefern ein IT-Projekt zu Veränderungen in der Aufbau- und Ablauforganisation im Unternehmen führt, ausgespart werden. Vielmehr werden zwei grundsätzliche Implementierungsansätze für bestehende – auch dynamische – fachliche Anforderungen in den Fokus ge-

nommen: eine reine ERP-Standardlösung auf der einen Seite und eine integrierte Lösung aus ERP-System, Process Engine und Rule Engine auf der anderen Seite.

### 5.1 ERP-Standardlösung

Die Passfähigkeit von ERP-Standardlösungen auf die konkreten betrieblichen Strukturen, Aufgaben, Abläufe und Regeln ist von vielen Faktoren abhängig. Die Berater von Microsoft Business Solutions sprechen von einem Verhältnis von 70 : 30. Im Mittel sollen also 70 % der betrieblichen Anforderungen durch vorprogrammierte Optionen des Systems implementiert werden können, die restlichen 30 % müssen im Bedarfsfall durch Anpassungsprogrammierungen bzw. die Anbindung von weiteren Systemen umgesetzt werden. Insbesondere bei der Implementierung von Geschäftsregeln weisen solche Projekte hartnäckige Zielkonflikte auf (s. Abbildung 4). Eine endgültige Entscheidung fällt demnach häufig schwer. Entscheidet sich das Unternehmen für einen schwachen Regelsupport, mindert es den Implementierungsaufwand und sichert maximale Flexibilität. Andererseits jedoch bietet ein solches System kaum Instrumente für Monitoring und Kontrolle, was die problematische Kehrseite der Flexibilität – die Willkür – auf den Plan bringt. Eine Ausprogrammierung der Regeln würde nicht nur den Implementierungsaufwand erhöhen, sondern eine kurzfristige Anpassung der Geschäftsregeln an veränderte Rahmenbedingungen oder Geschäftspolitiken unmöglich machen. Unterstellt man weiter, dass in der Praxis die Anforderungen häufig nicht ausreichend klar spezifiziert bzw. die Geschäftsregeln nicht immer konsistent und schlüssig formuliert sind, kann der Vorteil einer besseren Kontrolle der Regelanwendung die Nachteile kaum aufwiegen.

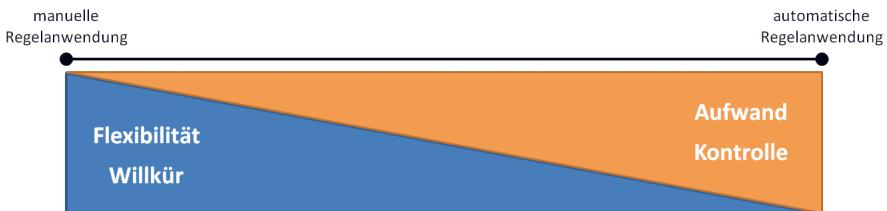


Abbildung 4: Zielkonflikt bei Implementierung von Geschäftsregeln in Standard-ERP-System

Abbildung 5 zeigt die grundsätzliche Choreografie der betrieblichen Akteure und des betrieblichen Anwendungssystems (ERP-System) für die Bearbeitung und Überwachung der regelbasierten Aufgabenbearbeitung.

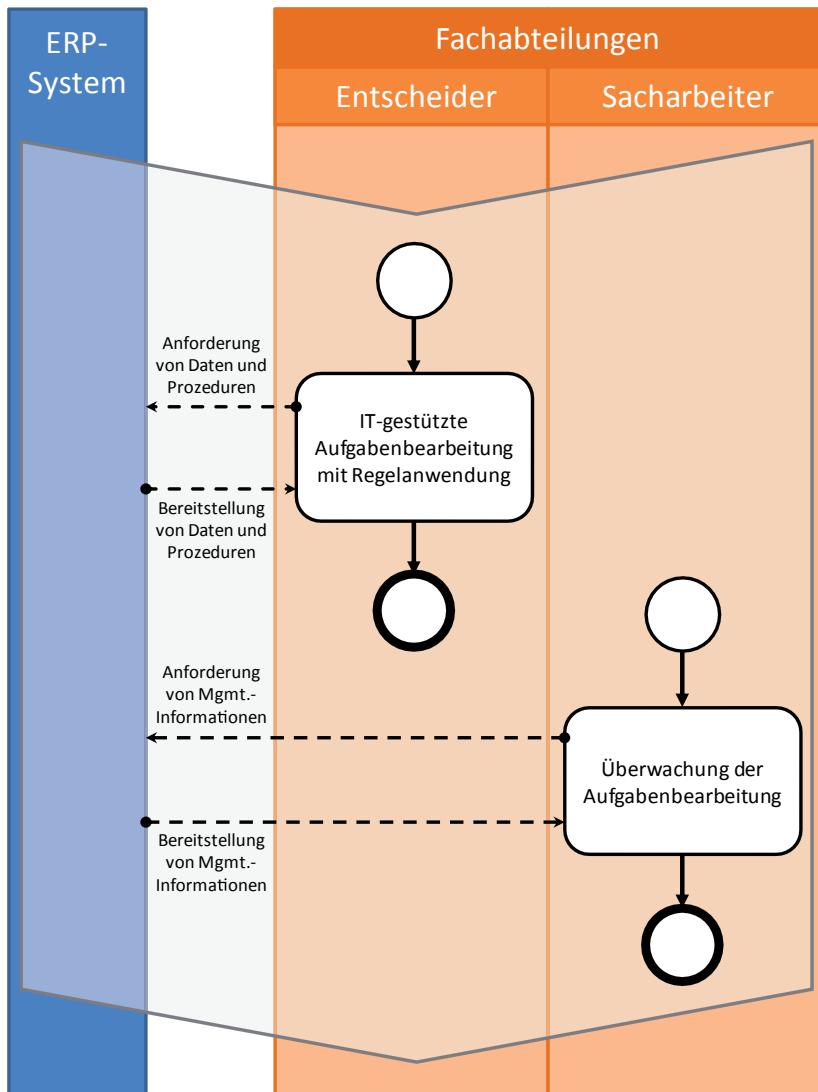


Abbildung 5: Choreografie der betrieblichen Akteure und Systeme bei ERP-Standardlösung

Unabhängig von der Frage, wie flexibel bzw. starr die Regelanwendung im ERP-System implementiert ist, sind weitere Probleme des Prozessmanagements und Prozesscontrollings in einem solchen Setting typischerweise nicht umfassend gelöst. ERP-Systeme bzw. verbundene Management-Informations-Systeme (MIS) stellen zwar je nach Konfiguration eine große Palette von Kontrolldaten und Auswertungen bereit, jedoch mangelt es an einer klaren Verbindung zwischen den ausführenden und den überwachenden/steuernden Prozessen. Auch für Sachbearbeiter kann es sehr unbefriedigend sein, keinen klaren Support bei der Regelanwendung zu erhalten oder – im umgekehrten Fall – eine obsolet gewordene, starr programmierte Regel durch umständliche Workarounds zu neutralisieren oder aber Kunden und Geschäftspartnern gegenüber in Erklärungsnot zu geraten: „Das macht bei uns der Computer, ich kann daran nichts ändern.“

## **5.2 Integrierte Lösung mit ERP-System, Process und Rule Engine**

Einige der potenziellen Defizite einer Implementierung von Geschäftsregeln sind im Abschnitt 5.1 im Kontext einer reinen ERP-Standardlösung dargestellt. In diesem Abschnitt soll nun untersucht werden, ob eine integrierte Lösung unter Einbindung einer Process Engine und einer Rule Engine diese Defizite beheben kann. Die Business Rules Group (BRG) hat für einen kompetenten Umgang mit Geschäftsregeln sehr klare allgemeine und technologiebezogene Prinzipien in einem sogenannten „Business Rules Manifest“ zusammengetragen (vgl. [Busi03]). Einige dieser Prinzipien sollen hier auszugsweise zitiert werden:

### *„Artikel 1. Primäre statt sekundäre Anforderungen“*

- 1.2 Regeln sind ein essentieller und eigenständiger Teil von Geschäfts- und Technologie-Modellen.

### *Artikel 2. Separat von Prozessen statt in ihnen enthalten*

- 2.2 Regeln sind weder Prozesse noch Prozeduren und sollen auch nicht in diesen enthalten sein.

### *Artikel 6. Regel-basierte Architektur statt indirekte Implementation*

- 6.2 Geschäftsregeln direkt auszuführen (z. B. in einer Rule Engine) ist eine bessere Implementationsstrategie als die Regeln in eine prozedurale Form zu transformieren.

### *Artikel 9. Von, durch und für das Personal der Fachabteilungen statt der IT*

- 9.1 Regeln sollen von den Leuten der Fachabteilungen stammen, die Wissensträger sind.
- 9.2 Fachabteilungen sollen Werkzeuge zur Verfügung haben, die bei der Formulierung, Validierung und Verwaltung von Geschäftsregeln unterstützen.“

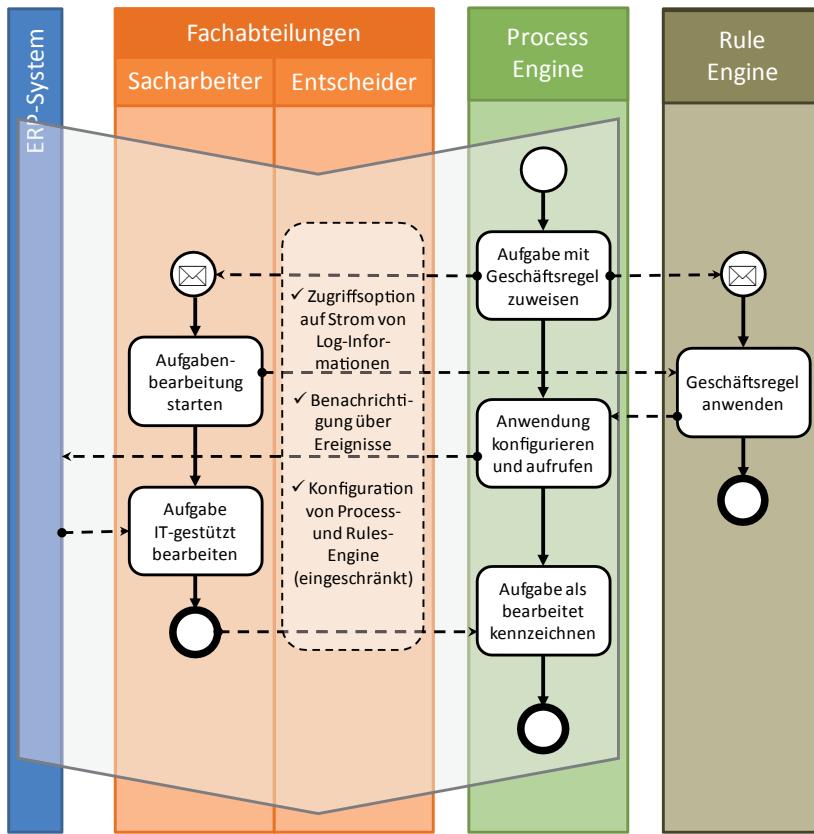


Abbildung 6: Choreografie einer regelbasierten Prozesssteuerung

Abbildung 6 stellt die Interaktionen zwischen den betrieblichen Akteuren, den Geschäftsobjekten in ihrem jeweiligen Bearbeitungsstand (Geschäftsdaten im ERP-System) und den Geschäftsregeln dar. Die Choreografie wird von der Process Engine gesteuert. Sie dokumentiert zudem alle Abläufe, Bearbeitungsstände und Ergebnisse. Im abgebildeten Schema empfängt die Process Engine ein Signal zum Start eines hinterlegten Prozesses. Im ersten Schritt wird dem entsprechenden Sacharbeiter eine Aufgabe per Nachricht zugewiesen. In der Rule Engine wird die passende Geschäftsregel aktiviert. Beginnt der Sacharbeiter mit der Bearbeitung, kommt die Regel zur Anwendung. Die Process Engine veranlasst den Aufruf und die Konfiguration einer Applikation, sodass der Bearbeiter die Aufgabe IT-gestützt erledigen kann. Der erfolgreiche Abschluss der Aufgabe wird an die Process Engine gemeldet und die

Prozessinstanz geschlossen. Wie in Abschnitt 4 ausgeführt, können Regeln bequem und verständlich in Tabellen abgelegt werden. Sofern die Rule Engine eine grafische Benutzerschnittstelle aufweist, über die Regeltabellen von den Fachexperten erstellt, überarbeitet, überprüft und verwaltet werden können, genügt ein so konzipiertes System den zitierten Regeln der BRG.

## 6 Anwendungsfall: Kreditlimitprüfung bei Auftragsannahme

In diesem Abschnitt soll nun ein konkreter Anwendungsfall analysiert werden: der Auftragsannahmeprozess in einem mittelständischen Unternehmen der Spezialfahrzeugvermietung. Das Blockdiagramm in Abb. 7 stellt diesen Prozess im groben Ablauf dar (vgl. [Meis11], S. 72 ff.).



Abbildung 7: Auftragsannahme-Prozess als Blockpfeildiagramm

### 6.1 Falldarstellung und Lösungsvorschläge

In den vergangenen Jahren gab es zunehmend Probleme mit dem Ausfall von Forderungen. Auf Beschluss der Geschäftsführung wurde der Auftragsannahmeprozess einer gründlichen Analyse unterzogen. Zusammen mit Experten aus den Fachabteilungen erarbeitete ein von der Geschäftsführung beauftragter Prozessanalyst zunächst ein fachliches Modell des Prozesses (s. Abbildung 8).

Dabei traten Schwierigkeiten im Teilprozess Kreditlimitprüfung sowie substantielle Verzögerungen im gesamten Auftragsannahmeprozess zu Tage. Die Sachbearbeiter in den Fachabteilungen (Vertrieb, Buchhaltung und Flottenmanagement) arbeiten mit einem integrierten ERP-System, jeweils mit fachspezifischen Benutzerschnittstellen und Berechtigungen. Die Kreditlimitprüfung findet in der Buchhaltung statt. Das ERP-System nimmt eine Auswertung der hinterlegten Daten zu dem Kunden, seinen laufenden Aufträgen und offenen Forderungen vor und gibt bei Überschreiten des Kreditlimits eine Warnmeldung (s. Abbildung 9).

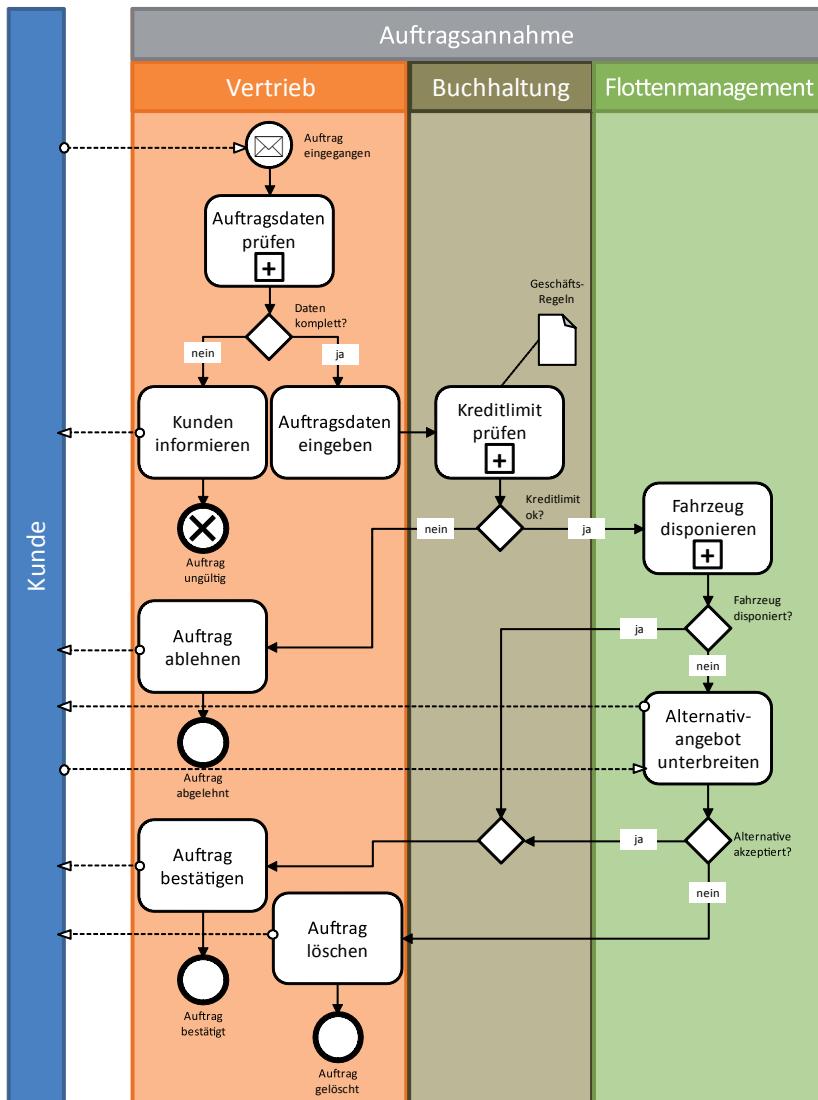


Abbildung 8: Fachliches Modell des Auftragsannahmeprozesses

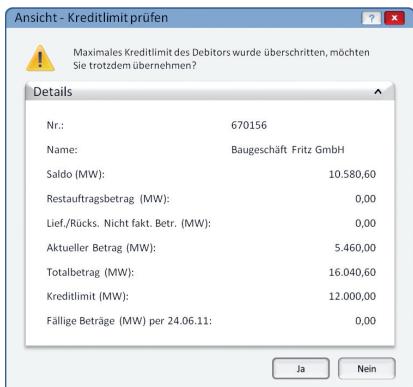


Abbildung 9: Warnmeldung bei Überschreiten des Kreditlimits

Der Sachbearbeiter entscheidet nach der gängigen Regel, dass ein Kundenauftrag abzulehnen ist, wenn die Kreditlimitprüfung negativ ausfällt. Es gab keinen Prozess zur regelmäßigen Aktualisierung des Kreditlimits, sodass Aufträge von möglicherweise solventen Kunden abgelehnt wurden und andererseits Aufträge von wenig zahlungsfähigen Kunden angenommen wurden. Abgelehnte Aufträge wurden teilweise in einer zweiten Runde auf Druck von Vorgesetzten entgegen der Warnmeldung des Systems angenommen. Es ist offensichtlich: die Regelanwendung ist nicht einheitlich und nicht klar, es mangelt an einem effektiven IT-Support dieses Teilprozesses. Es wurden zwei Lösungsansätze vorgeschlagen:

1. Automatisierung der Kreditlimitprüfung und -entscheidung mit Regelanwendung,
2. Einbindung eines Webservices zur ad-hoc-Prüfung der Kreditwürdigkeit bzw. der Zahlungsfähigkeit des Kunden unter Einbindung eines spezialisierten Service-Providers.

## 6.2 Varianten der Lösungsentwicklung

Der Schwerpunkt der Prozessoptimierung liegt auf dem Teilprozess Kreditlimitprüfung, auf den sich die folgenden Ausführungen beschränken werden. Ein schwerwiegender Nachteil der beschriebenen Situation liegt nicht nur in der manuellen Regelanwendung, sondern mehr noch darin, dass es keine automatische Dokumentation der Entscheidungen gibt und somit auch keine Möglichkeiten der Überprüfung und Auswertung. Ein Lösungsmodell soll also nicht nur die Regelanwendung unterstützen, sondern auch automatisch dokumentieren. Zudem sollen die hinterlegten Regeln dynamisch – mit geringem Aufwand – anpassbar sein. Die Anwendungsentwickler diskutieren drei Lösungsvarianten (s. Tabelle 3).

<b>Variante 1</b> Anpassung ERP-System	Das ERP-System wird so angepasst, dass die Regel automatisch angewandt wird. Die Warnmeldung bei Überschreiten des Kreditlimits erlaubt keine direkte Genehmigung oder Verweigerung des Auftrags, sondern fordert den Sachbearbeiter in der Buchhaltung auf, eine differenzierte Bonitätsprüfung über einen Vorgesetzten einzuleiten.
<b>Variante 2</b> Integration Process Engine	Der gesamte Teilprozess wird durch eine Process Engine gesteuert, die über Schnittstellen mit dem ERP-System verbunden ist. Die Geschäftsregeln sind Bestandteil des zugrunde gelegten Prozessmodells. Je nach Situation wird der Auftrag automatisch angenommen oder an einen Verantwortlichen in der Buchhaltung weitergeleitet.
<b>Variante 3</b> Integration Process und Rule Engine	Auch hier wird der Teilprozess durch eine Process Engine gesteuert. Allerdings sind die Geschäftsregeln für die Prüfung des Kreditlimits nicht Bestandteil des Prozessmodells, sondern an eine Rule Engine delegiert. Diese wird von der Process Engine aktiviert. Über eine Benutzerschnittstelle können die Regeln in Form von Tabellen editiert werden.

Tabelle 3: Lösungsvarianten für automatische Kreditlimitprüfung und -entscheidung

Die Umsetzung der Variante 1 wäre gewissermaßen der „Weg des geringsten Widerstandes“. Die IT-Infrastruktur würde in ihrer jetzigen Form weitgehend erhalten bleiben, eine (weitere) Anpassungsprogrammierung würde das System (noch) weiter vom Standard entfernen, was zu deutlichen Mehraufwänden bei zukünftigen Releasewechseln führen könnte. Die Geschäftsregeln wären mehr oder weniger fest (im Rahmen der vorprogrammierten Einstellungsoptionen) vordefiniert, sodass eine flexible Regelanpassung problematisch wäre. Auch das Problem der transparenten Prozessdokumentation wäre nicht gelöst. Hier böte Variante 2 eine bessere Lösung. Grundsätzlich wäre diese Variante auch agiler als Variante 1, denn die der Steuerung zugrundeliegenden Prozessmodelle könnten mit vergleichsweise geringem Aufwand angepasst werden. Allerdings führt die Implementierung der Geschäftsregeln in das Prozessmodell zu aufgeblähten und unnötig komplexen Modellen, die deshalb auch fehleranfälliger und schlechter wartbar wären. Die in Bezug auf Transparenz, Agilität und Wartbarkeit – und damit auch im Hinblick auf das Business-IT-Alignment – beste Lösung bietet somit Variante 3. Abbildung 10 stellt das operativ-technische Modell für diese Variante aus Sicht der Process Engine unter Einbeziehung des Bearbeiters in der Buchhaltung dar.

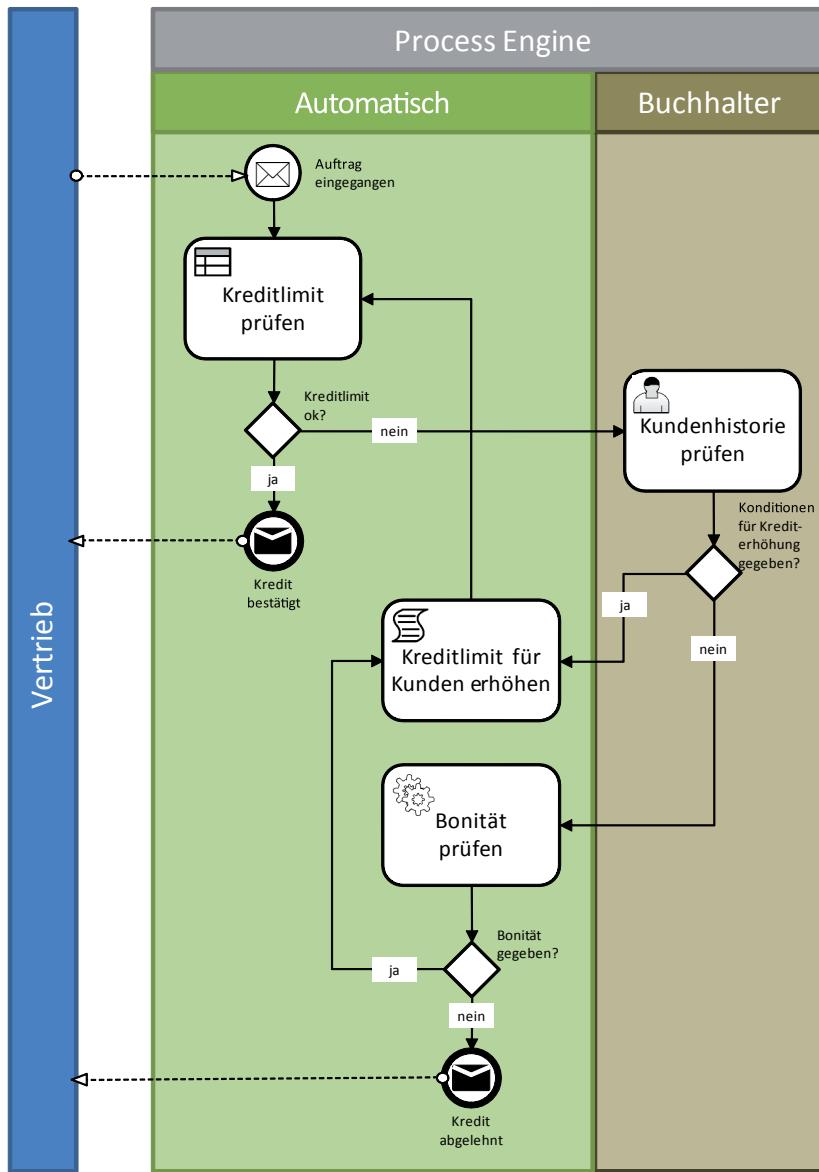


Abbildung 10: Operativ-technisches Modell des Teilprozesses Kreditlimitprüfung

Die Geschäftsregelaufgabe *Kreditlimit prüfen* aktiviert die Rule Engine, welche eine Steuerungsinformation für das folgende XOR-Gateway zurückliefert. Fällt die Entscheidung negativ aus, weist die Process Engine dem Bearbeiter in der Buchhaltung die Benutzeraufgabe *Kundenhistorie prüfen* auf Basis der betreffenden Geschäftsdaten (ERP-System) zu. Entscheidet der Buchhalter auf dieser Grundlage, dass einer Erhöhung des Kreditlimits zugestimmt werden kann, so löst die Process Engine ein Skript aus, dass das Kreditlimit dieses Kunden im Geschäftsobjekt Kundenstammdaten heraufsetzt. Andernfalls wird die Serviceaufgabe *Bonität prüfen* über einen integrierten Webservice angestoßen. Diese Beschreibung erläutert nicht alle Ablaufvarianten des Prozesses, macht jedoch das Zusammenspiel der verschiedenen Komponenten ausreichend deutlich.

### 6.3 Implementierung mit der Process Engine Activiti

Die Open Source BPM-Plattform Activiti ist eine quellöffentne Workflow Engine, die nicht nur die technische Prozessausführung unterstützt, sondern auch die grafische Modellierung auf Basis des globalen Standards BPMN 2.0. Gleichzeitig bietet Activiti optimalen Support für die klassische code-basierte Softwareentwicklung. Die Abbildung 11 liefert einen Überblick über die verschiedenen Komponenten der Activiti-Plattform.

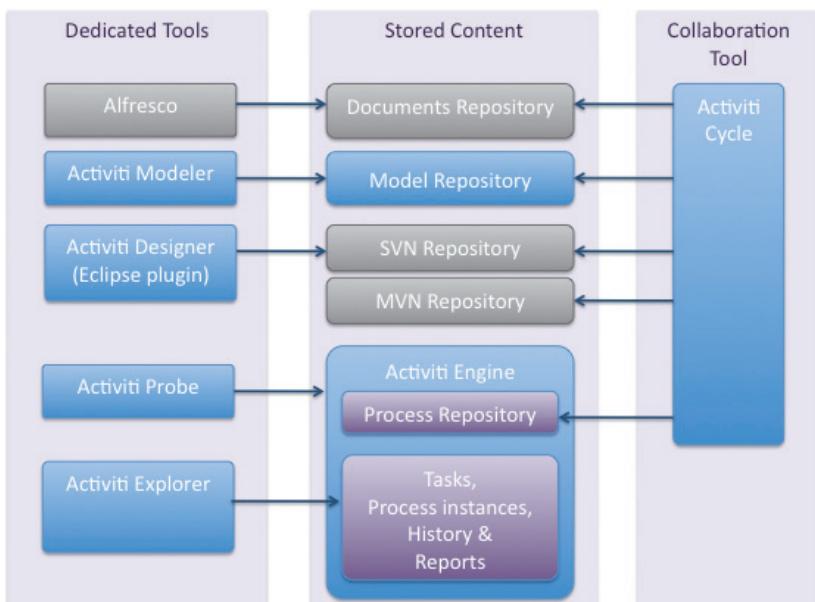


Abbildung 11: Komponenten der Activiti-Plattform

Quelle: <http://www.activiti.org/components.html>

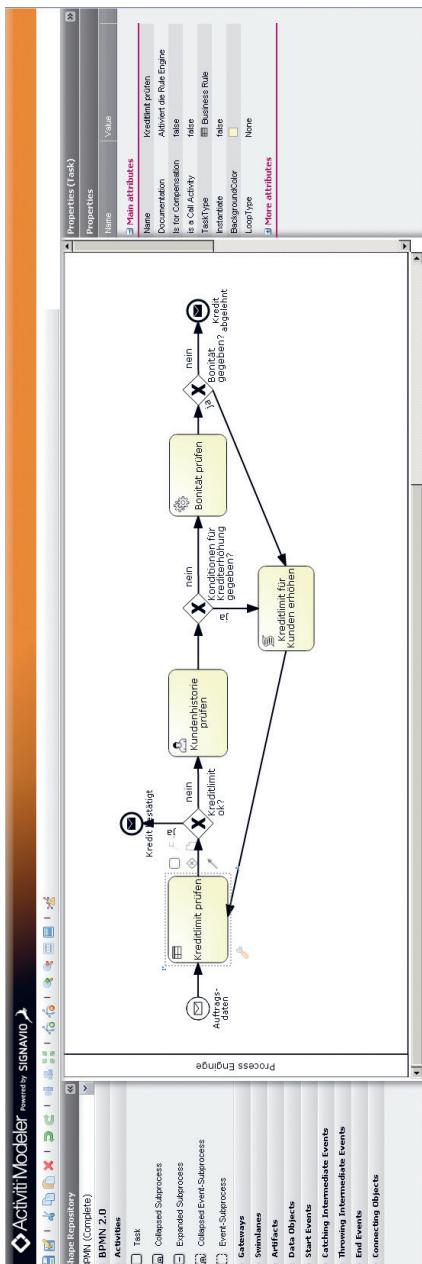


Abbildung 12: Prozessmodell im Activiti-Modeler mit Zeichnungs-, Auswahl- und Eingabebereich

Alle Informationen und Ressourcen zum Aufsetzen von Activiti finden sich auf der Projekt-Homepage ([Acti11]). Zum Ausführen von Geschäftsregeln nutzt Activiti die Rule Engine von JBoss Drools Expert. Dieses Zusammenspiel soll nun für den betrachteten Anwendungsfall anhand eines Screenshots und eines Script-Auszugs angedeutet werden. Abbildung 12 zeigt im Zentrum den Entwurfsbereich des Activiti-Modelers. Aus einer gestaffelten Formen-Palette im linken Frame können die BPMN-Elemente per Drag-and-Drop ausgewählt und auf der Zeichnungsfläche platziert werden. Im rechten Frame kann das in der Zeichnungsfläche aktivierte Element mit einem Label und weiteren spezifischen Attributen ausgestattet werden.

In Abbildung 12 ist die Geschäftsregelaufgabe *Kreditlimit prüfen* aktiviert. Der Aufgabentyp wurde im rechten Frame mit den Attributen (Properties) festgelegt. Alle Modellierungsentscheidungen (sowohl die grafischen als auch die inhaltlichen) werden von Activiti im Hintergrund in ein BPMN-2.0-konformes XML-Skript umgesetzt. Abbildung 13 zeigt einen komprimierten Auszug dieses Skripts. Es handelt sich hierbei um einen entwicklerfreundlichen „Rohling“ für den zu erstellenden ausführbaren Code. Die Struktur des Skriptes und wesentliche Elemente sind bereits angelegt. So findet sich z. B. zur Geschäftsregelaufgabe *Kreditlimit prüfen* ein XML-Element <businessRuleTask> mit spezifizierenden Attributen zu den Eingabe- und Ausgabevariablen für die Regelanwendung bzw. die Zuweisung der betreffenden Regel. Für die Kommunikation zwischen der Process Engine Activiti und der Rule Engine Drools Expert ist es notwendig, dass die Geschäftsregel-Dateien (drl-files) zusammen mit den Prozessdefinitionen produktiv gesetzt werden. Die Basis für eine geschäftsregelbasierte Ansteuerung weiterer betrieblicher Anwendungssysteme in transparenten und dynamischen Prozessen ist damit gelegt.

## 7 Process- und Rule-Engines in der Wirtschaftsinformatiklehre

Mehr noch als die Universitäten sind die Fachhochschulen der gestaltungsorientierten Wirtschaftsinformatik verpflichtet. Deren Erkenntnisziele beschreiben führende Hochschullehrer im deutschsprachigen Raum in ihrem *Memorandum zur gestaltungsorientierten Wirtschaftsinformatik* ([Öste10]) wie folgt: „Die Erkenntnisziele einer gestaltungsorientierten Wirtschaftsinformatik sind Handlungsanleitungen zur Konstruktion und zum Betrieb von Informationssystemen sowie Innovationen in den Informationssystemen selbst. Die Wirtschaftsinformatik geht demnach von einer Sollvorstellung eines Informationssystems aus und sucht nach Mitteln, bei gegebenen Restriktionen ein Informationssystem mit diesem Ziel zu konstruieren.“ Eine Lehrveranstaltung, die im Rahmen von Projektarbeiten die Modellierung, Steuerung und Automatisierung typischer Geschäftsprozesse unter integrativem Einsatz klassischer

```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" ?>
<definitions xmlns="http://www.omg.org/spec/BPMN/2010/0524/#MODEL" xmlns:activiti="http://activiti.org/bpmn"
  xmlns:bpmndi="http://www.omg.org/spec/BPMN/2010/0524/#DI" xmlns:omgdc="http://www.omg.org/spec/DD/2010/0524/DC"
  xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#"
  xmlns:signavio="http://www.signavio.com" exportVersion="1.0" id="sid-d83110d1-4c7b-4bd1-80a2-5404e387cbef"
  targetNamespace="http://www.signavio.com/bpmn20" xsi:schemaLocation="http://www.signavio.com/bpmn20.xsd">
  <process id="KreditLimitPruefung" name="Kreditlimit prüfen" activiti:ruleVariablesInput="${order_data}, ${customer_data}">
    <businessRuleTask id="Kreditlimit_pr_fen" name="Kreditlimit prüfen" activiti:ruleVariablesOutput="">
      <documentation id="sid-a1ea109f-2507-42f3-b922-ab522326500" originalID="sid-341A06AB-66DB-9D-9CA1-40805A6B5EC1"></documentation>
    <extensionElements />
    <startEvent id="Auftrags_daten_3" name="Auftrags_daten">
      <outgoing id="Kreditlimit_ok" name="Kreditlimit ok?">
        <endEvent id="Kredit best tipt_3" name="Kredit bestätigt">
          <scriptTask id="Kreditlimit_f_r_kunden_enh_hen_3" name="Kreditlimit für Kunden erhöhen" scriptFormat="">
            <exclusiveGateway gatewayDirection="Diverging" id="Kreditlimit_gegeben_3" name="Konditionen für Kreditverhöhung gegeben?">
              <sequenceFlow id="Bonit_t_pr_fen_3" name="Bonität prüfen">
                <serviceTask id="Bonit_t_pr_fen_3" name="Bonität prüfen" gatewayDirection="Diverging" id="Bonit_t_gegeben_3" name="Bonität gegeben?">
                  <endEvent id="Kredit abgleicht_3" name="Kredit abgleicht">
                    <sequenceFlow id="SequenzFlow_2" name="SequenzFlow" sourceRef="Auftrags_daten_3" targetRef="Kreditlimit_pr_fen_3">
                      <sequenceFlow id="SequenzFlow_3" name="SequenzFlow" sourceRef="Kreditlimit_pr_fen_3" targetRef="Kreditlimit_ok_3">
                        <sequenceFlow id="ja_2" name="ja" sourceRef="Kreditlimit_ok_3" targetRef="Kredit best tipt_3">
                          <sequenceFlow id="nein_3" name="nein" sourceRef="Kreditlimit_ok_3" targetRef="Kundenhistorie_pr_fen_3">
                            <sequenceFlow id="SequenzFlow_4" name="SequenzFlow" sourceRef="Kreditlimit_f_r_kunden_enh_hen_3" targetRef="Kreditlimit_f_r_kunden_enh_hen_3">
                              <sequenceFlow id="nein" name="nein" sourceRef="Kreditlimit_f_r_kunden_enh_hen_3" targetRef="Bonit_t_pr_fen_3">
                                <sequenceFlow id="nein_2" name="nein" sourceRef="Bonit_t_gegeben_3" targetRef="Bonit_t_gegeben_3">
                                  <sequenceFlow id="ja_3" name="ja" sourceRef="Bonit_t_gegeben_3" targetRef="Kredit_abgleicht_3">
                                    <process>
                                      <collaboration id="sid-05e6f7a8-21a5-4918-8700-0a835e5c43c">
                                        <participant id="Process_Engine" name="Process Engine" processRef="sid-dffed27f5-49de-4619-8a46-48ab0b98ef6">
                                          <documentation id="sid-af1da43-cd50-404c-919f-addc593ef5e5" originalID="sid-30C587C5-076F-4A43-A3D5-D1862C35546A"></documentation>
                                        <extensionElements />
                                        <participants>
                                          <participant id="Rule_Engine" name="Rule Engine" processRef="sid-0470bea1-cf72-484a-bfe3-fa6befac1e9">
                                            <collaboration id="sid-47761b25-a9ee-44be-801d-6d283668409" originalID="sid-4a856dd1-0bea-f472b-8la1-d09a7797fb0b4">
                                              <participants>
                                                <participant id="ERP_System" name="ERP System" processRef="sid-30C587C5-076F-4A43-A3D5-D1862C35546A"></participants>
                                              <collaboration>
                                                <definition>

```

Abbildung 13: Von Activiti automatisch generiertes BPMN-2.0-konformes XML-Skript für den Teilprozess

betrieblicher Anwendungssysteme und innovativer Open-Source-Technologien, wie z. B. der in diesem Beitrag vorgestellten Process- und Rule-Engines, thematisiert, wird diesem Anspruch in hervorragender Weise gerecht. Studierende erhalten die Möglichkeit – geleitet von einer Sollvorstellung – innovative Informationssysteme zu konstruieren und somit berufliche Handlungskompetenz zu erwerben.

## Literatur und Quellen

- [Acti11] *Activiti Team*: Activiti BPM Platform. <http://www.activiti.org>, 2011-06-04.
- [Busi00] *Business Rules Group*: Defining Business Rules – What Are They Really? [http://www.businessrulesgroup.org/first\\_paper/BRG-whatisBR\\_3ed.pdf](http://www.businessrulesgroup.org/first_paper/BRG-whatisBR_3ed.pdf), 2000.
- [Busi03] *Business Rules Group*: Business Rules Manifest (BRM) Version 2.0, <http://www.businessrulesgroup.org/brmanifesto/BRManifestDeutsch.pdf>, 2003.
- [Freu10] *Freund J, Rücker B*: Praxishandbuch BPMN 2.0. Hanser, München 2010.
- [Jbos11] *JBoss Community*: Documentation Drools Expert 5.2.0.CR1, <http://www.jboss.org/drools/documentation>, 2011-05-26.
- [Koeh10] *Koehler J*: The Role of BPMN in a Modeling Methodology for Dynamic Process Solutions. In: Mendling J, Weidlich M, Weske M (Hrsg.): Business Process Modeling Notation, Proceedings of the 2nd International Workshop BPMN 2010. LNBP 67, Springer, Heidelberg 2010, S. 46-62.
- [Lusz09] *Luszczak A, Singer R*: Microsoft Dynamics NAV 2009 – Grundlagen. Microsoft, Unterschleißheim 2009.
- [Meis11] *Meister V*: Grundlagen betrieblicher Anwendungssysteme – Integrative Lösungsansätze für die betriebliche Praxis. expert, Renningen 2011.
- [Obje08] *Object Management Group*: Semantics of Business Vocabulary and Business Rules (SBVR), v1.0, <http://www.omg.org/spec/SBVR/1.0/PDF>, 2008-01-02.
- [Obje11] *Object Management Group*: Business Process Model and Notation (BPMN) Version 2.0, <http://www.omg.org/spec/BPMN/2.0/PDF>, 2011-01-03.
- [Öste10] *Österle H, Becker J, Frank U, Hess T, Karagiannis D, Krcmar H, Loos P, Mertens P, Oberweis A, Sinz EJ*: Memorandum zur gestaltungsorientierten Wirtschaftsinformatik. In: Zeitschrift für betriebswirtschaftliche Forschung 62 (2010), Nr. 6, S. 664 - 672.
- [Whit11] *White SA*: New Capabilities for Process and Interaction Modeling in BPMN 2.0. In: Fischer L (Hrsg.): BPMN 2.0 Handbook. Future Strategies, Lighthouse Point 2011, S. 17-32.

## Kontakt: Dr. Vera G. Meister

UniVera Wissensdienstleistungen  
Neukircher Str. 13, 01920 Haselbachtal  
Tel. 03578 301524, [info@univera.de](mailto:info@univera.de)

# Intelligente Verzeichnisdienste

Alexander Lawall, Dominik Reichelt, Thomas Schaller

## Einleitung

Untersucht man betriebliche Informations- und Kommunikationssysteme (IuK-Systeme), fällt auf, dass in vielen Applikationen Informationen über die Organisationsstruktur mit ihren Beteiligten und den jeweiligen (Zugriffs-) Rechten und Pflichten verwaltet werden müssen. Einerseits führt dies zu einem hohen Pflegeaufwand auf der Administratorenseite, andererseits müssen sich die Benutzer eine Vielzahl von Benutzerkennungen merken. Um diese Situation zu verbessern, wurden Mechanismen wie das „Single-Sign-On“ entwickelt, die auf Basis eines zentralen Verzeichnisdienstes, wie dem Active Directory von Microsoft, die Systemanmeldung eines Benutzers an nutzende Anwendungssysteme weiterreichen. Der Mitarbeiter muss sich somit nicht gegenüber mehreren Applikationen authentifizieren, was zunächst einen Fortschritt darstellt. Die Authentifizierung ist allerdings nur eine Seite der Medaille. Interessant wäre es, den aufbauorganisatorischen Kontext in einer zentralen Organisationsverwaltung (auch *policy resolution engine* oder *identity management system* genannt) abzulegen und diesen für beliebige Client-Systeme, wie zum Beispiel Datenbank-Management-Systeme oder ERP-Systeme nutzbar zu machen. Hierbei werden in den Client-Applikationen Zugriffsrechte und Verantwortungen mittels einer formalen Sprache definiert, die vom zentralen Verzeichnisdienst interpretiert werden kann und deren Ausdrücke zentralisiert ausgewertet werden können. Die Umsetzung organisatorischer Regelungen, sogenannter *policies*, vereinfacht sich in diesem Fall stark.

Eine solche „intelligente“ Organisationsverwaltung muss allerdings in der Lage sein, komplexe aufbauorganisatorische Modelle abilden zu können. Diese sind in der Regel durch die Darstellung von Primär- und Sekundärorganisation des Unternehmens multidimensional ausgeprägt. Weiterhin können die organisatorischen Elemente durch unterschiedliche Beziehungen, wie Stellvertretungen oder Berichtsbeziehungen, miteinander in Verbindung stehen. Diese Anforderungen lassen sich mit aktuell verfügbaren Systemen und Konzepten nur schwer realisieren.

## Aufbau des Beitrags

Der Beitrag stellt die Struktur und das Verhalten einer Organisationsverwaltung aus Außen- und Innensicht dar. Es wird weiterhin gezeigt, wie Client-Systeme (z. B. Datenbank-, ERP- oder Workflow-Management-Systeme) dieses Modell nutzen können. Der Artikel schließt mit einem Überblick über eine prototypische Realisierung und Implementierungsmöglichkeiten im Umfeld von Systemkomponenten des Herstellers Microsoft.

### Organisationsverwaltung aus Außensicht

Aus Außensicht erfüllt eine Organisationsverwaltung primär zwei Aufgaben (vergleiche Bussler, 1997, Schaller, 1998):

- Sie verwaltet die maschinellen und personellen Aufgabenträger eines betrieblichen Systems und deren Beziehungen untereinander.
- Sie stellt eine „organisatorische“ Anfragesprache (deklarative Rollensprache) zur Selektion von Aufgabenträgern bereit. Ein Ausdruck einer solchen Rollensprache ist beispielsweise Abteilungsleiter(Abteilung Kfz-Schäden). Das Ergebnis dieser Anfrage umfasst die Menge aller Abteilungsleiter der Abteilung Kfz-Schäden.

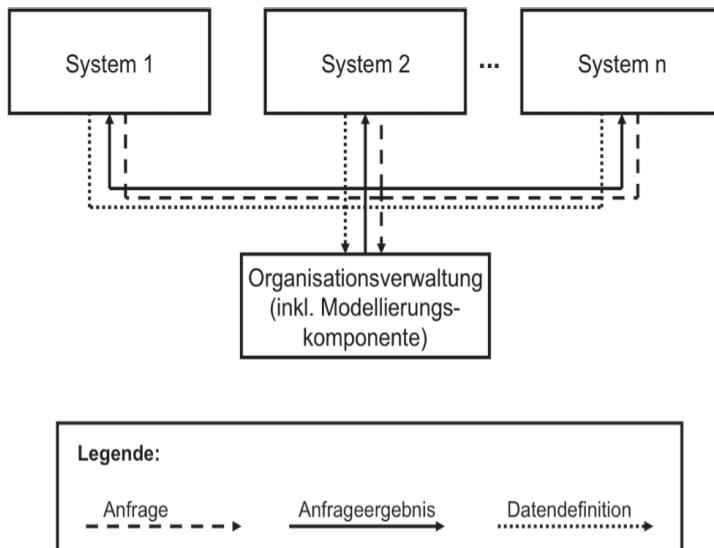


Abbildung 1: Organisationsverwaltung aus Außensicht

Ausdrücke der Rollensprache werden in den nutzenden Client-Systemen verwendet, um Zugriffsrechte oder Aufgabenzuweisungen zu definieren. Die folgenden Beispiele verdeutlichen dies.

### **Gewährung von Zugriffsrechten**

Im folgenden Szenario werden Zugriffsrechte auf Datenobjekte in Form einer Objekt-/Zugriffsmatrix definiert – ein gängiges Verfahren im Bereich datenbankbasierter Anwendungen oder Betriebssysteme. Im Unterschied zu existierenden Realisierungen werden die Lese- und Schreibrechte mittels eines deklarativen Sprachausdrucks definiert.

Objekt	Lesen	Schreiben
Finanz-report	Abteilungsleiter(*).Zugehörigkeit>0,5J OR Abteilungsleiter(*).LeseFinanzinfo=TRUE	Abteilungsleiter(Controlling) OR Sachbearbeiter(Controlling).SchreibeFinanzinfo=TRUE
...	...	...

Tabelle 1: Objekt-/Zugriffsmatrix

Mit Hilfe der Rollensprache können sehr einfach Organisationsregeln ausgedrückt werden, wie der Sachverhalt, dass ein Abteilungsleiter erst ab einer gewissen Betriebszugehörigkeit Zugriff auf bestimmte Informationsobjekte erhält. Das oben definierte Leserecht sieht weiterhin eine Ausnahme zur allgemeinen Regel vor, indem auch Abteilungsleitern mit einem expliziten Lese-recht der Zugriff gewährt werden kann. Soll nun eine Lese- oder Schreiboperation ausgeführt werden, leitet der Client den hinterlegten Sprachausdruck an die Organisationsverwaltung weiter. Diese wertet diesen auf Basis des verwalteten Modells aus<sup>1</sup> und übergibt das Ergebnis an den Client. Dieser entscheidet dann, ob der Zugriff erlaubt wird oder nicht.

### **Zuweisung von Aufgaben**

Das zweite Beispiel stammt aus dem Bereich der prozessorientierten Anwendungssysteme (Workflow-Management-Systeme).

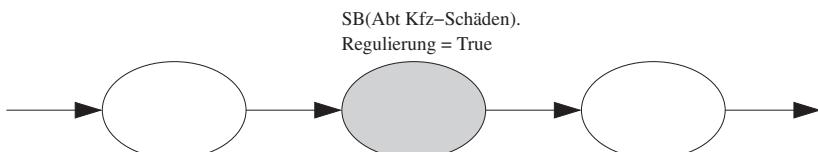


Abbildung 2: Definition eines Aufgabenträgers mittels Rollensprache

---

<sup>1</sup> Dieser Vorgang wird als Rollenauflösung oder *policy resolution* bezeichnet.

Der Aufgabenträger der auszuführenden Aufgabe (grau dargestellt) wird mit Hilfe eines Rollenausdrucks definiert (in diesem Fall kann die Aufgabe allen Sachbearbeitern der Abteilung Kfz-Schäden zugewiesen werden, die über Kompetenz Schadensregulierung verfügen). Dieser Ausdruck wird von der Workflow-Engine an den Verzeichnisdienst übergeben und dort ausgewertet. Der Client erhält als Ergebnis eine Menge von Benutzern, die der Spezifikation entsprechen. Die Workflow-Engine entscheidet dann in Abhängigkeit des gewählten Zuweisungsmechanismus, welcher Aufgabenträger über die anstehende Aufgabe benachrichtigt wird.

### **Verwandte Arbeiten**

Bezüglich der Abbildung der Aufbauorganisation in IT-Systemen liegen eine Reihe von Veröffentlichungen und Prototypen vor. Interessante Ansätze sind etwa bei folgenden Autoren zu finden:

- Bussler beschäftigte sich in den 90er Jahren mit der Entwicklung eines Aufbauorganisationsservers im Rahmen des Workflow-Management-Systems mobile (Bussler1997).
- Schaller entwirft in (Schaller, 1998) ein Konzept eines intelligenten Verzeichnisdienstes im Umfeld des CSCW-Systems CoCoS. Seufert gibt darauf aufbauend einen umfassenden Überblick über Ansätze zur Gestaltung der Zugriffskontrolle (Seufert 2001).
- Liu et al. stellen in (Chen, 2008) eine Analyse der Sicherheitsperspektive basierend auf intelligenter Planung auf.
- Oh und Sandhu stellen in (Sandhu, 2002) ein Modell eines Rollenverwaltungssystems vor, das aus der Organisationstheorie abgeleitet wurde, sich im Wesentlichen aber auf den bekannten Benutzer/Rollen/Gruppen-Ansatz beschränkt.
- Schaad, Moffet und Jacob beschreiben in (Jacob, 2001) eine Fallstudie des rollenbasierten Zugriffskontrollsysteams der Dresdner Bank.
- Chen Y, Zhang L zeigen eine Möglichkeit auf, um mehrere Benutzer in Gruppen zusammenzufassen und so mehrere Gruppen-Benutzer über eine Rolle abzubilden (Chen 2011).
- Colantonio A, Di Pietro R, Ocello A, Verde NV stellen in (Colantonio 2009) ein Framework vor, in dem Role Mining angewandt wird, um unternehmensbedeutsame Rollen abzuleiten.
- Williamson et al. 2009 geben einen Überblick über das Themengebiet des Identity Management.

## Anforderungen an eine Organisationsverwaltung

Zur Darstellung der Anforderungen dient ein Praxisbeispiel aus dem Umfeld eines großen Versicherungsunternehmens. Bezüglich der Organisation einer Abteilung zur Schadensregulierung fand man hier zunächst Aussagen der Art: „Eine Abteilung zur Regulierung von Schadensfällen besteht in der Regel aus einem Leiter, einer Anzahl von Sachbearbeitern und einem Juristen. Im Allgemeinen ist der Jurist auch der Stellvertreter des Abteilungsleiters.“ Die beschriebene Struktur ist in der folgenden Abbildung dargestellt.

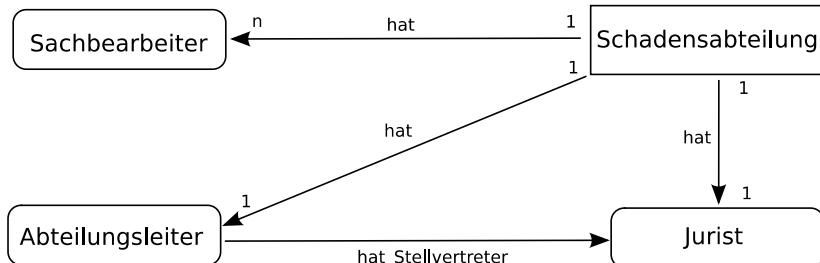


Abbildung 3: Generelle Struktur einer Abteilung

Die Analyse zweier konkreter Abteilungen ergab, dass im Vergleich zum allgemeinen Aufbau und zu den allgemeinen Richtlinien einige Abweichungen zu Tage traten. In der Abteilung „KFZ-Schäden“ existierte eine zusätzliche Stelle „Sekretärin“. Bei Abwesenheit des Abteilungsleiters werden Aufgaben zunächst dieser Stelle übertragen, um über den weiteren Ablauf zu entscheiden (vergleiche Abbildung 4).

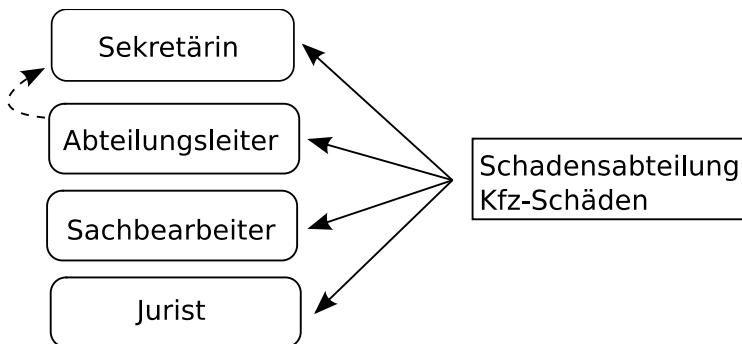


Abbildung 4: Struktur auf Abteilungsebene

Bei Betrachtung der tatsächlichen Aufgabenträger wurden weitere Verfeinerungen bzw. Spezialisierungen des Beziehungsgeflechts erkennbar (siehe Abbildung 5). Die beiden Sachbearbeiter waren nun Stellvertreter des Abteilungsleiters. Der Grund lag darin, dass die Sekretärin erst seit Kurzem in der Abteilung arbeitete und noch nicht über die notwendige Erfahrung verfügte. Die Stellvertretungen auf Aufgabenträgerebene waren in dem Beispiel aber nicht genereller Natur. So ist die Wahrnehmung der Stellvertretung durch die Mitarbeiterin Müller an eine maximale Schadenhöhe gekoppelt (bedingte Vertreterbeziehung). Weiterhin auffallend war die wechselseitige Vertretung der beiden Juristen, die sich über Abteilungsgrenzen hinweg erstreckt.

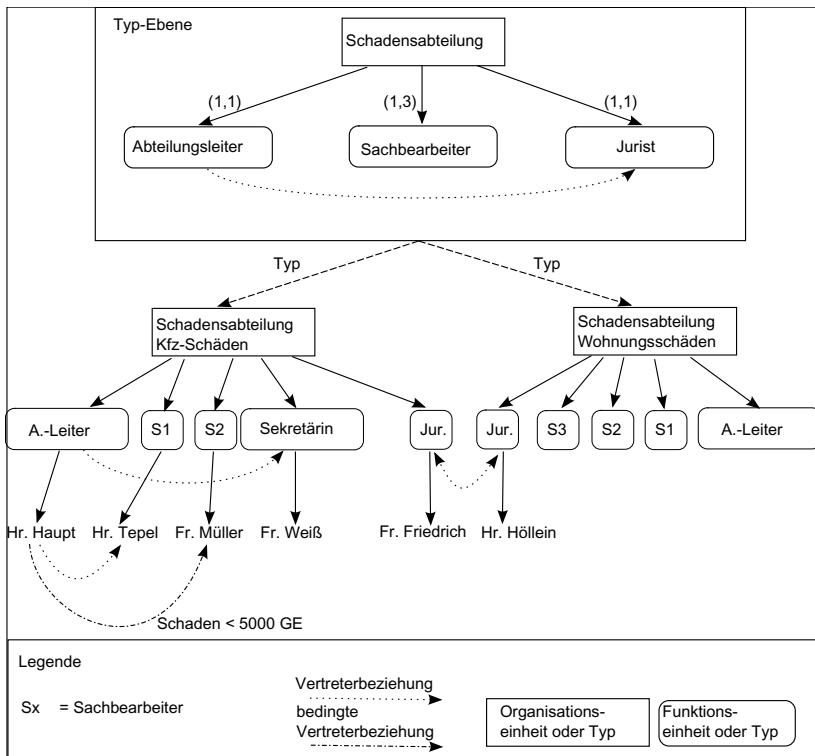


Abbildung 5: Komplettes Beispiel

Aus dem Beispiel lassen sich vier zentrale Anforderungen an eine Organisationsverwaltung ableiten, die im Folgenden kurz dargestellt werden.

### ***Wissenshierarchie***

Wie gezeigt wurde, existieren unterschiedliche Ebenen des Wissens über die Organisation. Auf oberster Ebene überwiegen allgemeine strukturelle Feststellungen wie „eine Abteilung besteht aus einem bis drei Sachbearbeitern“. Diese Ebene wird im Folgenden als Typebene bezeichnet. Das Wissen auf der Typebene ist genereller Natur und wird im Laufe der Zeit selten geändert. Beträgtet man konkrete Abteilungen so wird dieses generelle Wissen um die eine oder andere Ausnahme erweitert, die ihren Ursprung im Tagesgeschäft hat. Begibt man sich auf die Ebene der Aufgabenträger, so findet man Strukturen vor, die sich sehr stark an den aktuellen operativen Notwendigkeiten orientieren und im Zeitverlauf häufigeren Veränderungen unterliegen. Von oben nach unten gesehen nimmt somit die Änderungshäufigkeit, wie auch die Anzahl der Spezialfälle zu.

### ***Beziehungen***

Die Aufbauorganisation ist durch ihre Elemente und die Beziehungen zwischen ihnen geprägt. Es ist wichtig, sich die Existenz von verschiedenen Beziehungsarten wie „ist\_Teil\_von“, „hat\_Stellvertreter“, „ist\_Vorgesetzter\_von“, „berichtet\_an“ etc. vor Augen zu führen. Da nicht von Haus aus klar ist, welche Beziehungsarten eine spezifische Anwendung benötigt, muss eine Organisationsverwaltung die Möglichkeit bieten, diese frei definieren zu können. Hierbei muss auch angegeben werden können, zwischen welchen Elementen (z. B. Stellen, Aufgabenträger, Organisationseinheiten, usw.) diese Beziehungen verlaufen können.

### ***Einschränkungen von Beziehungen***

Beziehungen besitzen nur selten eine allgemeingültige Ausprägung. Wie im Beispiel erörtert, hängen Beziehungen von bestimmten Kontextinformationen ab, wie beispielsweise der Schadenhöhe bei einem Versicherungsfall. Selbst die „hat\_Stellvertreter“-Beziehung kann sich auf Projekte oder Produkte beziehen, wenn man sich innerhalb einer Matrixorganisation befindet. Weitere wichtige Einschränkungen ergeben sich durch die Aufnahme zeitlicher Bedingungen.

### ***Multidimensionale Organisationsstrukturen***

Geschäftsorganisationen sind multidimensional. Selbst in Organisationen, die auf den ersten Blick streng hierarchisch aufgebaut sind, gibt es Strukturen, die der sogenannten sekundären („Schatten-“) Organisation zugeordnet werden können. Hier sind beispielsweise Komitees, Kommissionen oder etwa Ausschüsse zu nennen.

Der folgende Abschnitt beschreibt nun die Strukturelemente einer Organisationsverwaltung, die in der Lage ist, die genannten Anforderungen zu erfüllen.

## Formale Spezifikation

Das vorgeschlagene Meta-Modell unterscheidet zwischen einer Typ- und einer Instanzebene. Die Instanzebene beinhaltet Bausteine für die Spezifikation von Organisationseinheiten, Funktionseinheiten sowie von Personen und Systemen. Diese Elemente können durch verschiedene Beziehungen miteinander verbunden werden.

Die Typebene bietet die Möglichkeit, allgemeineres Wissen über die Organisationsstrukturen auszudrücken. Eine abstrakte „Abteilung“ besteht beispielsweise immer aus einem Abteilungsleiter, einer Anzahl von Sachbearbeitern und einem Juristen, sowie den jeweiligen Beziehungen zwischen diesen Bausteinen. Mit Hilfe der Typen ist es möglich, organisatorisches Wissen bei der Modellierung auf einfache Art wiederzuverwenden. Im Gegensatz zu Klassen verhalten sich die Typen wie Zeichenschablonen. Sie werden verwendet, um eine definierte Struktur zu „instanziieren“. Nach der Instanziierung eines Typs kann die erzeugte Struktur allerdings modifiziert werden<sup>2</sup>.

Eine (Aufbau-)Organisation wird als Tupel  $O = (name, DOM, ORG, R, REL)$  beschrieben. Das Element *name* bezeichnet hierbei die modellierte Organisation. Die verbleibenden Symbole haben die folgende Semantik:

### Domänen DOM

$DOM = \{BEZ, T, ID, RN, ATT, W, P\}$  ist eine Menge von Wertebereichen bestehend aus den Untermengen:

- $BEZ$  ist eine organisationsspezifische Menge von Bezeichnern, die den Aufbau der Organisation beschreiben, wie „Schadensabteilung“, „Abteilungsleiter“ usw.
- $T$  beschreibt eine Menge von Zeitwerten, wie „19.05.2010 08:00:00“.
- $D$  stellt eine Menge von abstrakten Kennungen dar.
- $RN$  beschreibt eine Menge von Beziehungstypen, wie beispielsweise *hat\_Stellvertreter* oder *berichtet\_an*.
- $ATT$  ist eine Menge von Attributen, die die Elemente des Modells detaillieren. Attribute werden mit der Funktion  $val : ATT \rightarrow W$  auf die Elemente des Modells abgebildet. Die Funktion weist einen Wert  $w \in W$  jedem  $a \in ATT$  zu.
- $P$  beschreibt eine Menge von Prädikaten, wie  $(AktuellesJahr - Anstellungsjahr) > 10$ .

---

<sup>2</sup> Zur Funktionsweise der Typen vergleiche Schaller, 1998, S.98ff.

## Organisationselemente ORG

Die Menge  $\text{ORG} = \text{OE} \cup \text{F} \cup \text{OE} \cup \text{F} \cup \text{A}$  beschreibt alle Aufbauelemente einer Organisation auf der Typ- als auch auf der Instanz-Ebene. Die Elemente von ORG repräsentieren die Knoten des resultierenden Organisationsgraphen.

- $\text{OE}$  beschreibt die Menge der Typen von Organisationseinheiten, wie Abteilungstypen oder Arbeitsgruppentypen.
- $\text{F}$  ist die Menge der Funktionstypen, wie „Abteilungsleiter“, „Jurist“ usw.
- $\text{OE}$  repräsentiert die Menge der konkreten Organisationseinheiten, wie Abteilungen, Komitees, Teams usw. Wie schon erwähnt, können Beziehungen zwischen Organisationseinheiten und Typen bestehen. Die Gesamtfunktion  $\text{type}_{\text{OE}} : \text{OE} \rightarrow \text{OE} \cup \text{NULL}$  gibt, falls vorhanden, den Typ einer Organisationseinheit zurück.
- $\text{F}$  ist die Menge der funktionalen Einheiten, wie Positionen oder Rollen. Es existiert ebenso eine Typisierungsfunktion, die ähnlich definiert ist, wie oben beschrieben. Der Typ einer funktionalen Einheit wird von der Funktion  $\text{type}_F : \text{F} \rightarrow \text{F} \cup \text{NULL}$  zurückgegeben.

$\Gamma_s^E \subset \text{OE} \times (\text{OE} \cup \text{F})$  beschreibt die „ist\_Teil\_von“-Beziehung zwischen Organisation und funktionalen Einheiten.  $\Gamma_s^E$  beschreibt auf der einen Seite die Zuordnung funktionaler Einheiten zu Organisationseinheiten. Auf der anderen Seite wird durch sie die Hierarchie zwischen Organisationseinheiten dargestellt. Fokussiert man sich auf die Organisationseinheiten, muss die Beziehung  $\Gamma_s^{E'} = \Gamma_s^E \triangleright \text{OE}$  irreflexiv und kreisfrei sein.  $\Gamma_s^{E''} = \Gamma_s^E \triangleright \text{F}$  muss surjektiv sein.

- $\text{R}^F$  beschreibt eine Menge von benutzerdefinierten Beziehungen. Alle Elemente  $r \in \text{R}^F$  haben die Struktur  $r \subset (F \times F)$  und sind irreflexiv.
- Die Menge  $\text{A}$  beschreibt die Aufgabenträger einer Organisation bestehend aus Mitarbeitern und die Anwendungssysteme.  $\Gamma_s^{FA} \subset F \times A$  beschreibt die Zuordnung von Mitarbeitern zu funktionalen Einheiten. Auch hier existiert eine benutzerdefinierte Menge von Relationen  $\text{R}^A$ . Alle Beziehungen  $r \in \text{R}^A$  haben die Struktur  $r \subset (A \times (A \cup F))$ . Weiterhin gilt für alle  $r \in \text{R}^A$  die Bedingung  $\forall r \in \text{R}^A : [(x, y) \in r \rightarrow x \neq y]$ . Alle Elemente von  $r \in \text{R}^A$  müssen somit kreisfrei sein.

## Menge der Beziehungen R

R beschreibt eine Menge von Beziehungsmengen, die definiert ist als  $\text{R} = \text{R}^Y \cup \text{R}^A$ , mit:

- $\text{R}^Y$  ist die Menge von Beziehungen, die zwischen den Typen der Organisation und den funktionalen Einheiten definiert sind.  $\text{R}^Y$  ist definiert als  $\text{R}^Y = \Gamma_s^Y \cup \text{R}_b^Y$ , mit:

- $\Gamma_s^Y \subset OE \times (OE \cup F)$  ist die „ist\_Teil\_von“-Beziehung auf der Typ-Ebene. Betrachtet man die Struktur zwischen den Elementen von  $OE$ , werden einige Einschränkungen augenscheinlich. Etwa gilt:  $\Gamma_s^{Y'} = \Gamma_s^Y \triangleright OE$ <sup>3</sup>. Eine Organisationseinheit kann also nicht sein eigener Nachfolger sein.  $\Gamma_s^{Y'}$  muss dafür irreflexiv und kreisfrei sein. Bei den Positionstypen kann die Beziehung zwischen  $OE$  und  $F$  offensichtlich als  $\Gamma_s^{Y''} = \Gamma_s^Y \triangleright F$  beschrieben werden. Da Organisationseinheitstypen Rollentypen verbinden, muss  $\Gamma_s^{Y''}$  total sein. Auf der anderen Seite muss jedes  $f \in F$  mit einem Organisationseinheitstyp  $o \in OE$  verbunden sein.  $\Gamma_s^{Y''}$  ist somit surjektiv.
- Wie oben beschrieben, ist die Möglichkeit der flexiblen Integration neuer Beziehungstypen in das Modell unabdingbar. Dies erfolgt über die Menge der Beziehungstypen  $R_b^Y$ . Jede Beziehung  $\Gamma_b^Y \in R^Y$  hat die Struktur  $\Gamma_b^Y \subset (F \times F) \times P$  und kann durch Prädikate mit Bedingungen versehen werden. Dies erlaubt es, die Menge der gültigen Rollentypen und folglich die Menge der gültigen Benutzer einzuschränken<sup>4</sup>. Die Beziehungen zwischen den Rollentypen sind irreflexiv.
- $R^A$  definiert die verschiedenen Beziehungen zwischen Organisation- und Rollentypen sowie zwischen Mitarbeitern. Es gilt  $R^A = R^E \cup R^{FA}$ , mit:
  - $R^E = \Gamma_s^E \cup R_b^E$  bezeichnet die Menge von Beziehungen zwischen Organisationseinheiten und Rollen, mit:
    - $\Gamma_s^E \subset OE \times (OE \cup F)$  beschreibt die „ist\_Teil\_von“-Beziehung zwischen Organisationseinheiten und funktionalen Einheiten. Auf der einen Seite beschreibt die Beziehung die funktionalen Einheiten, die zu einer Organisationseinheit gehören, und auf der anderen Seite die Organisationsstruktur zwischen den Einheiten selbst. Sei  $\Gamma_s^{E'} = \Gamma_s^E \triangleright OE$  der Ausdruck, der die Struktur zwischen den Organisationseinheiten beschreibt. Gemäß der Beschreibung muss  $\Gamma_s^{E'}$  irreflexiv und kreisfrei sein. Ähnlich zur Definition von  $\Gamma_s^{Y''}$  muss  $\Gamma_s^{E''} = \Gamma_s^E \triangleright F$  total und surjektiv sein.
    - $R_b^E$  ist eine Menge von benutzerdefinierten Beziehungen. Jede einzelne Beziehung  $\Gamma_b^E$  mit  $R_b^E$  hat die Struktur  $\Gamma_b^E \subset F \times F$  und ist irreflexiv.
  - $R^{FA}$  beschreibt eine Menge von Beziehungen zwischen Rollen und Mitarbeitern.  $R^{FA}$  ist definiert als  $R^{FA} = \Gamma_s^{FA} \cup R_b^{FA}$ , mit:
    - $\Gamma_s^{FA} \subset F \times A$  stellt die Zuordnung der Mitarbeiter zu funktionalen Einheiten dar. Jeder Mitarbeiter muss wenigstens einer funktionalen Einheit zugewiesen werden.

---

3 Der Operator  $\triangleright$  ist definiert als  $((\Gamma \subset A \times B) \triangleright (C \subset B)) := \{(x, y) \in \Gamma | y \in C\}$ .

4 Siehe dazu die Beziehung  $\Gamma_s^{TA}$  und die entsprechenden Bedingungen.

- $R_b^{FA}$  ist eine Menge von benutzerdefinierten, irreflexiven Beziehungen  $\Gamma_b^{FA}$ , welche die Struktur  $\forall \Gamma_b^{FA} \in R_b^{FA} : \Gamma_b^{FA} \subset A \times (A \cup F)$  aufweisen. Für jedes  $\Gamma_b^{FA} \in R_b^{FA}$  bleibt die Bedingung  $[(x, y) \in \Gamma_b^{FA} \rightarrow x \neq y]$  erhalten.

Alle Elemente des Modells können über Zeitbedingungen und Attribute detailliert werden. Diese weitergehende Spezifikation ist in (Lawall et al., 2011, S.7 ff) dargestellt.

### Auflösung eines Rollenausdrucks

Im Folgenden wird anhand des Beispiels in Abbildung 5 die Auflösung des Rollenausdrucks „Abteilungsleiter(Schadensabteilung Kfz-Schäden)“ exemplarisch dargestellt<sup>5</sup>. Der Algorithmus bestimmt zunächst den Knoten, welcher der Schadensabteilung zugeordnet ist. Ausgehend von diesem Standort wird die funktionale Einheit „Abteilungsleiter“ gesucht. Im Erfolgsfall werden danach alle mit der Einheit verbundenen Aufgabenträger (in unserem Beispiel besteht die Menge lediglich aus Herrn Haupt) ermittelt und an den aufrufenden Client übergeben. Für den Fall, dass kein Aufgabenträger gefunden werden kann, dies kann durch Abwesenheit oder Nicht-Besetzung geschehen, sucht der Algorithmus zunächst auf der Aufgabenträgerebene nach Stellvertreterkanten. Im Beispiel existieren zwei entsprechende Relationen, wobei die Verbindung zu Frau Müller durch eine Bedingung eingeschränkt ist. Anwesenheit vorausgesetzt besteht das Anfrageergebnis somit aus Herrn Tepel und – falls die Einschränkung erfüllt wird – aus Frau Müller. Im Falle eines leeren Ergebnisses begibt sich der Algorithmus auf der Suche nach einer Vertreterbeziehung zur funktionalen Einheit Abteilungsleiter zurück und findet die zugehörige Sekretärinnenstelle, der Frau Weiß zugeordnet ist. Falls Frau Weiß anwesend ist, wird ihre Kennung an den Client zurückgegeben. Scheitert auch dieser Versuch, so hat der Algorithmus die Möglichkeit, einen gültigen Vertreter auf der Typebene zu suchen. Die Definition des Typs Abteilung sieht im allgemeinen Fall eine Stellvertretung zwischen dem Abteilungsleiter und dem Juristen vor. Der Algorithmus nutzt nun dieses Wissen, um auf Ebene der konkreten Schadenabteilung nach der funktionalen Einheit „Jurist“ und zugehörige Aufgabenträger zu suchen. Falls Frau Friedrich anwesend ist, wird ihre Kennung an das aufrufende System zurückgegeben. Andernfalls kann noch die Stellvertretung zwischen den Juristen der beiden Schadensabteilungen zur Suche genutzt werden. Falls diese funktionale Einheit einen

---

<sup>5</sup> Die formale Spezifikation des verwendeten Algorithmus ist in Lawall et al., 2011, S.12ff. zu finden.

ihr zugewiesenen Aufgabenträger besitzt und dieser auch verfügbar ist, ist die Suche beendet. Im positiven Fall wird die Kennung von Herrn Höllein, im negativen Falle wird die leere Menge zurückgegeben. Die Auflösung eines Rollenausdrucks erfolgt somit immer von der konkreten Aufgabenträgerebene hin zur abstrakteren Typebene.

## Ausblick

Die vorgestellte Organisationsverwaltung wurde prototypisch realisiert (vergleiche Abbildung 6). Hierbei wurde deutlich, dass die Verarbeitung komplexer Rollenausdrücke zu Performance-Schwierigkeiten führen kann. Es wurde aus diesem Grund die Möglichkeit geschaffen, das beschriebene Metamodell nach Bedarf durch Sichtenbildung einzuschränken, um damit die Komplexität aus dem verwalteten Organisationsgraphen zu nehmen und somit die benötigte Zeit für die Rollenauflösung signifikant zu verkürzen.

Der Einsatz der Organisationsverwaltung in der Praxis wird dadurch erschwert, dass Unternehmen in der Regel bereits einen Verzeichnisdienst verwenden. Auch liegt der Quellcode der Client-Systeme nicht vor.

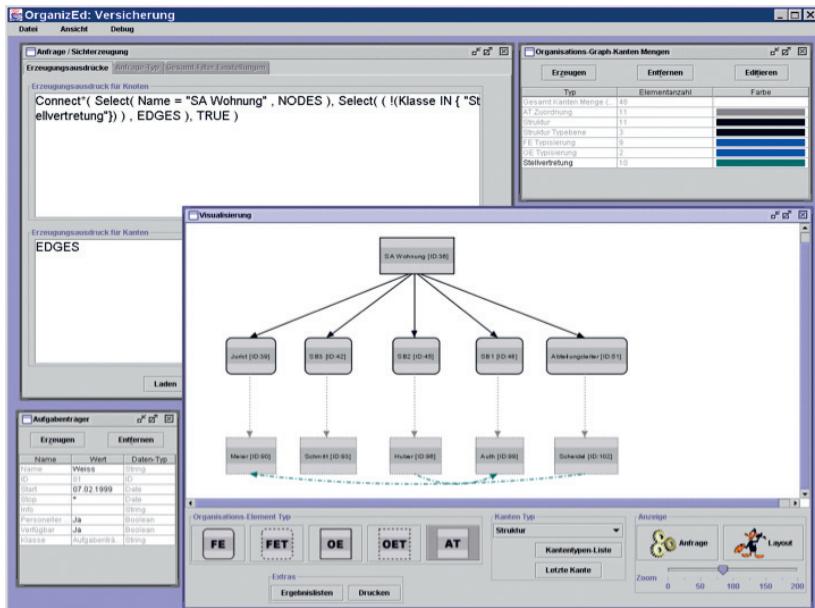


Abbildung 6: Prototypische Implementierung einer Organisationsverwaltung

Aus diesem Grund soll in einem Folgeprojekt eine Kopplung der Organisationsverwaltung mit bestehenden Systemkomponenten über Replikation erfolgen. Die Idee besteht darin, die Organisationsverwaltung als Zusatzmodul zwischen den Client-Systemen und dem eigentlichen Verzeichnisdienst zu integrieren (siehe Abbildung 7). Der Verzeichnisdienst und die Organisationsverwaltung ergeben dann zusammen den anfangs erwähnten „intelligenten Verzeichnisdienst“. Hierbei verwaltet die Organisationsverwaltung als führendes System alle aufbauorganisatorischen Informationen eines Unternehmens und gleicht diese mit dem „im Hintergrund laufenden“ Active Directory und den angeschlossenen Client-Systemen ab. Der Quellcode der im Szenario eingesetzten Systeme muss auf diese Weise nicht verändert werden. Für jedes beteiligte System ist allerdings eine Schnittstelle zu entwickeln, die die aufbauorganisatorischen Strukturen aus der Organisationsverwaltung in die Strukturen des jeweiligen Client-Systems abbildet.

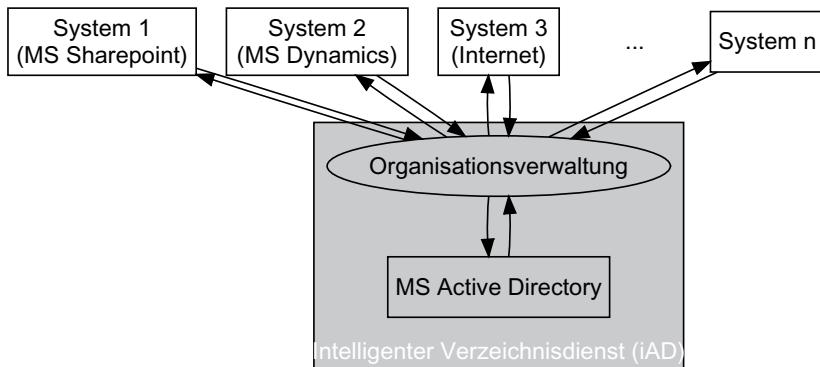


Abbildung 7: Erweiterter Verzeichnisdienst

## Literaturverzeichnis

- Bussler C (1997): Organisationsverwaltung in Workflow-Management-Systemen, Erlangen.*
- Lawall A, Reichelt D, Schaller T (2011): Template-Based Role-Based Access Control, White Paper, Institut für Informationssysteme, Hochschule Hof.*
- Oh S, Sandhu R (2002): A model for role administration using organization structure. In: Seventh ACM Symposium on Access Control Models and Technologies.*
- Schaller T (1998): Organisationsverwaltung in CSCW-Systemen, Universität Bamberg.*
- Schaad A, Moffett J, Jacob J (2001): The role-based access control system of a European bank: a case study and discussion. In: Proceedings of the Sixth ACM Symposium on Access control models and technologies.*

*Seufert S (2001): Die Zugriffskontrolle – Eine Bestandsaufnahme relevanter Ansätze und deren Weiterentwicklung zu einem Konzept für die Ableitung von Zugriffsrechten aus der betrieblichen Organisation, Universität Bamberg.*

*Chen Y, Zhang L (2011): Research on role-based dynamic access control. In: Proceedings of the 2011 iConference, New York, NY, USA.*

*Colantonio A, Di Pietro R, Ocello A, Verde NV (2009): A formal framework to elicit roles with business meaning in RBAC systems. In: Proceedings of the 14th ACM symposium on Access control models and technologies, New York, NY, USA.*

*Williamson G, Yip D, Sharni I, Spaulding K (2009): Identity Management, MC Press.*

*Qiang Liu, Yun-Fei Jiang, Dong-Ning Rao, Xin-Du Chen (2008): Research of Security Analysis of ARBAC Policy Based on Intelligence Planning. In: 2008 International Conference on Computational Intelligence and Security.*

**Kontakt: Alexander Lawall, Dominik Reichelt, Prof. Dr. Thomas Schaller**

Hochschule Hof, Alfons-Goppel-Platz 1, 95028 Hof

Tel. 09281 409-4950, thomas.schaller@hof-university.de

# Nutzung spaltenbasierter Datenbanktechnologie für das Information Lifecycle Management in Anwendungssystemen

*Detlev Steinbinder, Christoph Bedau, Jörg Löw*

## Einführung

Zahlreiche Unternehmen und Organisationen aus dem Industrie- und Dienstleistungsbereich setzen Standard-Anwendungssysteme für die Abbildung ihrer operativen Geschäftsprozesse ein. Hierzu zählen vor allem integrierte Systeme für das Enterprise Resource Planning (ERP-Systeme), wie zum Beispiel SAP ERP<sup>1</sup> entsprechende branchenspezifische Systeme [SchKrc10]. Die operativen Anwendungssysteme sind häufig die zentrale Datenquelle für nachgelagerte, analytische Anwendungen in Form von Data Warehouse oder Business Intelligence Applikationen. Auch in diesem Bereich ist der zunehmende Einsatz von Standard-Software zu beobachten. Operative und analytische Software-Systeme werden von vielen national und international operierenden Organisationen seit vielen Jahren eingesetzt. Durch den hohen Integrationsgrad und die zunehmende Zentralisierung der Systeme müssen umfangreiche Datenbestände verwaltet werden, was nur mit einem entsprechend hohem technologischen Aufwand erreicht wird. In sehr großen Systemen kann das Datenvolumen zu einem solch signifikanten Ansteigen von Programmlaufzeiten führen, dass nur durch geeignete Maßnahmen im Datenmanagement ein zufriedenstellender Systembetrieb möglich ist. Versionswechsel im Softwarebereich oder Umstrukturierungen stellen weitere Problemkreise dar. Der mit großen Anwendungssystemen (1 bis ca. 50 Terabyte Datenbankgröße) einhergehende erhöhte Kostenaufwand verlangt nach geeigneten Methoden, um die Betriebskosten solcher Systeme dauerhaft im Rahmen zu halten. Regulative Einflüsse seitens der Gesetzgeber und innerbetrieblicher Revision wirken sich ebenso auf das Datenmanagement der Anwendungssysteme aus und erfordern neue Verfahren zur Abdeckung der entsprechenden Anforderungen. Ein Beispiel für den Einfluss der deutschen Gesetzgebung auf das Datenmanagement eines Anwendungssystems stellen die Grundsätze zum Datenzugriff und zur Prüfbarkeit digitaler Unterlagen (GDPdU) dar, die 2002 in Kraft getreten sind [BMF01].

---

<sup>1</sup> SAP ist eine eingetragene Marke der SAP AG

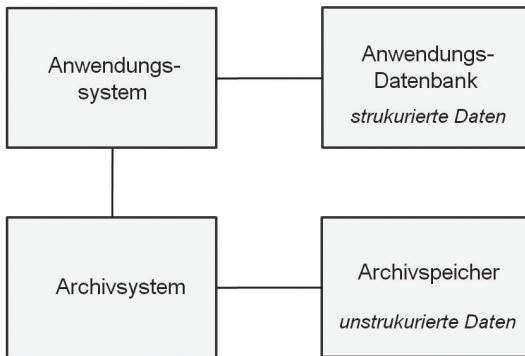
Die Erfüllung der vielfältigen Anforderungen an die Anwendungssysteme erfordert den Einsatz verschiedener Methoden und Technologien, die vielfach unter dem Synonym „Information Lifecycle Management (ILM)“ zusammengefasst werden [ToSo07, St07]. Hierbei wird der Lebenszyklus von Anwendungsdaten von der Erzeugung der betrieblichen Informationen eines Anwendungssystems bis zur möglichen Vernichtung detailliert betrachtet. In Abhängigkeit von dem Alter, der Menge und der Zugriffshäufigkeit werden optimale Speicherorte und Zugriffstechnologien für die Geschäftsinformationen ausgewählt. Zeitnahe Daten befinden sich dann nach wie vor im Datenbanksystem der Applikation, ältere Daten hingegen in einem Archiv bzw. in einer speziellen Nearline-Datenbank [InStNeu08]. Beide sind direkt an das Applicationssystem angebunden. Der Ansatz erfordert eine erweiterte Architektur des Anwendungssystems, die eine nahtlose Integration der entsprechenden Technologien, wie Archivsystem oder Nearline-Datenbank erlaubt. Das Konzept für die Integration einer Nearline-Datenbank wurde erstmals von Inmon für Data Warehouse Applikationen mit starkem Datenbankwachstum vorgeschlagen [In05]. Im Folgenden wird exemplarisch dargestellt, wie die Umsetzung des Information Lifecycle Management Ansatzes in SAP-Umgebungen realisiert werden kann. Hierzu werden Elemente des Lösungspotfolios zum ILM der SAP AG und der PBS Software GmbH vorgestellt. Die vorgestellten Standard-Lösungen haben Modellcharakter und können durchaus als Muster für individuell entwickelte Anwendungssysteme verwendet werden.

## **Der Lebenszyklus von Informationen eines Anwendungssystems**

Betriebliche Anwendungssysteme erzeugen Informationen für die Geschäftsprozesse einer Organisation. Die Informationen werden anschließend für vielfältige Analysezwecke bereitgestellt bzw. weiterverarbeitet. Letzteres erfolgt häufig in Data Warehouse oder Business Intelligence Anwendungen.

Die Informationen operativer Geschäftsvorfälle (Aufträge, Fibu-Belege, Abrechnungen, ...) werden häufig mit Hilfe von Standard-Software-Systemen, wie z. B. SAP ERP verarbeitet. Die Speicherung der Informationen erfolgt üblicherweise in strukturierter und hochgranularer Form in einer traditionellen relationalen Datenbank. Die Struktur der entsprechenden Daten ist hersteller-spezifisch und wird meist über komplexe integrierte Datenmodelle realisiert. Die Speicherung eines Kundenauftrages in einem SAP ERP System kann beispielsweise mehr als 100 unterschiedliche Datenbanktabellen erfordern. Zur vollständigen Beschreibung eines Geschäftsprozesses müssen neben den strukturierten Daten zusätzlich auch nichtstrukturierte Daten, wie z. B. gescannte Eingangsrechnungen, Verträge oder entsprechende Ausgangsdokumente und Drucklisten mitverarbeitet werden. Die Verarbeitung der un-

strukturierten Daten erfolgt in der Regel über ein, an das Anwendungssystem angebundenes, Archivsystem [GöSchMaKo08]. Die Anbindung wird über standardisierte herstellerspezifische Schnittstellen realisiert (s. Abbildung 1).



*Abbildung 1: Infrastruktur eines Anwendungssystems mit angebundenem Archivsystem zur Verwaltung unstrukturierter Daten. Die strukturierten Daten befinden sich komplett in der Anwendungsdatenbank*

Nach der Erzeugung und Speicherung der Informationen eines Geschäftsprozesses können die Daten noch bestimmten Veränderungen unterliegen. So kann z. B. der Status eines Kundenauftrages erst nach Abschluss der Lieferung und Zahlung der Faktura den Status „abgeschlossen“ erhalten. Danach sind die Daten inaktiv, d. h. nicht mehr änderbar. Nach geraumer Zeit belegen die inaktiven Daten einen Großteil des Plattenplatzes in der Datenbank des Anwendungssystems. In Deutschland müssen Geschäftsdaten, aus denen steuerliche Informationen abgeleitet werden können, 10 Jahre für Auswertungszwecke über das Anwendungssystem bereitgestellt werden. In anderen Ländern gelten ähnliche Aufbewahrungspflichten [BMF01][St07]. Anwendungsdaten mit Bezug zum Gesundheitswesen und zur Altersversorgung unterliegen häufig noch wesentlich längeren Aufbewahrungsfristen. Die Fristen sind auf die strukturierten und unstrukturierten Daten gleichermaßen anzuwenden. Für Anwender mit hohem Datenaufkommen stellt die Bereitstellung der Anwendungsdaten über solche Zeiträume eine große Herausforderung dar. Moderne Standard-Anwendungssysteme, wie z. B. SAP, haben mit speziellen neuen Software-Komponenten zur Optimierung des Informationsmanagements im gesamten Lebenszyklus der Daten auf diese Anforderungen reagiert. In diesem Zusammenhang hat sich der Begriff „Information Lifecycle Management (ILM)“ herausgebildet, der von zahlreichen Software- und Hardwareherstellern, aber auch von vielen Unternehmensberatungen zur Umsetzung der vielfältigen Anforderungen in Form von standardisierten

Software- und Hardware-Lösungen oder individuellen Beratungsprojekten, verwendet wird [St07][ ToSo07].

Grundlage eines ILM-Ansatzes ist die Möglichkeit, strukturierte Anwendungsdaten, die inaktiv sind, gezielt aus der Datenbank in ein Archiv zu übertragen. Im SAP-Umfeld hat sich dafür der Begriff der Datenarchivierung etabliert [St07], der auch hier im Weiteren verwendet wird. Die Datenarchivierung ist hierbei gegen die Archivierung von unstrukturierten Informationen abzugrenzen, die seit vielen Jahren von speziell dafür konzipierten Dokumenten-Management-Systemen adressiert wird [GöSchMaKo08]. Sie stellen einen eigenen Anwendungsbereich dar und können häufig mit Standard-Anwendungen wie z. B. ERP Systemen über definierte Schnittstellen zusammenarbeiten. Im Folgenden wird im Wesentlichen ILM im Zusammenhang mit der Datenarchivierung betrachtet. Sind Komponenten zur Durchführung einer Datenarchivierung vorhanden, kann der Lebenszyklus von Anwendungsdaten durch zwei Phasen dargestellt werden (s. Abbildung 2).

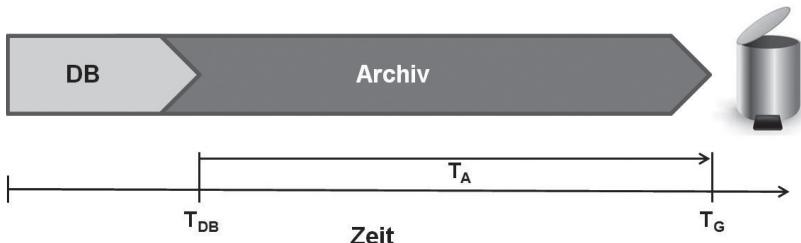


Abbildung 2: Lebenszyklus von Anwendungsdaten: Die in der Anwendungsdatenbank (DB) erzeugten Informationen können nach einer Verweildauer in der Datenbank ( $T_{DB}$ ) und einer Zeitdauer im Archiv ( $T_A$ ) nach einer Mindestaufbewahrungsfrist ( $T_G$ ) final gelöscht werden.

Nach Abschluss eines Geschäftsprozesses unterliegen die Anwendungsdaten keinen Änderungen mehr und sind somit inaktiv. Sie können dann, nach bestimmten Regeln, kontrolliert aus der Anwendungsdatenbank entfernt und in ein Archivsystem übertragen werden.

## Archivierungsverfahren

Die Speicherung in einem Archiv erfolgt in der Regel dateibasiert und in komprimierter Form. Als Archivspeicher kann ein geeignetes Medium verwendet werden, um entsprechende gesetzliche Anforderungen wie z. B. Revisionssicherheit zu erfüllen. Die Kosten für Datenhaltung in einem Archivsystem lie-

gen in der Regel deutlich unter den Betriebskosten für die Datenbank. Eine gesetzlich geforderte Aufbewahrungsfrist (TG) wird dann über die Verweildauer in der Datenbank plus der Verweildauer im Archiv abgebildet. Die Regeln, wann die Daten tatsächlich aus der Datenbank entfernt werden können, hängen nicht nur vom Status aktiv/inaktiv ab, sondern können komplexen Abhängigkeitsprüfungen unterliegen. Sie müssen im Anwendungssystem, das die Daten erzeugt, festgelegt werden. Die Daten zu einer Faktura aus dem Vertrieb sollten beispielsweise erst nach der Zahlung der entsprechenden Debitoren-Rechnung in der Buchhaltung archiviert werden können. Auch die Festlegung der Aufbewahrungsfristen für unterschiedliche Geschäftsprozesse ist in der Regel nicht trivial, speziell in integrierten international konfigurierten ERP Systemen. Die entsprechende Vorgehensweise in einem SAP ERP System wird ausführlich in [St07] diskutiert.

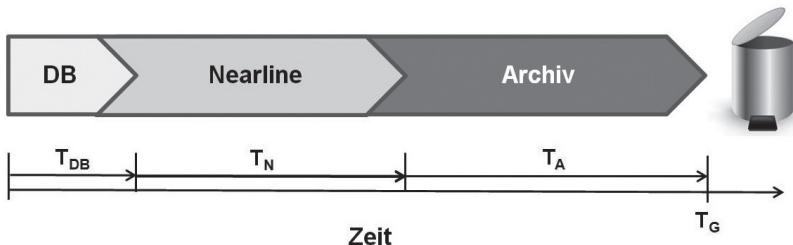
## Datenbankorientierte Archivierung

Das oben beschriebene Archivierungsverfahren, das seit vielen Jahren angewendet wird, kann als klassische Vorgehensweise bezeichnet werden und eignet sich gut für operative Systeme, die Informationen einzelner Geschäftsprozesse verwalten. Neben den operativen Anwendungen haben in den letzten Jahren analytische Anwendungen zur Entscheidungsunterstützung eine enorme Bedeutung erlangt. Sie sind vielfach als individuelle Data-Warehouse-Implementierungen, aber auch in Form von Standard-Software vorzufinden. Letzteres gilt besonders für SAP Systemlandschaften, in denen vorwiegend das SAP NetWeaver Business Warehouse<sup>2</sup> der SAP AG für Business Intelligence Zwecke eingesetzt wird. Auch im Data-Warehouse-Umfeld besteht die Anforderung, Anwendungsdaten aufgrund des starken Datenbankwachstums aus der zentralen Datenbank zu entfernen. Die Betriebskosten sind im analytischen Umfeld häufig höher, da bei der Datenanalyse technologisch anspruchsvolle Komponenten im Hard- und Softwarebereich eingesetzt werden müssen um die sehr variablen Anforderungen im Business Intelligence Bereich abzudecken. Der integrative Charakter dieser Systeme und das hochgranulare Datenmaterial resultieren häufig in extrem großen Datenbeständen, was zu einem starken Anstieg der Betriebskosten führt. Die Entwicklung von Produkten, die den Umgang mit Massendaten erleichtern, unterliegt einer sehr starken Dynamik. Ein Beispiel hierfür ist die derzeitig von der SAP AG mit großem Nachdruck betriebene Entwicklung einer Datenbank, die vollständig im Hauptspeicher arbeitet [PlaZei11].

---

<sup>2</sup> SAP ,NetWeaver und Business Warehouse sind eingetragene Marken der SAP AG

Im analytischen Umfeld ist ein klassischer Archivierungsansatz für das ILM häufig nicht ausreichend. Der Grund liegt im Wesentlichen an den speziellen Datenzugriffsoperationen, bei denen oft viele Millionen Datensätze zahlreichen unterschiedlichen Datenabfragen unterliegen. Befinden sich die Daten in einem klassischen, dateibasierten Archiv, können diese Abfragen nur mit extremen Laufzeiteinschränkungen durchgeführt werden, was zu entsprechender Kritik bei den Benutzern führt. Dies hat zur Entwicklung alternativer Archivierungsverfahren und Zugriffsmethoden geführt. Zum klassischen Archiv kommt ein sogenannter Nearline-Bereich hinzu, der in der Regel durch ein geeignetes Datenbanksystem repräsentiert wird (s. Abbildung 3).



*Abbildung 3: Erweiterter Lebenszyklus von Anwendungsdaten für analytische Systeme. Die in der analytischen Datenbank (DB) erzeugten Informationen können nach einer Verweildauer in der Datenbank ( $T_{DB}$ ) und im Nearline-Bereich ( $T_N$ ) und einer Zeitdauer im Archiv ( $T_A$ ) nach einer Mindestaufbewahrungsfrist ( $T_G$ ) final gelöscht werden.*

Der Nearline-Bereich wurde erstmals von Inmon für Data Warehouse Systeme als Ergänzung zu einem klassischen Archiv vorgeschlagen [In05] und in [InStNeu08] weiterführend diskutiert. Welche Technologie für den Nearline-Bereich eingesetzt werden soll, kann grundsätzlich offen bleiben. Entscheidend ist, dass die Betriebskosten für den Nearline-Bereich unter denen für die primäre analytische Datenbank liegen. In der Regel wird für den Nearline-Bereich ein geeignetes Datenbanksystem vorgeschlagen, das relevante Zugriffsanforderungen und geforderte Betriebskostenaspekte in geeigneter Form abdeckt. Die Nutzung solch eines Ansatzes erfordert eine Anbindung des analytischen Anwendungssystems an das Nearline-System, was neue Softwarekomponenten notwendig macht. Zusätzlich muss ein klassisches Archiv integriert werden. Die Methoden zur Verwaltung der entsprechenden Verweildauern bis zum finalen Löschen der Daten müssen ebenfalls konzipiert und implementiert werden.

Ein datenbankorientierter Archivierungsansatz wird auch für operative Systeme diskutiert [Her97]. In den Konzepten wird meist die Archivierungsme thode von Anwendungsdaten in die Datenbankarchitektur integriert. Das Da-

tenbanksystem stellt dann Funktionalität bereit, über die Datenbereiche auf ein kostengünstiges Medium umgelagert werden können. Eine konsequente Umsetzung solcher Ansätze in den führenden kommerziellen Datenbanksystemen steht jedoch noch aus.

## Erweiterte Anwendungsarchitektur

Im Vergleich zu einer klassischen Anwendungsarchitektur nach dem Client/Server-Prinzip mit einer zentralen Datenbank und einem dateiorientiertem Archivsystem, erfordert der eingeführte Nearline-Ansatz eine erweiterte Anwendungsarchitektur mit zusätzlichen Software- und Hardware-Komponenten. Abbildung 4 zeigt eine erweiterte Anwendungsarchitektur, mit der aktuelle am Markt vorhandene Technologien optimal im Lebenszyklus von Anwendungsdaten eingesetzt werden können. Die Architektur kann für operative und analytische Systeme umgesetzt werden. Die einzelnen Komponenten können je nach Anwendungstyp (operativ, analytisch), Systemlast und Systemgröße unterschiedlich ausgeprägt werden.

Die Mehrzahl operativer Anwendungssysteme verwenden als zentrale Datenhaltungskomponente als Anwendungsdatenbank traditionelle Datenbanken zur Transaktionsverarbeitung (OLTP-Systeme). Diese sind seit vielen Jahren als Standardsoftware im Markt erhältlich und weisen einen hohen Reifegrad auf.

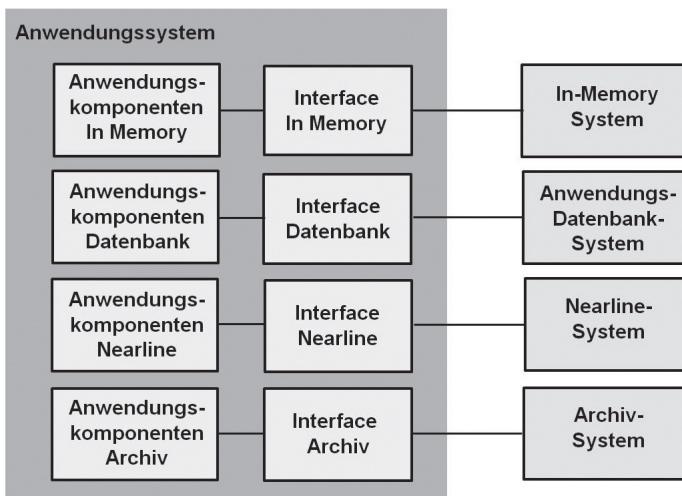


Abbildung 4: Erweiterte Anwendungsarchitektur für die optimale Ausnutzung derzeitiger Technologien im Lebenszyklus von Anwendungsdaten.

Auch im Bereich analytischer Data Warehouse oder Business Intelligence Anwendungen werden häufig traditionelle Datenbanksysteme als Anwendungsdatenbank-System eingesetzt. Sie enthalten oft spezielle Erweiterungen zur besseren Abbildung der anspruchsvollen Analyseanforderungen. Weisen solche Systeme ein hohes Datenaufkommen auf, wie es beispielsweise häufig in Retail- und Telekommunikations-Anwendungen der Fall ist, kommt es bei Analysen meist zu sehr langen Abfrage-Laufzeiten. Die Ursache liegt in der Architektur traditioneller OLTP-Systeme, die für sichere Transaktionsverarbeitung optimiert sind und nicht für die schnelle Analyse sehr großer Datenbestände (mehrere hundert Millionen Zeilen in einer Tabelle). Aus diesem Grund werden im Data-Warehouse-Umfeld häufig spezielle Datenbanksysteme als Anwendungsdatenbanken verwendet, die eine bessere Verarbeitung sehr großer Datenbestände erlauben. Hierzu zählen beispielsweise spaltenbasierte Datenbanksysteme oder neuerdings Datenbanken, die komplett im Hauptspeicher arbeiten (In-Memory Systeme)[ PlaZei11]. Analytische Datenbanken und In-Memory Systeme speichern die Anwendungsdaten meist spaltenweise ab, wodurch sich eine drastisch geringere I/O-Rate bei Analysen ergibt. Die Daten einer Spalte lassen sich in Abhängigkeit von der Anzahl der Ausprägungen sehr gut komprimieren, so dass bis zu 90 % an Speicherbedarf eingespart werden kann. Traditionelle spaltenbasierte Datenbanken eignen sich meist nur für Analysezwecke und nicht zur Transaktionsverarbeitung, wie sie in operativen Systemen benötigt wird. Sie lassen sich aber sehr gut zur schnellen Verarbeitung inaktiver Daten verwenden. Diese kommen in hoher Zahl in operativen und analytischen Anwendungen vor. Setzt man sie als Datenbank in einem Nearline-System ein, kommen ihre Vorteile voll zur Geltung. Dies ist auch im Kontrast zu aktuellen Entwicklungen im Umfeld von spaltenbasierten In-Memory Systemen zu sehen. Aktuelle Entwicklungen, wie sie beispielsweise von SAP betrieben werden, zeigen enorme Fortschritte für die Verarbeitung großer Datenmengen [PlaZei11]. Für große Anwendungen muss allerdings von einem Hauptspeicherbedarf im Terabyte-Bereich ausgegangen werden, was zu entsprechenden Kosten für die zusätzlich benötigte Hard- und Software führt. Zum Aufbau einer Anwendungs-Infrastruktur, die den oben beschriebenen vielfältigen Anforderungen genügt, wird daher die Erweiterung einer vorhandenen Systemlandschaft mit folgenden Komponenten empfohlen: In-Memory Systeme für extrem schnelle Verarbeitung von Anwendungsdaten, spaltenbasierte Nearline-Systeme für die Verarbeitung älterer Anwendungsdaten, vor allem im analytischen Bereich, und traditionelle Archivsysteme für Anwendungsdaten mit geringen Anforderungen im Analysebereich. Die traditionelle Anwendungsdatenbank erfüllt dann vor allem Aufgaben im transaktionalen Bereich und im Metadatenmanagement. Die Architektur ermöglicht eine variable Bestückung der einzelnen Bereiche, was eine Betriebskostenoptimie-

rung ermöglicht. Sie erleichtert auch einen sanften Übergang von vorhandener Technologie zu modernen rein hauptspeicher-basierten Systemen.

## **Beispielhafte Umsetzung des Architekturansatzes in SAP Anwendungen**

SAP Anwendungen eignen sich hervorragend zur Umsetzung des diskutierten Architekturansatzes, da SAP die Voraussetzungen, wie z. B. eine standardisierte Archivanbindung oder eine Datenarchivierung für die operativen SAP Anwendungen, sowie ein Nearline Interface für die analytische Anwendung SAP NetWeaver Business Warehouse (SAP BW), seit vielen Jahren bereits anbietet. Die Architektur kann allerdings nicht alleine mit reinen SAP Softwarekomponenten abgedeckt werden. SAP verfolgt das Konzept, dass bestimmte Komponenten über definierte Schnittstellen durch Produkte von Drittanbietern erworben werden müssen. Ein Beispiel sind die zahlreichen Lösungen von Drittanbietern für das Dokumentenmanagement. Diese können über die SAP ArchiveLink Schnittstelle an beliebige SAP Anwendungen angebunden werden [GöSchMaKo08]. Für den Nearline-Bereich in SAP BW Umgebungen wird ein analoges Konzept verfolgt [St07]

Im Folgenden werden dazu beispielhaft Lösungen des SAP Partnerunternehmens PBS Software GmbH ([www.pbs-software.com](http://www.pbs-software.com)) betrachtet, das seit 20 Jahren Ergänzungslösungen für das Information Lifecycle Management in SAP-Anwendungen entwickelt und als Standard-Lösungen am Markt anbietet. Hierbei wird die Realisierung eines Nearline-Systems auf Basis der spaltenbasierten Datenbank Sybase IQ<sup>3</sup> in Kombination mit einem Archiv-System betrachtet. Für die Anbindung eines Nearline-Systems stellt SAP für die Business Warehouse Lösung das sogenannte Nearline Storage Interface für Drittanbieter bereit [St07]. Die Archivanbindung ist über die SAP ArchiveLink-Schnittstelle realisiert. Die PBS Software GmbH bietet das Produkt CBW NLS IQ an, das über das Nearline Interface an das SAP BW angebunden werden kann. Es basiert auf der analytischen, spaltenbasierten Datenbank Sybase IQ, die für Data-Warehouse-Zwecke entwickelt wurde. Weiterführende Informationen zu diesem Datenbanksystem findet man unter: [www.sybase.com/IQ](http://www.sybase.com/IQ). Das Archivsystem ist über die PBS Kommunikationslösung PBS ContentLink in Kombination mit einem für Archivierungszwecke geeigneten Archivspeicher realisiert. Abbildung 5 zeigt die entsprechende konkrete Architektur für eine SAP BW Umgebung. Detaillierte Informationen zu den beiden PBS Produkten können der Internetseite der PBS Software GmbH entnommen werden ([www.pbs-software.com](http://www.pbs-software.com)).

---

3 Sybase IQ ist eine eingetragene Marke der SAP AG

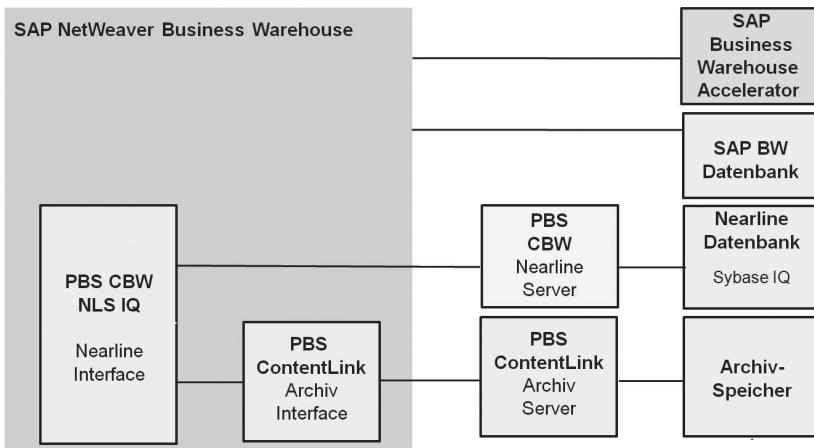


Abbildung 5: Erweiterte Anwendungsarchitektur für die optimale Ausnutzung derzeitiger Technologien im Lebenszyklus von Anwendungsdaten für den konkreten Fall einer SAP Business Warehouse Umgebung. In dem Beispiel werden neben den SAP Komponenten Produkte der PBS Software GmbH eingesetzt.

Als weitere Komponenten sind die traditionelle Business Warehouse (BW) Datenbank und der SAP Business Warehouse Accelerator (SAP BWA)<sup>4</sup>, der auf In-Memory Technologie basiert, im Einsatz.

Analysedaten werden zunächst in die BW Datenbank geladen. Dort können sie dann im Rahmen des Datenmodells in weitere Analysestrukturen transformiert werden. Für sehr schnelle Auswertungen lädt man die jeweiligen Analysedaten parallel in den BW Accelerator, wo sie komplett im Hauptspeicher analysiert werden [Me10]. Nach einer bestimmten Zeit lassen sich die Analysedaten nun in die Nearline Datenbank oder gleich in das Archiv übertragen. Beides erfolgt über SAP Standardprozesse. Der Transfer in das Nearline-System ist dann zu bevorzugen, wenn noch viele und vor allem sehr variable Zugriffe auf die Daten erfolgen müssen, aber die Antwortzeiten nicht mehr im einstelligen Sekundenbereich liegen müssen. Diese Aufgabe kann dann vom spaltenbasierten Analyseserver Sybase IQ sehr gut abgedeckt werden. Praxisbeispiele zeigen erheblich geringere Laufzeiten im Vergleich zu traditionellen Datenbanksystemen, die für die BW-Datenbank eingesetzt werden. Die Kommunikation zwischen BW-System und Nearline-System bzw. Archivsystem erfolgt durch die entsprechenden PBS Komponenten.

4 SAP Business Warehouse Accelerator ist eine eingetragene Marke der SAP AG

The screenshot shows the SAP BW Administration interface. On the left, there is a tree view of objects under 'Kosten und Verrechnungen (IET)'. A specific node, 'CUBE ZCCA\_P21R > CUBE ZCCA\_048', is selected. On the right, a table displays details of an archiving request:

Request-ID	Erzeugt am	Erz.-Zeit	Selektionsbed.	Lauf	NL-Req	Dat.-Pak.	Anzahl Datensätze	Gesamtgröße in kByte
49	14.07.2009	17:20:16	FISCARNT=Y\4'		50	214	10.609.650	8.742.351.600

Abbildung 6: Ausschnitt aus der Verwaltungsoberfläche eines SAP BW-Systems. Auf der rechten Seite sind die Informationen zu einem Archivierungslauf zur Datenstruktur links (InfoCube) zu sehen. Es wurden ca. 10 Millionen Datensätze an das Nearline-System übergeben.

Die in das Nearline-System übertragenen Daten können dann direkt über das SAP BW administriert werden. Hierzu wurde von PBS ein spezieller Überwachungs- und Administrationsmonitor entwickelt, der in Abbildung 7 dargestellt ist.

The screenshot shows the PBS Monitor interface. At the top, there are two status indicators: 'NLS-Datenbank ist aktiv' and 'NLS-Interface ist aktiv'. Below this, the 'Nearline-Connection' section shows a connection named 'CBW\_IQ' to a 'logische Destination' 'PBSRIQ\_P\_SAPNLSDB01@TRITON'. The main area is titled 'InfoCube/DSO' and shows a list of '23 Einträge' (entries). The table includes columns: Id, DA-Prozeß, SAP-Request, Anderer, Status, Datum, Anzahl, Größe[Byte], NL-Request, Nearline-Objekt, and NL-Ve. Several rows are highlighted in red, corresponding to the data in Abbildung 6. For example, row 49 has a status of '70' and a date of '14.07.2009'.

Id	DA-Prozeß	SAP-Request	Anderer	Status	Datum	Anzahl	Größe[Byte]	NL-Request	Nearline-Objekt	NL-Ve
ZCCA0980	216	WEICKUM		70	15.07.2011	0	0	0	/BIC/ZCCA0980	CBW..
ZCCA_C11N	77	ZIMMER		70	03.11.2009	94.530	77.892.720	78	/BIC/ZCCA_C11N	CBW..
ZCCAP21M1	57	WEICKUM		70	17.08.2009	10.609.650	8.742.351.600	58	/BIC/ZCCAP21M1	CBW..
ZCCA_C11B	144	LÖW		70	23.09.2010	179.392	147.819.008	145	/BIC/ZCCA_C11B	CBW..
ZCCA_C11B	146	LÖW		70	23.09.2010	104.043	85.731.432	147	/BIC/ZCCA_C11B	CBW..
ZCCA_P21N	49	LÖW		70	14.07.2009	10.609.650	8.742.351.600	50	/BIC/ZCCA_P21N	CBW..
ZCCA_C11N	181	STEFFEN		80	18.02.2011	14.835	12.224.040	182	/BIC/ZCCA_C11N	CBW..
ZCCA_08J	201	HEMMING		80	14.07.2011	770.704	872.436.928	202	/BIC/ZCCA_08J	CBW..
ZCCA09R	212	WEICKUM		80	15.07.2011	0	0	0	/BIC/ZCCA09R	CBW..

Abbildung 7: Ausschnitt aus dem Anzeigebild des PBS Monitors zur Überwachung des Nearline-Systems. Die rote Markierung zeigt den zu Abbildung 6 korrespondierenden Archivierungslauf aus der Perspektive des Nearline-Systems.

Nach erfolgreicher Verschiebung der Daten in das Nearline-System können diese nun direkt mit Endbenutzerwerkzeugen des SAP-BW-Systems analysiert werden.

Abbildung 8. zeigt hierzu die Ergebnisse für eine Endbenutzer-Abfrage für die in den Abbildungen 6 und 7 abgebildete, in das Nearline-System übertragene, Informationsstruktur. Die Abfrage wertet ca. 10 Millionen Datensätze aus und benötigt hierfür ca. 7 Sekunden. Für den Endbenutzer ist hierbei die Datenquelle nicht relevant, d. h. er merkt nicht, dass die Analysedaten tatsächlich im

Nearline-System gespeichert sind. Damit können Administratoren die Datenhaltung flexibel auf unterschiedliche Anforderungen einrichten.

Die kurze Laufzeit der Datenabfrage ist auf die besonderen Analysefähigkeiten des spaltenbasierten Analyseservers Sybase IQ zurückzuführen. Ein Vergleich mit einer traditionellen zeilenbasierten Datenbank zeigt eine Verbesserung der Laufzeit um den Faktor 5. Noch kürzere Laufzeiten werden durch eine Analyse der Daten in einem In-Memory System, wie dem SAP Business Warehouse Accelerator erreicht, der die Analysendaten ähnlich wie die Sybase IQ spaltenbasiert, aber komplett im Hauptspeicher, verwaltet [Me10].

BEx Adhoc Analyse																																																																																	
Datenanalyse	Grafische Darstellung	Information	Information Broadcasting																																																																														
<b>Kosten insgesamt</b>			Letzte Datenaktualisierung: 11.08.2011 15:20:40																																																																														
<a href="#">View sichern</a> <a href="#">Bookmark</a> <a href="#">Variablenbild</a> <a href="#">Exceptions und Bedingungen</a> <a href="#">Kommentare</a> <a href="#">Export nach Excel</a> <a href="#">Export nach CSV</a>																																																																																	
<span>▼ Zeilen</span> Kostenrechnungskreis Währung <span>▼ Spalten</span> Kennzahlen <span>▼ Freie Merkmale</span>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Kostenrechnungskreis</th> <th>Währung</th> <th>Betrag</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1000 CO Europe</td> <td>DEM Deutsche Mark</td> <td>13.293.840.559,80 DM</td> </tr> <tr> <td></td> <td>EUR Euro</td> <td>16.274.239.846,35 EUR</td> </tr> <tr> <td></td> <td>GBP Pfund</td> <td>£ 402.048.803,10</td> </tr> <tr> <td></td> <td>PTE Escudos</td> <td>5.850.000,00 PTE</td> </tr> <tr> <td></td> <td>USD US Dollar</td> <td>\$ 447.214,65</td> </tr> <tr> <td></td> <td># Nicht zugeordnet</td> <td>2.997,75 ERROR</td> </tr> <tr> <td colspan="3">Ergebnis</td></tr> <tr> <td>2000 CO N. America</td><td>CAD Kan.Dollar</td><td>137.149.474,50 CAD</td> </tr> <tr> <td></td><td>DEM Deutsche Mark</td><td>33.420,00 DM</td> </tr> <tr> <td></td><td>EUR Euro</td><td>11.309.151,80 EUR</td> </tr> <tr> <td></td><td>JPY Yen</td><td>1.685,00 JPY</td> </tr> <tr> <td></td><td>USD US Dollar</td><td>\$ 89.348.674.826,70</td> </tr> <tr> <td></td><td># Nicht zugeordnet</td><td>26.130,00 ERROR</td> </tr> <tr> <td colspan="3">Ergebnis</td></tr> <tr> <td>2200 CO France</td><td>EUR Euro</td><td>1.412.700,00 EUR</td> </tr> <tr> <td></td><td>USD US Dollar</td><td>\$ 15.000,00</td> </tr> <tr> <td colspan="3">Ergebnis</td></tr> <tr> <td>2800 China</td><td>CNY Renminbi</td><td>7.929.158,85 CNY</td> </tr> <tr> <td colspan="3">Ergebnis</td></tr> <tr> <td>4500 Canadian Controlling Area</td><td>CAD Kan.Dollar</td><td>1.267.039.336,20 CAD</td> </tr> <tr> <td></td><td>USD US Dollar</td><td>\$ 54.951.991,80</td> </tr> <tr> <td colspan="3">Ergebnis</td></tr> <tr> <td>4700 Indonesia</td><td>IDR Rupiah</td><td>17.462.348,00 IDR</td> </tr> <tr> <td></td><td>Ergebnis</td><td>17.462.348,00 IDR</td> </tr> <tr> <td>5000 CO Japan</td><td>JPY Yen</td><td>8.869.328,00 JPY</td> </tr> </tbody> </table>	Kostenrechnungskreis	Währung	Betrag	1000 CO Europe	DEM Deutsche Mark	13.293.840.559,80 DM		EUR Euro	16.274.239.846,35 EUR		GBP Pfund	£ 402.048.803,10		PTE Escudos	5.850.000,00 PTE		USD US Dollar	\$ 447.214,65		# Nicht zugeordnet	2.997,75 ERROR	Ergebnis			2000 CO N. America	CAD Kan.Dollar	137.149.474,50 CAD		DEM Deutsche Mark	33.420,00 DM		EUR Euro	11.309.151,80 EUR		JPY Yen	1.685,00 JPY		USD US Dollar	\$ 89.348.674.826,70		# Nicht zugeordnet	26.130,00 ERROR	Ergebnis			2200 CO France	EUR Euro	1.412.700,00 EUR		USD US Dollar	\$ 15.000,00	Ergebnis			2800 China	CNY Renminbi	7.929.158,85 CNY	Ergebnis			4500 Canadian Controlling Area	CAD Kan.Dollar	1.267.039.336,20 CAD		USD US Dollar	\$ 54.951.991,80	Ergebnis			4700 Indonesia	IDR Rupiah	17.462.348,00 IDR		Ergebnis	17.462.348,00 IDR	5000 CO Japan	JPY Yen	8.869.328,00 JPY		Zelle 1 / 45
Kostenrechnungskreis	Währung	Betrag																																																																															
1000 CO Europe	DEM Deutsche Mark	13.293.840.559,80 DM																																																																															
	EUR Euro	16.274.239.846,35 EUR																																																																															
	GBP Pfund	£ 402.048.803,10																																																																															
	PTE Escudos	5.850.000,00 PTE																																																																															
	USD US Dollar	\$ 447.214,65																																																																															
	# Nicht zugeordnet	2.997,75 ERROR																																																																															
Ergebnis																																																																																	
2000 CO N. America	CAD Kan.Dollar	137.149.474,50 CAD																																																																															
	DEM Deutsche Mark	33.420,00 DM																																																																															
	EUR Euro	11.309.151,80 EUR																																																																															
	JPY Yen	1.685,00 JPY																																																																															
	USD US Dollar	\$ 89.348.674.826,70																																																																															
	# Nicht zugeordnet	26.130,00 ERROR																																																																															
Ergebnis																																																																																	
2200 CO France	EUR Euro	1.412.700,00 EUR																																																																															
	USD US Dollar	\$ 15.000,00																																																																															
Ergebnis																																																																																	
2800 China	CNY Renminbi	7.929.158,85 CNY																																																																															
Ergebnis																																																																																	
4500 Canadian Controlling Area	CAD Kan.Dollar	1.267.039.336,20 CAD																																																																															
	USD US Dollar	\$ 54.951.991,80																																																																															
Ergebnis																																																																																	
4700 Indonesia	IDR Rupiah	17.462.348,00 IDR																																																																															
	Ergebnis	17.462.348,00 IDR																																																																															
5000 CO Japan	JPY Yen	8.869.328,00 JPY																																																																															

Abbildung 8: Die Abbildung zeigt das Ergebnis einer Endbenutzerabfrage in einem SAP BW System. Die analysierten Daten wurden vor der Analyse komplett in das Nearline-System übertragen.

Erfolgen nur sehr geringe oder nur gelegentliche Datenzugriffe durch Endanwender, was üblicherweise nach einem bestimmten Alter der Daten der Fall ist, bietet sich an, die Analysedaten in den Archivbereich zu verschieben. Auch dies kann in einem SAP-System durch die oben beschriebene Architektur durchgeführt werden.

## Zusammenfassung

Information Lifecycle Management Konzepte zeigen neue Möglichkeiten auf, den Betrieb von Anwendungssystemen zu optimieren und gleichzeitig die stetig ansteigenden regulativen Anforderungen zu erfüllen. Die dazu notwendigen zusätzlichen Software- und Hardwarekomponenten sind im Umfeld einiger Standard Software Systeme bereits verfügbar. Der Ansatz erlaubt den effizienten Einsatz moderner Technologien, wie z. B. spaltenbasierte analytische Datenbanken, In-Memory Systeme und Archivtechnologien. Sehr große, schnell wachsende Anwendungssysteme lassen sich dadurch wirtschaftlicher betreiben. Die Architektur lässt sich ohne Einschränkungen auch im Bereich individuell entwickelter Systeme anwenden.

## Literaturverzeichnis

- [BMF01]. Bundesrepublik Deutschland, Bundesministerium der Finanzen. BMF-Schreiben vom 16.7.2001: Grundsätze zum Datenzugriff und zur Prüfbarkeit digitaler Unterlagen (GDPdU) (IV D 2 – S 0316 -136/01 -)
- [GöSchMaKo08] *Klaus Götzer, Ralf Schmale, Berthold Maier, Torsten Komke*, Dokumentenmanagement, dpunkt.verlag 2008
- [Her97] *Axel Herbst*, Anwendungsorientiertes DB-Archivieren, Springer Verlag 1997
- [In05] *W. H. Inmon*, Building the Data Warehouse, Wiley Verlag
- [InStNeu08] *W. H. Inmon, Derek Strauss, Genia Neuschloss*, DW2.0, Morgan Kaufmann Verlag 2008
- [Me10] *Christian Mehrwald*, Datawarehousing mit SAP® BW 7 (BI in SAP NetWeaver® 2004s): Architektur, Konzeption, Implementierung, dpunkt.verlag 2010
- [PlaZei11] *Hasso Plattner, Alexander Zeier*, In-Memory Data Management, Springer Verlag 2011
- [SchKrc10] *Bettina Schwarzer, Helmut Krcmar*, Wirtschaftsinformatik, Schäffer-Poeschel Verlag 2010
- [St07] *Helmut Stefani*, Datenarchivierung mit SAP, Galileo Press 2007
- [ToSo07] *Günter Tome, Wolfgang Sollbach*, Grundlagen und Modelle des Information Lifecycle Managements, Springer Verlag 2007

**Kontakt: Prof. Dr. Detlev Steinbinder**

Fachhochschule Worms, Erenburgerstraße 19, 67549 Worms

Tel. 06241 509-271, [steinbinder@fh-worms.de](mailto:steinbinder@fh-worms.de)

**Kontakt: Dr. Christoph Bedau**

PBS Software GmbH, Schwanheimer Straße 144A, 64625 Bensheim

Tel. 06251 174-0, [christoph.bedau@pbs-software.com](mailto:christoph.bedau@pbs-software.com)

**Kontakt: Dr. Jörg Löw**

PBS Software GmbH, Schwanheimer Straße 144A, 64625 Bensheim

Tel. 06251 174-0, [joerg.loew@pbs-software.com](mailto:joerg.loew@pbs-software.com)

# **Wissensmanagement als Teil betrieblicher Informationssysteme**

*Carlo Simon, Sebastian Kaul*

## **1 Einführung**

Durch soziale Netzwerke und technische Konzepte, die Interaktion und Austausch befördern, ist das Internet zum „Mit-Mach-Web“ geworden. Diese Konzepte werden gemeinhin unter dem Begriff „Web 2.0“ zusammengefasst [ApBl08]. Unter Web 2.0 werden dabei aber nicht nur populäre Plattformen wie soziale Netzwerke verstanden, sondern auch Ansätze, die neue Ausprägungen betrieblicher Anwendungssysteme ermöglichen. Sie resultieren insbesondere in einer erhöhten Benutzerbeteiligung etwa in den Bereichen Qualitätsmanagement oder der Weiterentwicklung betrieblicher Informationssysteme [Ruta08].

Mit solchen Informationen, die im Zusammenhang mit betrieblichen Anwendungssystemen stehen, aber auch mit jeglichem weiteren Wissen, welches sich in einem Unternehmen befindet, beschäftigt sich das Wissensmanagement. Damit wird es zur zentralen Informationsquelle für die betriebliche Systementwicklung. Eine solche Wissensbasis kann genutzt werden, um eine nachhaltige Informationslandschaft zu schaffen, anhand derer Anforderungen spezifiziert werden, Qualitätssicherung durchgeführt oder vorhandene Anwendungssysteme ausgebaut werden können.

Auch weitere Ansätze des Web 2.0, wie „Das Web als Plattform“, „kollektive Intelligenz“, „datengetriebene Systeme“, „Entwicklungszyklen“ und „Programmiermodelle“ haben Auswirkungen auf viele betriebliche Anwendungssysteme und bereiten somit einen Paradigmenwechsel vor [Alby08]. Innerhalb eines betrieblichen Rahmens werden diese Ansätze unter dem Begriff „Enterprise 2.0“ beschrieben [BaGr09].

Im Rahmen dieser Paradigmen ist das betriebliche Wissensmanagement somit ein zentrales Instrument, um bisher geschlossene Entwicklungsumgebungen, Wissenskreise und Hierarchien zu durchbrechen und das Know-How jedes Mitarbeiters einzubeziehen. Der Trend anderer Web 2.0-Lösungen hin zum „user based content“ motiviert, diesen auch für betriebliche Informationssysteme zu nutzen. Neue Strukturen innerhalb solcher Anwendungssysteme

wie flache Hierarchien, neue Entscheidungsprozesse, dauerhafte Entwicklungszyklen oder datengetriebene Inhalte sind jedoch kein „Selbstläufer“ und bedürfen einer ausgereiften Planung [Sega08].

Doch wie muss eine solche Planung aussehen? Welche Formen und Umsetzungen des Enterprise 2.0 eignen sich für Institutionen und politische Organe wie Parteien oder Gewerkschaften? Diese Frage wurde exemplarisch für eine große deutsche Gewerkschaft untersucht. Zu diesem Zweck wurde eine Umfrage u. a. mit Mitarbeitern und Mitgliedern der IG Metall durchgeführt, um deren derzeitige elektronische Kommunikationsplattformen zu bewerten und Anforderungen an neue Informationssysteme zu erheben. Anhand dieser Ergebnisse wurden verschiedene Lösungsszenarien abgeleitet, um Anwendungssysteme unter diesen neuen Paradigmen zu etablieren.

## 2 Das Web 2.0

Der Begriff Web 2.0 wird mit vielen technischen, als auch sozio-technischen Systemen und Internet-Plattformen in Verbindung gebracht. O'Reilly beschreibt anhand folgender Schwerpunkte die Entwicklung zum Web 2.0 [o.V.05]:

- Web als Plattform
- Nutzung kollektiver Intelligenz
- Datengetriebene Systeme
- Neue Entwicklungszyklen
- Neue Programmiermodelle
- Geräteübergreifende Nutzung
- Vollwertige Webapplikationen

Diese Schwerpunkte haben sich erfolgreich im Web durchgesetzt, nehmen aber auch zunehmend Einfluss auf betriebliche Abläufe. Sie stellen somit in vielen Bereichen einen Paradigmenwechsel dar. Im Fokus der Weiterentwicklung steht die Interaktion zwischen Menschen und nicht technische Aspekte. Die soziale Komponente spielt also eine übergeordnete Rolle, während die technischen Hilfsmittel und Weiterentwicklungen nur als Plattform dienen, um Grenzen zwischen Menschen zu überschreiten. Die Prinzipien des „Social Web“ beschreiben dabei vor allem folgende Punkte [EbGl08]:

- Das Individuum bzw. die Gruppe steht im Fokus der Kommunikation, welche personalisiert abläuft.
- Das Individuum integriert sich in die Gemeinschaft und deren Gebräuche.
- Es herrscht eine große Transparenz innerhalb der Gemeinschaft. Beziehungen, Aktionen und Bewertungen sind verfügbar und sichtbar.

- Die Gemeinschaft reguliert sich selbst. Es werden keine starren Regularien vorgegeben, sondern die Gemeinschaft schafft sich eine Plattform, die an ihre Bedürfnisse angepasst ist.
- Die Freiheit der Selbstorganisation wird durch Bewertungssysteme geordnet. Dadurch wird gewährleistet, dass die Interessen einer Gemeinschaft in die gewünschten Bahnen gelenkt werden.
- Im Vordergrund stehen nicht einzelne Informationen, sondern die Verknüpfung dieser Informationen zu einem Ganzen. Durch den Beitrag der einzelnen Nutzer entsteht somit kollektives Wissen.

### **3 Paradigmen und deren Einfluss**

Von diesen Erkenntnissen ausgehend, sollen nun die ersten fünf Paradigmen unter dem Aspekt betrieblicher Anwendungssysteme betrachtet werden. Eine strikte Abgrenzung der einzelnen Paradigmen ist dabei nicht möglich; sie sind im Zusammenspiel untereinander zu betrachten [o.V.05] [BuSt08].

#### ***3.1 Web als Plattform***

Das Web als Plattform beschreibt Anwendungen, die nicht mehr als reine und flache Informations- oder Diensteanbieter agieren. Vielmehr werden Plattformen geschaffen, die übergreifende Informationen und Dienstleistungen anbieten. Diese können aus verschiedenen Bereichen stammen und diese gesammelt auf einer Plattform anbieten. Im Gegensatz zu „klassischer“ Software soll dabei das Web mit seinen Techniken dazu genutzt werden, die Interaktion zwischen den Beteiligten auf einer solchen Plattform zu fördern. Damit verschwimmen die klassischen Grenzen von Programmen hin zu Diensten, welche wiederum in verschiedenen Plattformen genutzt werden können (Orchestrierung) [Alby08].

Es stehen nun also einzelne Dienstleistungen im Vordergrund anstatt komplexer Gesamtabläufe. Hierdurch können Plattformen auf die unterschiedlichsten Anforderungen reagieren.

#### ***3.2 Nutzung kollektiver Intelligenz***

Als kollektive Intelligenz werden Informationen und deren Verarbeitung durch eine Gruppe bezeichnet. Dabei kann es sich um Verhalten, Vorlieben, Ideen oder Wissen handeln, welche innerhalb einer Gruppe verarbeitet werden. Neben den eigentlichen Informationen werden auch teilweise Informationen über die Gruppe erfasst, um diese Informationen oder Erkenntnisse auf andere gleichartige Personen anzuwenden [Sega08].

Gerade im betrieblichen Umfeld werden somit Informationen der Gesamtunternehmung erfasst und zur Weiterverarbeitung nutzbar gemacht. Dadurch werden nicht nur Wissen und Fähigkeiten erfasst, sondern auch die Anforderungen der „Masse“ an Stelle von Einzelnen erhoben.

### **3.3 Datengetriebene Systeme**

Unter datengetriebenen Systemen werden Anwendungen verstanden, deren Alleinstellungsmerkmal die eigentlichen Nutzungsdaten sind. Dieses Paradigma rückt somit die eigentlichen Nutzinformationen in den Fokus der Dienste, welche ein Alleinstellungsmerkmal ergeben [o.V.05].

### **3.4 Neue Entwicklungszyklen**

Im Rahmen des Web 2.0 haben sich auch die Entwicklungszyklen für Anwendungen und Plattformen verändert. Bei klassischen Softwareentwicklungen werden häufig festgelegte Entwicklungsstände erreicht, um eine solche Version gezielt zu veröffentlichen. Dabei erhält die Software eine entsprechende Versionsnummer. Im Web sind keine festen Versionsstände verfügbar. Vielmehr wird eine fortlaufende Weiterentwicklung der Systeme angestrebt. Dies ist eine weitere Verknüpfung zwischen dem Open-Source-Gedanken und dem Web 2.0. Durch die Einbindung von externen bzw. verschiedenen Entwicklern und Benutzern in den Entwicklungsprozess werden Anwendungen fortlaufend weiterentwickelt und getestet. Ein fester Versionsstand ist damit nicht gegeben. Die Anwendungen sind somit dauerhaft im sogenannten Beta-Status. Des Weiteren werden in alle Entwicklungszyklen die Benutzer mit eingebunden, sei es bei dem Erfassen neuer Anforderungen oder beim anschließenden Testen.

### **3.5 Neue Programmiermodelle**

Neue Programmiermodelle beziehen sich auf die Bereitstellung und Verarbeitung von Daten. Hier kommen hauptsächliche offene Schnittstellen zum Einsatz, um wiederum andere Paradigmen, wie das Schaffen von neuen Plattformen durch Orchestrierung verschiedener Dienste, zu unterstützen. Auch unter diesem Aspekt steht nicht die Endkontrolle durch feste Spezifikationen im Mittelpunkt, sondern die Verbreitung und Nutzung der Informationen, die durch die Systeme bereitgestellt werden.

## **4 Wissensmanagement**

Wissen und Wissensmanagement umfassen Aspekte der Soziologie, Betriebswirtschaft, Psychologie und der Wirtschaftsinformatik.

Im Folgenden soll kurz auf das Wissensmanagement unter dem Aspekt der zuvor behandelten Paradigmen eingegangen werden.

Auch schon vor der Entstehung des Web 2.0 gab es Wissensmanagement in Unternehmen. Durch die Entwicklung, Verbreitung und Akzeptanz von Web 2.0 haben sich jedoch auch in diesem Bereich die „neuen“ Paradigmen in verschiedenen Systemen etabliert. Hierbei sind vor allem zwei Aspekte hervorzuheben:

- Die Wissensbereitstellung durch die Masse
- Die Erfassung von impliziertem Wissen

Somit zielen heutige Systeme auf die Erfassung von Informationen aller Nutzer innerhalb eines Unternehmens, sowohl expliziter, als auch impliziter Informationen. Durch die Verknüpfung dieser Informationen in einem Wissensmanagement, können innerhalb eines Unternehmens viele Prozesse unterstützt werden, etwa der Wissenstransfer oder die Unterstützung der Wissensträger [Wilk01].

## **5 Datenerhebung**

Im Hinblick auf die zuvor genannten Paradigmen wurden verschiedene Datenerhebungen vorgenommen und analysiert, um die aktuelle Nutzung und künftigen Anforderungen zu bestimmen. Hierbei wurden die unterschiedlichen Kommunikationsplattformen der IG Metall betrachtet, wobei der Fokus gleichermaßen auf die internen (Mitarbeiter) und externen (Mitglieder) Nutzer gerichtet war.

### **5.1 Plattformanalyse**

Welche Plattformen für politische Organisationen zum internen Austausch von Informationen und zur Kommunikation mit ihren Mitgliedern eingesetzt werden, soll im Folgenden am Beispiel der IG Metall als der mit 2,3 Millionen Mitgliedern größten Einzelgewerkschaft der Welt untersucht werden. Die IG Metall vertritt und berät ihre Mitglieder in den Branchen Metall und Elektro, Eisen und Stahl, Textil und Bekleidung, Informationstechnik sowie Holz und Kunststoff. Sie ist Mitglied des Deutschen Gewerkschaftsbundes, des Europäischen Metallgewerkschaftsbundes und des Internationalen Metallgewerk-

schaftsbundes. Organisatorisch ist die IG Metall in Vorstand, Bezirksleitungen und denen zugeordnete Verwaltungsstellen gegliedert. Innerhalb des Vorstands unterhält die IG Metall verschiedene Ressorts für Kommunikation und elektronische Medien. Diese verantworten die Herausgabe von Magazinen, leisten Pressearbeit und betreiben Online-Portale, welche in Intranet, Internet und Extranet, ein allgemeines Angebot und das Aktiven-Portal der IG Metall Jugend unterschieden werden. Neben den zentralen Plattformen gibt es regionale Online-Angebote, welche eigenverantwortlich gepflegt und verwaltet werden. Eine Übersicht über diese Angebote zeigt Tabelle 1.

Intranet	Plattform zur internen Kommunikation zwischen den Mitarbeitern/innen der IG Metall. Umfasst aktuelle und revisionsrelevante Informationen der Funktionsbereiche, ein Online-Telefonbuch, Anleitungen sowie Broschüren.
Extranet	Richtet sich an spezifische Mitglieder (etwa Betriebsräte oder Vertrauensleute) und enthält Brancheninformationen, tagesaktuelle Nachrichten (Infodienst), Broschüren, sowie Handlungshilfen (z. B. für Betriebsratswahlen).
Aktiven-Portal	Als Bestandteil des Extraneats adressiert das Aktiven-Portal vor allem Jugend- und Auszubildendenvertretungen.
Internet	Öffentlich zugängliche Plattform der IG Metall, sowie in einem geschützten Bereich zusätzliche Angebote für Mitglieder.
Jugend-Portal	Als Bestandteil des Internets frei zugänglich mit besonderem Angebot an junge Menschen, Studenten und Auszubildende, etwa Informationen zu Studienfächern und -gestaltung, sowie zu Ausbildung und Übernahme nach Ausbildung.

Tabelle 1: Die zentralen Online-Plattformen der IG Metall

Alle diese Plattformen werden zentral durch das Ressort Kommunikation-Medien-Online betreut. Das Fachressort ist dabei federführend tätig als Single-Point-of-Contact für andere Fachbereiche zur Pflege der Plattformen, als auch für die Weiterentwicklung der Content-Management-Systeme.

In Bezug auf die Kommunikationsstrukturen sind alle genannten Plattformen gekennzeichnet durch eine unidirektionale Kommunikationsstruktur – lediglich eine Kontakt-Seite bietet einen festen Rückkanal. Eine Individualisierung von Informationen (in Intranet und Extranet) ist über einen personalisierten Login zwar prinzipiell möglich, dies ist jedoch praktisch nur in Ansätzen umgesetzt. Somit haben alle Plattformen noch die Charakteristika des Web 1.0, also einer zentralisierten und eindimensionalen Informationsbereitstellung.

## **5.2 Nutzeranalyse & Akzeptanz**

Anhand verschiedener vorhandener Erhebungen und Umfragen wurde untersucht, in wie weit Web 2.0-Paradigmen verbreitet und akzeptiert sind. Dabei wurde vor allem der betriebliche und gewerkschaftliche Kontext hergestellt, um Rückschlüsse auf die vorhandenen Plattformen und Strukturen zu erhalten um diese für zukünftige Verbesserungen zu nutzen.

Bei der Umfrage wurden die technische Umsetzung (in Wikis, sozialen Netzwerken, Podcasts, etc.) und die organisatorischen Umsetzungen (Hierarchien, Regularien, etc.) betrachtet, also die sozio-technischen Aspekte insgesamt. Als Zielgruppe wurden aktive und potenzielle Mitglieder der IG Metall identifiziert und zur Teilnahme an der Umfrage eingeladen. Anhand der verschiedenen Themenfelder der IG Metall wurde diese Menge nochmals untergliedert. Ein Pretest wurde mit insgesamt 12 Personen durchgeführt. Die Einladung zur eigentlichen Umfrage wurde – ganz im Sinne des Beitrags – in offenen Foren (Facebook, XING, VZ-Netzwerke, Hochschulplattformen) an ca. 1000 Personen gerichtet. Von diesen beteiligten sich 307 Personen. Die Teilnehmer hatten wiederum die Möglichkeit anzugeben, wie sie auf die Umfrage aufmerksam geworden sind.

### *5.2.1 Auswertung*

Im folgendem Abschnitt sollen die einzelnen Ergebnisse der Umfrage dargestellt und ausgewertet werden.

Die Altersverteilung ergab, dass mehr als die Hälfte aller Teilnehmer zwischen 20 und 30 Jahre alt war.

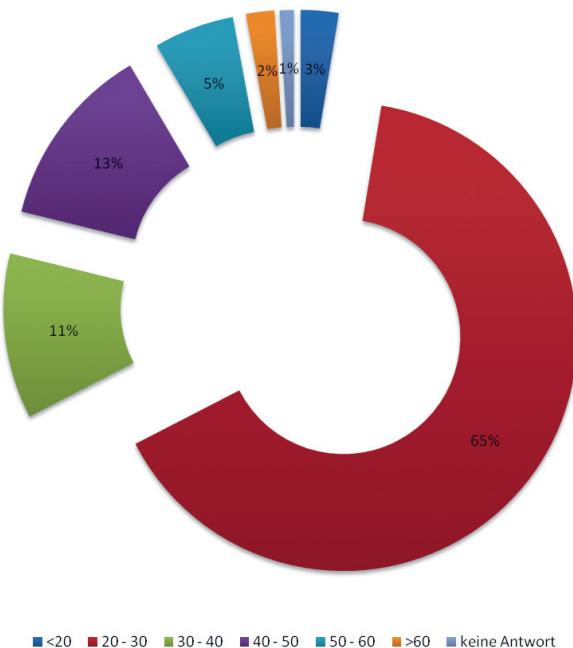


Abbildung 1: Altersverteilung

Knapp 90 % der Teilnehmer (Mehrfachnennung möglich) gaben an in Sozialen Netzwerken angemeldet zu sein und schätzten sich selbst als „aktiv“ ein. Bei der Frage nach der Mitgliedschaft und aktiven Teilnahme in Gruppen oder Foren im beruflichen Umfeld gaben 157 der Befragten (51 %) an, in solchen Gruppen angemeldet zu sein. Noch höher war die Quote mit 223 Stimmen (72,5 %) bei der Frage nach der Verwendung von Web-Applikationen. Die meist genannten Anwendungen waren Google-Apps wie z. B. Maps.

So gut wie alle Teilnehmer (97 %) gaben an, nutzerbasierte Informationsquellen (Wikipedia, Blogs, etc.) zur Informationsbeschaffung zu verwenden. Bei der Bewertung der Relevanz dieser Informationen (1 = wenig relevant | 5 = sehr relevant) lag der durchschnittliche Wert (2 Enthaltnungen) bei ~ 4,06 (Median bei 4). Die nutzerbasierten Informationen werden also von fast allen Befragten genutzt und als relevant bewertet.

Innerhalb des Frageblocks wurde zum unternehmerischen Kontext gefragt, welche benutzerbasierten Informationsplattformen bereits im Einsatz seien (Mehrfachnennung möglich). Hierbei wurden vor allem einfache Kommunikationsplattformen (36,5 %) wie Foren und Instant-Messenger genannt. Darüber hinaus werden auch Plattformen wie Wikis (33,2 %) und Schwarze Bretter (32,2 %) genutzt.

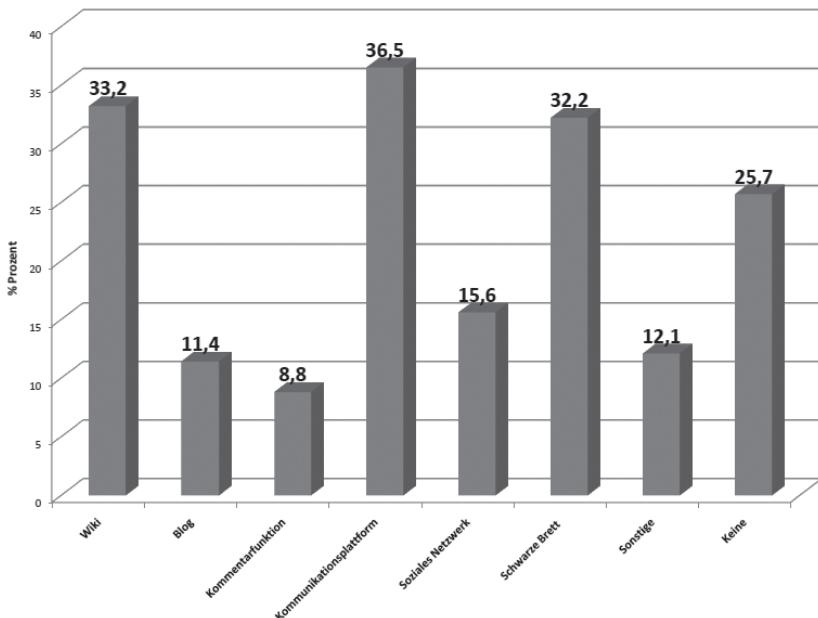


Abbildung 2: Informationsplattformen

Bei den Wünschen und Möglichkeiten zur Verbesserung der Kommunikation wurde den Teilnehmer die Möglichkeit gegeben, sich einem Freitext zu äußern. Einige dieser Stimmen waren:

- „Eine einzige Plattform, die alle relevanten Funktionen bietet, anstatt etliche Plattformen, die unterschiedliche Funktionen haben und jeweils anders zu handhaben sind.“
- „trotz des steigenden anteils von virtuellen teams und netzwerken halte ich physische treffen für wichtig und unerlässlich. diese kommen meiner meinung nach aber zu kurz.“
- „Statt ausschließlich weitergeleitete Sammelmails, eine Plattform, die einen Überblick über die stattfindenden Diskussion und Prozesse bietet. Eine Plattform, die nicht nur aktiv, sondern auch passiv zu nutzen ist.“
- „Mehr eine standardisierte Großplattform nutzen, anstatt teilweise Insellösungen, da diese weniger transparent und nur einem kleinen Nutzerkreis zugänglich sind.“
- „Weniger Verlautbarung, mehr Eigenbeteiligung“

Insgesamt gaben sehr viele Teilnehmer Anregungen für die Gestaltung der Unternehmenskommunikation nach innen und außen. Häufig genannt wurde die Konsolidierung verschiedener „Insellösungen“, sowie die einfache und zielgenaue Bereitstellung von Informationen für Kunden auf einer zentralen Plattform.

Insgesamt war aber insbesondere eine große Bereitschaft bei allen Befragten erkennbar, eigene Ideen in Kommunikationsprozesse mit einzubringen.

### 5.2.2 Analyse

Die Ergebnisse der Umfrage zeigen eine gewisse Diskrepanz auf. Durch Engagement in sozialen Netzwerken scheint der Kommunikationsgedanke des offenen Austauschs (also ein zentraler Grundgedanke des Web 2.0) im privaten Umfeld schon stark gelebt zu werden. Doch im beruflichen Alltag wird dieses Potenzial noch nicht genutzt. Vielmehr ist hier der Einsatz direkter Kommunikation (per Mail) dominierend. Und wenn Kollaborationsplattformen eingesetzt werden, so scheinen diese aufgrund restriktiver Benutzungsparadigmen nicht das mögliche Beteiligungspotenzial auszuschöpfen.

Weiter ist erkennbar, dass in Unternehmen tendenziell eher ein Werkzeugmix denn eine integrierte Kommunikations- und Kollaborationsplattform verwendet wird. So scheinen auch die technischen Aspekte des Web 2.0 wie offene Schnittstellen, zentrale Plattformen und das Vermischen von Funktionen zu neuen Diensten und Plattformen noch nicht im Unternehmensalltag angekommen zu sein.

Insbesondere der Umstand, dass mit den jetzt in die Unternehmen eintretenden Mitarbeiter im Alter von 20 bis 30 Jahren ein Generationswechsel hinsichtlich des Umgangs mit Informationen erfolgt, sollten Unternehmen die hierin liegenden Chancen nutzen und bei der strategischen Ausgestaltung ihrer Kommunikations- und Kollaborationsplattformen einen verstärkten Einsatz von Web 2.0-Konzepten als Mittel der Mitbestimmung und Mitarbeiterbeteiligung nutzen.

## 5.3 Related Work

Zur weiteren Festigung der Ergebnisse wurden weitere Erhebungen betrachtet und analysiert. Hierbei handelt sich im Detail um folgende Daten:

- IG Metall Mitgliederumfrage um Mitgliederbereich des Internets
- IT Excellence Benchmark
- Studie „Nutzertypen junger Erwachsener in sozialen Online-Netzwerken in Deutschland“

Insgesamt konnten die eigenen Ergebnisse durch die drei Erhebungen ergänzend bestätigt bzw. in einigen Punkten abgegrenzt werden.

### 5.3.1 IG Metall Mitgliederumfrage

Das Ressort Online-Medien führte im Jahr 2009 ebenfalls eine Umfrage im Mitgliederbereich (MYIGM) der Internet-Plattform durch. Zielsetzung war es, die Wünsche und Anregungen der Mitglieder für diesen geschlossenen Bereich zu analysieren.

Neben allgemeinen Fragen zum Mitgliederbereich standen auch technische Systeme im Sinne des Web 2.0 im Fokus der Betrachtung.

An der Umfrage nahmen insgesamt 260 Mitglieder teil, welche nochmals nach ihren einzelnen Funktionen unterteilt wurden (z. B. Betriebsrat). Die Gruppe der Mitglieder ohne weitere Funktionen machte dabei mit über 61 % den Großteil der Teilnehmer aus. Die Altersaufteilung ergab, dass die meisten Teilnehmer (39 %) zwischen 45 und 55 Jahren alt waren.

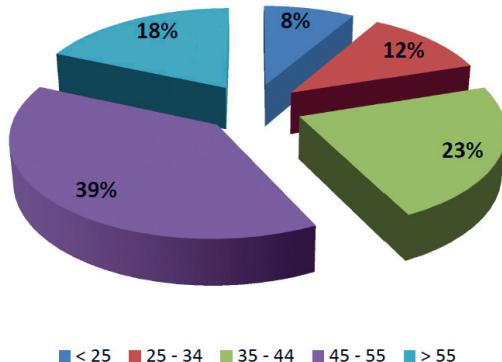


Abbildung 3: Altersverteilung – Mitgliederumfrage

Insgesamt gaben 173 Personen (66,5 %) an, dass sie sich an einem Blog oder Forum innerhalb des Mitgliederbereichs beteiligen würden. Bei der Frage nach der Nutzung der Online-Enzyklopädie Wikipedia gaben 233 Teilnehmer (89 %) an, diese zur Informationsbeschaffung zu nutzen. Jedoch haben insgesamt bisher nur 48 Teilnehmer (18,5 %) einen Artikel erstellt oder bearbeitet. Ergänzend gaben 89 Teilnehmer (34 %) an, soziale Netzwerke zu nutzen.

Auch die Teilnehmer dieser Umfrage hatten die Möglichkeit, eigene Anregungen zu geben bzw. ihre Erwartungen an einen Mitgliederbereich zu äußern. In diesem Rahmen kamen auch neue Web-Systeme zur Sprache:

- „Mir würde es gefallen, wenn sich Mitglieder im Mitgliederbereich austauschen könnten in Form eines Forum oder ähnlichem“
- „Ein Forum und ein Wiki wären nicht schlecht. Politische Diskussionen fände ich wichtig, aber auch Infos und Rat zu z. B. rechtlichen Fragen.“
- „Forum und Diskussion mit anderen Mitgliedern (anderen Verwaltungsstellen)“

Bei der Frage zu Web-Applikationen wurden vier Vorschläge unterbreitet (Gewerkschafts-Wiki, Seminar-Navigator, Gehalts-Check und Bewerbungstipps), welche dreistufig (sehr wichtig, wichtig, weniger wichtig) bewertet werden konnten. Alle diese Themen wurden von den Teilnehmern als wichtig, bis

sehr wichtig bewertet (> 81 %). Ein Gewerkschafts-Wiki wurde dabei mit 109 Stimmen für „sehr wichtig“ (42 %) bzw. mit 113 Stimmen (43,5 %) für „wichtig“ eingestuft.

Insgesamt ergänzt diese zweite Umfrage die Ergebnisse unserer Umfrage hinsichtlich der Altersstruktur. Demnach ist unabhängig von dieser der Wunsch nach mehr und moderneren Formen der Informationsversorgung und Kommunikationsmöglichkeiten gegeben. Der für die Akzeptanz solcher Systeme wichtige Abgleich gegen die private Nutzung vergleichbarer Systeme wurde allerdings im Rahmen dieser Studie nur bedingt durchgeführt, weshalb sich die Ergebnisse nicht vollständig mit den Ergebnissen der neuen, in diesem Paper vorgestellten Studie integrieren lassen.

### 5.3.2 IT Excellence Benchmark (ITEB)

Der IT Excellence Benchmark (ITEB) wird vom Magazin CIO, der TU München und der business group munich (bgm) durchgeführt und untersucht die Nutzerzufriedenheit mit der eingesetzten Informationstechnik in Unternehmen. Hierbei wurden im Jahr 2009 ebenfalls die Themen „Kollaboration“, „Communities“ und „Soziale Netzwerke“ genauer untersucht. An der Umfrage nahmen insgesamt 11.348 Personen teil.

Als Ergebnis lässt sich auch hier zusammenfassen, dass vorrangig E-Mail zum Austausch von Dokumenten genutzt wird. Techniken wie Wikis, Blogs, RSS-Feeds und Instant Messaging waren zum Teil nicht bekannt bzw. es wurde angegeben, dass sie nicht akzeptiert würden. Allerdings wurde auch deutlich, dass vielen Mitarbeitern nicht immer klar ist, mit welchen Plattformen sie arbeiten und welche Techniken dahinter stecken. So wurden zum Teil etablierte Web-Plattformen nicht als solche erkannt und wurden demzufolge in der Umfrage negativ bewertet [Pelk09].

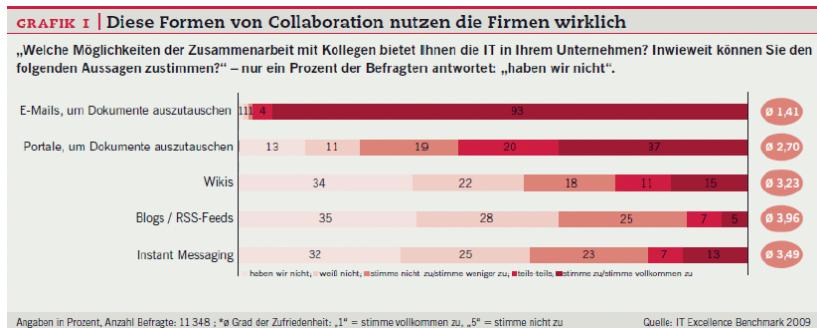


Abbildung 4: IT Excellence Benchmark zu Kollaboration in Unternehmen

### *5.3.3 Studie „Nutzertypen junger Erwachsener in sozialen Online-Netzwerken in Deutschland“*

Im Rahmen der Studie „Nutzertypen junger Erwachsener in sozialen Online-Netzwerken in Deutschland“ wurden 361 Personen in der Altersgruppe zwischen 20 und 39 Jahren befragt.

Die Befragung ergab, dass nur ein Anteil von etwa 11 % Soziale Netzwerke intensiv nutzt, 39 % sind Gelegenheitsnutzer. Hierbei geht es hauptsächlich darum, bestehende Kontakte zu pflegen, wobei die Art der Nutzung vom jeweiligen Netzwerk abhängt (StudiVZ vs. XING). Im Gegensatz zu den anderen hier vorgestellten Studien lässt sich somit keine verstärkte Erwartungshaltung zur Nutzung von Web 2.0 Konzepten ableiten. Die Studie differenziert aber auch nicht hinsichtlich privater und beruflicher Nutzung [ApBl08].

### **5.4 Zusammenfassung der Nutzerbewertung**

Die Nutzeranalyse ergab verschiedene Aspekte. Während innerhalb der IG Metall-Umfrage nur 34 % der Personen angaben, in einem sozialen Netzwerk Mitglied zu sein, waren es bei der in diesem Paper neu vorgestellten Umfrage 90 %. Dies mag aber auch an der Form der „Vermarktung“ der Umfrage liegen. Die Altersstruktur wurde auch in der Studie von Maurer, Alpar und Noll deutlich analysiert. Daraus ging hervor, dass vor allem jüngere Menschen die neuen Web-Plattformen wie soziale Netzwerke zur Kommunikation nutzen und die sozio-technischen Aspekte verinnerlicht haben. Hieraus kann auch das im privaten und betrieblichen Umfeld unterschiedliche Nutzerverhalten erklärt werden. Es wurde jedoch auch deutlich, dass sich viele Mitarbeiter altersunabhängig zeitgemäße Kollaborations- und Kommunikationsmöglichkeiten wünschen. Es werden viele Verbesserungsvorschläge und Wünsche in diesem Sinne benannt. Insbesondere kann man daran erkennen, dass das Bedürfnis, sich mehr in betriebliche Prozesse einzubringen und diese aktiv mitzugestalten, spürbar vorhanden ist.

## **6 Risikoanalyse**

Das Betreiben einer Kommunikationsplattform, wie sie auch moderne Wissensmanagement-Systeme darstellen, welche den Web 2.0-Paradigmen folgen, birgt insbesondere im betrieblichen Kontext Risiken, die im Folgenden betrachtet werden sollen.

Gerade ein betrieblicher Kontext kennt Rahmenbedingungen, welche den Web 2.0 Paradigmen gegenüber stehen. So müssen beispielsweise Freiräume geschaffen werden, die es Mitarbeitern ermöglichen, die Inhalte von

Wissensmanagement-Systemen zu pflegen und ihr Know-How einzubringen. Daneben muss vor allem ein Mehrwert für den Einzelnen geschaffen werden. Hierbei können initial Regeln und Schulungen helfen. Allzu strikte Regularien stehen jedoch auf Dauer sowohl der Akzeptanz als auch dem Selbstfluss entgegen, so dass auch hier die Selbstbestimmung jedes Einzelnen gefördert wird und gefordert ist.

In genau diesem Spannungsverhältnis zwischen Hierarchien eines Unternehmens und der Selbstbestimmung über Informationen durch jeden Einzelnen (und damit seiner Selbstorganisationsfähigkeit) liegen die Gefahren für ein Unternehmen. Auf der einen Seite müssen Prozesse und Informationen durch ein Unternehmen gesteuert werden. Auf der anderen Seite obliegt bei diesen Systemen die Steuerung nicht einer kleinen Führungsebene, sondern oft der „Masse“. Dies wird für Unternehmen in neuen Kommunikationsregeln nach innen und außen resultieren, so dass insgesamt ein offener Dialog über alle Ebenen entstehen kann.

Ein System offener, mittels Web 2.0-Techniken ermöglichter Kommunikationskultur wird aber scheitern, wenn nicht genügend Mehrwert für das Unternehmen aber auch für jeden Einzelnen geschaffen werden kann. Hierbei ist vor allem darauf zu achten, dass sich ein solches System stetig an die veränderten Anforderungen anpassen muss, da ansonsten keine Eigendynamik bei der Informationsbereitstellung entsteht.

## 7 Fazit

Anhand der Erhebungen in der hier vorgestellten Umfrage ist erkennbar, dass Web 2.0-Paradigmen vielfach genutzt werden und im unternehmerischen Kontext Einzug halten. Ebenfalls wünschen sich die Umfrageteilnehmer mehrheitlich mehr Einflussnahme innerhalb der von ihnen gelebten Geschäftsprozesse und sind auch bereit als Informationslieferanten zu fungieren.

Damit wird deutlich, dass weniger technische Aspekte im Fokus stehen, als vielmehr organisatorische Strukturen und Regeln. Dies führt zu einem Perspektivwechsel bei betrieblichen Kommunikationsstrategien und -kulturen. Ebenfalls wird ein nachhaltiger Einfluss auf die Organisationsstrukturen innerhalb von Unternehmen spürbar. Denn das Spektrum der Personen, die sich durch neue Informationssysteme aktiv am Prozessmanagement einer Unternehmung beteiligen können, wird durch solche Plattformen größer. Hierzu bedarf es aber im Vorfeld eines Dialogs bei der Planung solcher Systeme,

da diese mit den Unternehmenszielen abgestimmt sein müssen. Damit ergibt sich aber auch die Frage, inwieweit sich Plattformen zur Kollaboration und zum Wissensmanagement in ERP-Software integrieren lassen, deren Fokus auf Standardisierung und nicht auf Individualisierung liegt. Letztendlich werden aber auch solche „Standardsysteme“ nicht um Komponenten umhin kommen, die Ideen des Web 2.0 unterstützen und umsetzen. Denn fehlen diese, sind manche innovative Softwareentwicklungsprozesse nicht möglich.

Anwendungsfelder von Kommunikationsformen des Web 2.0 im Rahmen unternehmensweiten Wissensmanagements werden insbesondere Systeme zum Ideenmanagement darstellen, da diese insbesondere die Chance bieten, auch externes Wissen zu integrieren.

Nicht aus den Augen zu verlieren sind jedoch die Risiken, die dem Nutzen gegenüberstehen. So bedarf es einer ausreichenden Planung und Interaktion mit allen Beteiligten, um einen Mehrwert durch Akzeptanz zu schaffen. Des Weiteren müssen Kommunikationsregeln formuliert und etabliert werden. Die Einführung von Kommunikationsformen des Web 2.0 im Unternehmenseinsatz hat also auch einen Einfluss auf die Unternehmenskultur insgesamt. Die sich hieraus ergebenden Veränderungen zu managen, wird wohl im Vergleich zur technischen Dimension des Problems die größere Herausforderung darstellen.

## Literaturverzeichnis

- [Alby08] *Alby, Tom: Web 2.0 – Konzepte, Anwendungen, Technologien.* Hanser Verlag, München, 2008
- [ApBl08] *Alpar, Paul; Blaschke, Steffen (Hrsg.): Web 2.0 – Eine empirische Bestandsaufnahme.* Vieweg + Teubner, Wiesbaden, 1.Auflage, 2008
- [BaGr09] *Back, Andrea; Gronau, Norbert; Tochtermann, Klaus (Hrsg.): Web 2.0 in der Unternehmenspraxis.* Oldenbourg Wissenschaftsverlag, München, 2009
- [BuSt08] *Buhse, Willms; Stamer, Sören: Enterprise 2.0 – Die Kunst loszulassen.* Rhombos-Verlag, Berlin, 2008.
- [EbGl08] *Ebersbach, Anja; Glaser, Markus; Heigl, Richard: Social Web.* UVK Verlagsgesellschaft, Konstanz 2008
- [o.V.05] o.V.: *What is Web 2.0?* O'Reilly Media Inc., 2005, <http://oreilly.com/web2/archive/whatisweb20.html> [Online, Stand: 11. November 2009]
- [Pelk09] *Pelkmann, Thomas: «IT Excellence Benchmark 2009».* In: CIO 10/2009.
- [Ruta08] *Ruta, Philipp: Politische Kommunikation 2.0.* VDM Verlag, Saarbrücken, 2008
- [Sega08] *Segaran, Toby: Kollektive Intelligenz.* O'Reilly Verlag, Köln, 2008
- [Will01] *Willke, Helmut: Systematisches Wissensmanagement.* UTB, Stuttgart, 2001

**Kontakt: Prof. Dr. Carlo Simon, Sebastian Kaul**

Provadis School of International Management and Technology AG,  
Fachbereich für Wirtschaftsinformatik  
Industriepark Höchst, Geb. B845, 65926 Frankfurt am Main  
Tel. 069305 13278, carlo.simon@provadis-hochschule.de

# Modellgetriebene Softwareentwicklung am Beispiel einer Anwendung für das Ideenmanagement

*Peter Vieten, Thomas Barton*

## Einführung

Konzepte zur Generierung von Software spielen bei der Erstellung von betrieblichen Informationssystemen eine wichtige Rolle. Die damit verbundene automatische Erzeugung von Quellcode beinhaltet in der Regel einen hohen Mehraufwand. Die dahinter stehende Idee, betriebliche Anwendungen ganz oder zumindest in Teilen automatisch zu erzeugen, erlaubt, neue oder geänderte Geschäftsprozesse sehr schnell in betrieblichen Anwendungssystemen verfügbar zu machen. Insbesondere in einer Zeit, in der das Thema Geschäftsprozessmodellierung von großer Bedeutung ist, rückt dieses Thema wieder in den Fokus. Im Rahmen der Generierung von Software gibt es verschiedene Vorgehensweisen, die in der Literatur beschrieben sind [CzEi00], [Grü10], [MCF03], [So00], [StVö05]:

- Die generative Programmierung basiert auf der Modellierung von Systemfamilien. In der generativen Programmierung wird Software auf Basis von Konfigurationswissen automatisch aus Implementierungskomponenten erzeugt.
- Model Driven Architecture<sup>1</sup> (MDA) wird als Vorgehensweise von der Object Management Group propagiert, bei der die Erzeugung von Quellcode aus einem Modell erfolgt.
- Mit Model Driven Development (MDD) oder modellgetriebener Softwareentwicklung existiert eine pragmatische Vorgehensweise, um Software zumindest in Teilen automatisch zu erstellen. Mellor, Clark und Futagami definieren modellgetriebene Softwareentwicklung folgendermaßen: „Model-driven development is simply the notion that we can construct a model of a system that we can then transform into the real thing.“

Die Generierung von Software für betriebliche Anwendungen ist seit vielen Jahren bereits gängige Praxis, wie das folgende Beispiel aus dem Umfeld SAP ERP zeigt.

---

<sup>1</sup> Model Driven Architecture ist eine Trademark der Object Management Group

## Generierung von Software am Beispiel Spezielle Ledger in SAP<sup>2</sup> ERP.

Spezielle Ledger (FI-SL) ist Bestandteil des Moduls Finanzwesen in SAP ERP, das bereits in SAP R/3 verfügbar war. Es dient zur Erstellung eines firmenspezifischen Berichtswesens auf Basis von Daten aus dem Finanzwesen. Nach Festlegung der Entitäten für das Berichtswesen erfolgt die Generierung der benötigten Datenstrukturen und Programme automatisch, wie in Abbildung 1 gezeigt.



Abb. 1: Abfolge aus Festlegung der Anforderungen an das Berichtswesen und Generierung der Software

Abbildung 2 zeigt die Details bei der Erstellung des firmenspezifischen Berichtswesens auf. Zunächst gilt es, die Felder der Kundentabelle (genauer: Tabellengruppe) festzulegen. Neben den festen Feldern gilt es, variable Felder und Kennzahlen für die Kundentabelle zu bestimmen. In diesem Beispiel wird die Region als variables Feld ausgewählt. Nach Speicherung der Kundentabelle startet automatisch das Programm RGZZGLUX, welches die benötigten Programme und Datenstrukturen erzeugt.

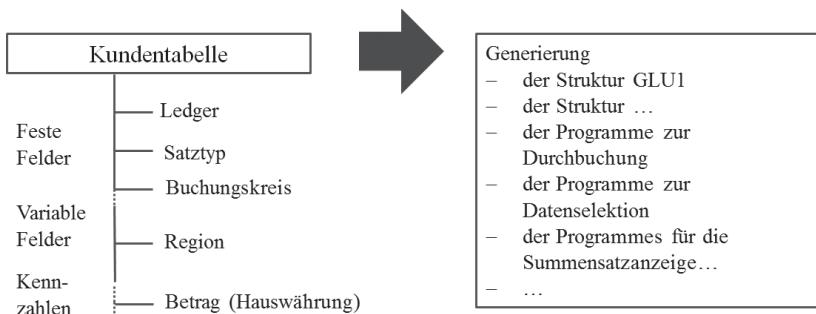


Abb. 2: Abfolge aus Erstellung der Kundentabelle und Generierung des Datenstruktur- und des Quellcode

Werden betriebswirtschaftliche Vorgänge in eine Kundentabelle fortgeschrieben, erfolgt dies mit Hilfe von generierten Programmen, welche die Struktur der Kundentabellen berücksichtigen. Für einzelne Vorgänge wie z. B. eine

2 SAP und R/3 sind eingetragene Marken der SAP AG

Rechnung wird der Teil der Informationen übernommen, der für das Berichtswesen benötigt wird (Abbildung 3). Wenn das Feld Region nicht direkt übernommen werden kann, wird es abgeleitet. Die genaue Festlegung erfolgt in den sogenannten Feldübertragungen.

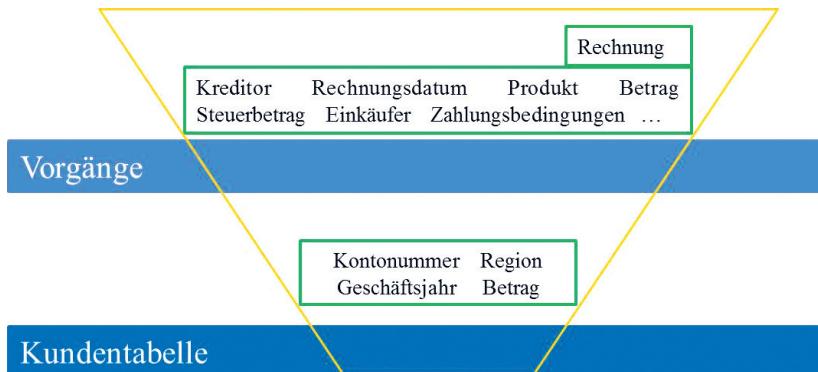


Abb. 3: Übertragung von Feldern in die Kundentabelle am Beispiel einer Rechnung

Für das Berichtswesen stehen verschiedene Werkzeuge zur Verfügung. Eines davon ist die sogenannte Summensatzanzeige. Die Datenselektion erfolgt an Hand eines generierten Selektionsbildes, welches alle Felder der Kundentabelle umfasst. Ein Ausschnitt des Selektionsbildes ist als Screenshot in Abbildung 4 dargestellt.

Kontonummer	<input type="text"/>	bis	<input type="text"/>	
Geschäftsbereich	<input type="text"/>	bis	<input type="text"/>	
Funktionsbereich	<input type="text"/>	bis	<input type="text"/>	
Special Region	<input type="text"/>	bis	<input type="text"/>	

Abb. 4: Datenselektion mit Hilfe des Merkmals Region (Ausschnitt) in SAP ERP

Die Durchführung der Datenselektion erfolgt mit Hilfe eines generierten Programmes, wobei sich die Datenübergabe auf eine generierte Datenstruktur stützt. Die Anzeige der Daten erfolgt nach einer Schnittmengenbildung für die Felder der Kundentabelle mit denen der generierten Struktur. Das Ergebnis des Summenberichtes ist in Abbildung 5 dargestellt.

Ledger ZS: Anzeige aller Datensätze mit Variante						
Geschäftsjahr	Buchungskreis	Kontonummer	Special Region	Soll/Hab...	Σ	Btr. Bukrs.währung
2003	2200	606100	500	S		8.500,00
2003	2200	606100	400	S		2.500,00
2003	2200	606100	300	S		9.000,00
2003	2200	606100	200	S		2.300,00
2003	2200	606100	100	S		1.500,00
						1.000,00

Abb. 5: Anzeige des Summenberichtes unter Berücksichtigung des Feldes Region (Ausschnitt) in SAP ERP

## Ideenmanagement

In der heutigen globalisierten und schnelllebigen Welt ist die Fähigkeit zur Innovation von grundlegender Bedeutung. Bei der Ausführung von Aufgaben zur Erzielung von Innovationen spricht man auch von Innovationsmanagement [StJa10]. Der Innovationsprozess läuft in verschiedenen Phasen ab. Beschreibt man den Innovationsprozess in vier Kernphasen, so umfassen diese Phasen die Gewinnung der Ideen, die Prüfung und Bewertung der Ideen, die Realisierung der Ideen sowie die Markteinführung [Ben10], siehe Abbildung 6.

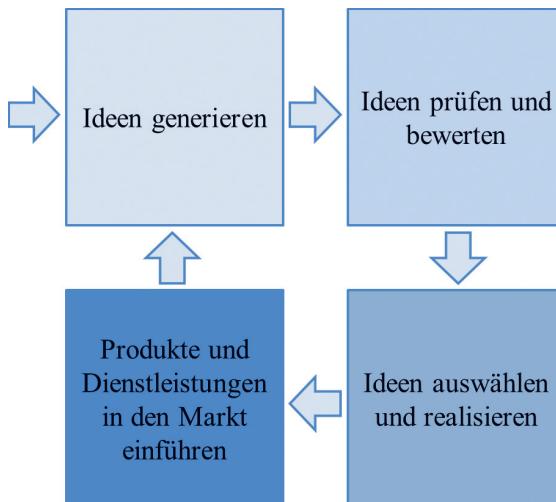


Abb. 6: Vier Phasen der Innovation: Von der Idee zur Markteinführung

In der Literatur sind auch Modelle beschrieben, die mehr als vier Phasen umfassen. Als Ideenmanagement werden hier die zwei Phasen verstanden, in der einerseits Ideen gewonnen werden und andererseits Ideen geprüft und bewertet werden, siehe Abbildung 7.

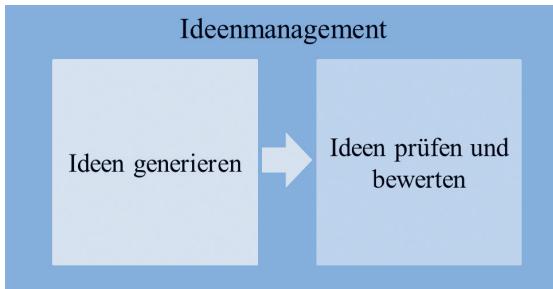


Abb. 7: Ideenmanagement

Das Ideenmanagement steht in Wechselwirkung mit dem Innovationsmanagement und dem Produktmanagement, siehe Abbildung 8. Dabei kann die Gesamtheit der generierten Ideen als Ideenspeicher für das Produkt- oder das Innovationsmanagement dienen.

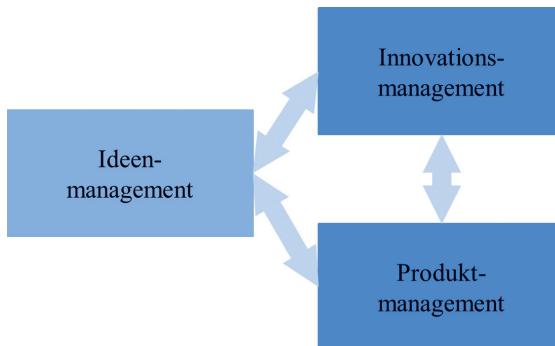


Abb. 8: Zusammenspiel von Ideenmanagement sowie Innovations- und Produktmanagement

Für ein Unternehmen gibt es unternehmensinterne und unternehmensexterne Ideenquellen. Neben Wettbewerbern, Lieferanten, Wissenschaftlern, Forschungsinstituten, Beratern etc. sind sowohl Kunden als auch eigene Mitarbeiter wichtige Ideengeber [Ben10], [HeHu09], [SchBe09], [StJa10], [Wa09]. Im Rahmen des Ideenmanagements werden hier sowohl Mitarbeiter als auch Kunden als Ideengeber betrachtet. Ein Ideenmanagement kann in diesem

Sinne sowohl ein betriebliches Vorschlagswesen als auch ein externes Vorschlagswesen umfassen, siehe Abbildung 9. Im Rahmen dieses Beitrages liegt der Fokus auf dem betrieblichen Vorschlagswesen, um die bisher noch unzureichend genutzten kreativen Potentiale der Mitarbeiter zu berücksichtigen.

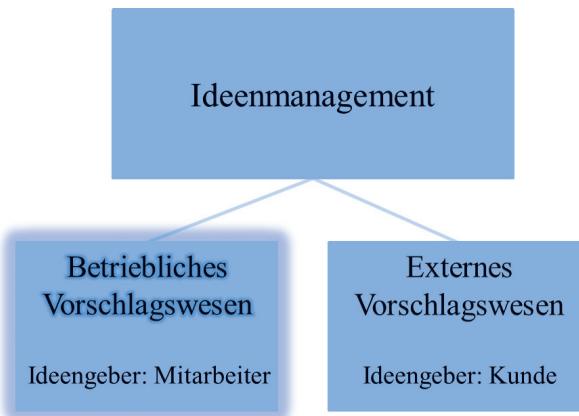


Abb. 9: Ideenmanagement: Gewinnung von Ideen durch Mitarbeiter und Kunden

Bisher setzen weniger als 25 % aller Unternehmen ein betriebliches Vorschlagswesen ein [HeHu09].

### Betriebliches Vorschlagswesen

Um einem Mitarbeiter die Möglichkeit zu geben, eine Idee an sein Unternehmen heranzutragen, gibt es das betriebliche Vorschlagswesen oder auch Ideenfindungswesen. Ziele auf Seiten der Unternehmen waren ursprünglich insbesondere Rationalisierungen, kleine Verbesserungen und Motivationssteigerungen; aktuelle Empfehlungen schlagen einerseits vor, den Fokus von kleinen Verbesserungen weg zu allgemeinen Neuerungen hin zu setzen, und sehen andererseits das betriebliche Vorschlagswesen als ein Instrument, um soziales Engagement und Initiative der Mitarbeiter zu fördern [SchBe09]. Um das kreative Potential der eigenen Mitarbeiter zu nutzen, sollte jeder Mitarbeiter die Gelegenheit bekommen, eine Idee zu äußern. Hierbei muss gewährleistet sein, dass eine Idee oder ein Vorschlag einfach und ohne Bürokratie eingereicht werden kann. Wichtiger Bestandteil des betrieblichen Vorschlagswesens sollte ein Anreizsystem sein, das Ideen prämiert oder mit Preisen auszeichnet [StJa10]. Eine Förderung durch das Management sowie eine Unterstützung durch ein entsprechendes Anwendungssystem sind wichtige

Erfolgsfaktoren. Weiterhin sollten die Motive, die zur Einrichtung des betrieblichen Vorschlagswesens geführt haben, jedem Mitarbeiter bekannt sein. Wichtig für den Erfolg ist die Kommunikation mit den Ideengebern, die über die eingegangene Idee und den Stand der Prüfung bzw. einer Umsetzung informiert. Ebenso sollte die Umsetzung einer Idee in einem angemessenen Zeitraum erfolgen [SchBe09], [StJa10]. Über Anzahl und Qualität der eingebrachten Ideen können bei Bedarf besonders innovative Mitarbeiter ermittelt werden.

### **Anwendungsfälle für Mitarbeiter zum Einreichen und zum Verwalten von eigenen Vorschlägen**

Diese Anwendungsfälle (siehe Abbildung 10) dienen dazu, einen Vorschlag im Rahmen des betrieblichen Vorschlagswesens zu erfassen und eigene Vorschläge zu verwalten. Akteure sind beliebige Mitarbeiter eines Unternehmens.

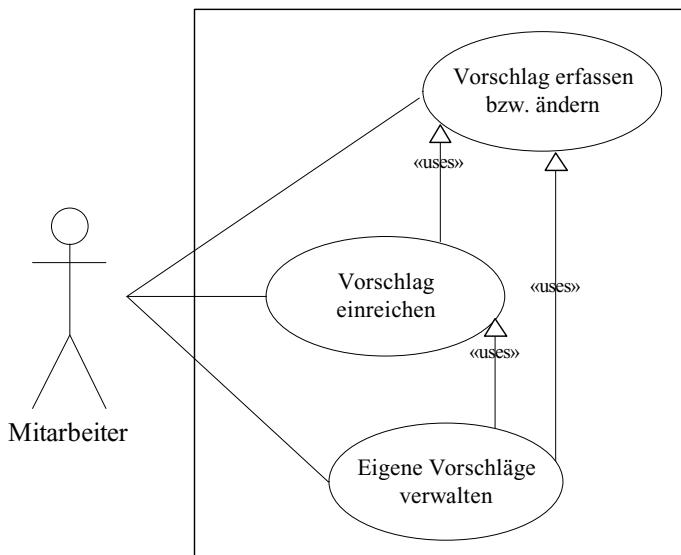


Abb. 10: Anwendungsfälle für Mitarbeiter

Der Anwendungsfall „Vorschlag erfassen bzw. ändern“ dient einerseits dazu, einen Vorschlag erstmalig zu erfassen (ohne ihn sofort einzureichen) und andererseits zur Änderung eines noch nicht eingereichten Vorschlages. Der Anwendungsfall „Vorschlag einreichen“ erlaubt das sofortige Einreichen eines Vorschlags unter Verwendung des Anwendungsfalles „Vorschlag erfassen bzw. ändern“. Mit Hilfe des Anwendungsfalles „Eigene Vorschläge verwalten“ erhält ein Mitarbeiter eine Übersicht über die von ihm vorerfassten und eingereichten

Vorschläge. Aus der Übersicht heraus kann der Mitarbeiter einen vorerfassten Vorschlag einreichen oder einen neuen Vorschlag erfassen. Dieser Anwendungsfall beinhaltet die beiden ersten Anwendungsfälle. Einen Vorschlag einzureichen, soll für einen Mitarbeiter möglichst einfach sein. Somit bietet sich zur Einreichung eines Vorschlages oder zur Verwaltung der Vorschläge eine Anwendung an, die über das Intranet des Unternehmens bzw. über das Unternehmensportal mit Hilfe eines Internet Browsers zugänglich ist.

### **Anwendungsfälle für Ideenscouts**

Die Aufgabe von Ideenscouts ist die Sichtung der eingereichten Ideen. Bei den Ideenscouts kann es sich um Mitarbeiter aus dem Ideenmanagement, dem Innovationsmanagement oder dem Produktmanagement handeln. Tätigkeiten von Ideenscouts sind die Suche nach Ideen und die Anzeige von Ideen. Demzufolge sind ihnen die Anwendungsfälle „Vorschläge suchen“ und „Vorschlag anzeigen“ zugeordnet, siehe Abbildung 11. Der Anwendungsfall „Vorschläge sichten“ fasst die Anwendungsfälle „Vorschläge suchen“ und „Vorschlag anzeigen“ zusammen.

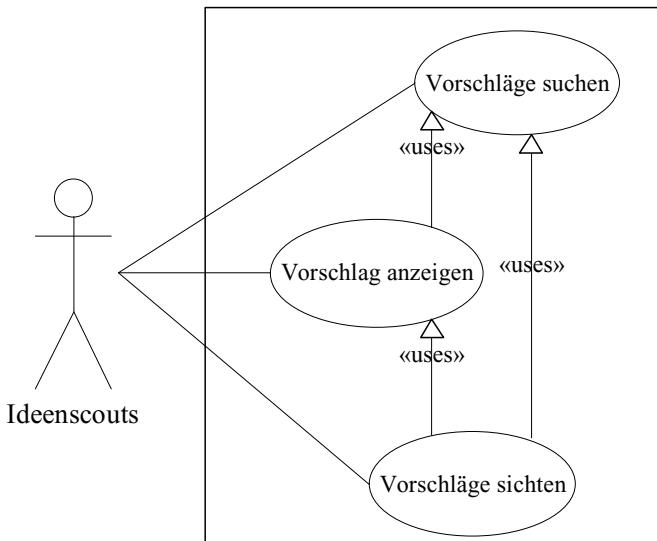


Abb. 11: Anwendungsfälle für Ideescouts

### **Anwendungsfälle für Ideenmanager**

Der Ideenmanager oder Innovationsmanager koordiniert das Ideenmanagement und kommuniziert mit den Mitarbeitern, die eine Idee eingereicht haben. Der Innovationsmanager sichtet und bewertet die eingereichten Ideen in

Absprache mit den Ideenscouts. Ebenso ist es Aufgabe des Innovationsmanagers, die Ideen auszuwählen, die realisiert werden sollen. Neben den Anwendungsfällen, die den Ideenscouts zugeordnet sind, umfasst seine Zuständigkeit den Anwendungsfall „Vorschlag bewerten“ und den Anwendungsfall „Vorschläge verwalten und auswählen“, welche die Sichtung und Bewertung der Ideen umfasst, siehe Abbildung 12.

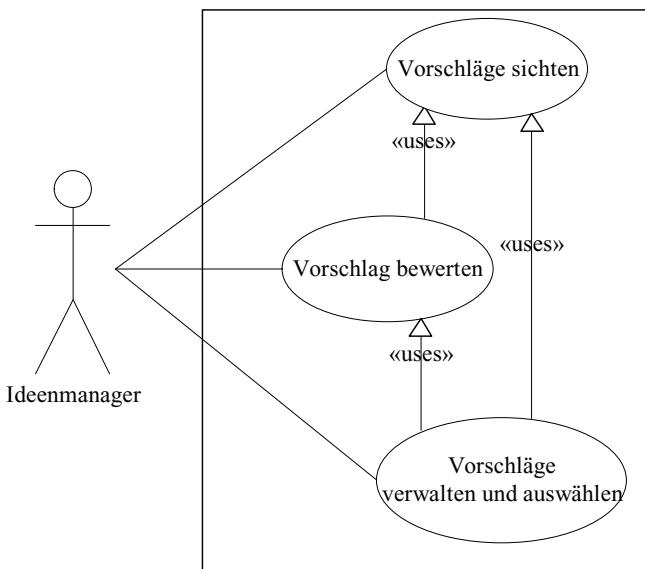


Abb. 12: Anwendungsfälle für Ideenmanager

### Modellgetriebene Softwareentwicklung

Die obige Definition „Model-driven development is simply the notion that we can construct a model of a system that we can then transform into the real thing.“ erlaubt eine große Bandbreite modellgetriebener Vorgehensweisen:

- An dem einen Ende des Spektrums steht die „klassische“ Softwareentwicklung. Das Modell ist hier die Spezifikation des zu erstellenden Systems. Und die Transformation dieser Spezifikation in „the real thing“ wird von Softwareentwicklern geleistet, welche die Implementierung vornehmen. Diese Interpretation modellgetriebener Softwareentwicklung ist rein theoretischer Natur und bietet keinen Ansatzpunkt für eine spezielle Art, Software zu entwickeln. Vielmehr verstehen wir unter einer Transformation eine automatisierte Überführung des Modells in das fertige System.

- Am anderen Ende des Spektrums steht eine vollständige, formale Spezifikation des Systems, aus dem die Anwendung automatisiert erstellt wird. Diese Vorgehensweise ist das eigentliche Ziel modellgetriebener Softwareentwicklung. Um dies zu erreichen, muss jedoch die Modelliersprache das System vollständig beschreibbar machen.

Jede pragmatische Vorgehensweise für modellgetriebene Softwareentwicklung wird sich zwischen diesen beiden Extremen bewegen: Ausgehend von einem formalen Modell des Softwaresystems werden Teile des Systems automatisiert erstellt, und andere Teile des Systems werden von Softwareentwicklern implementiert, siehe Abbildung 13.

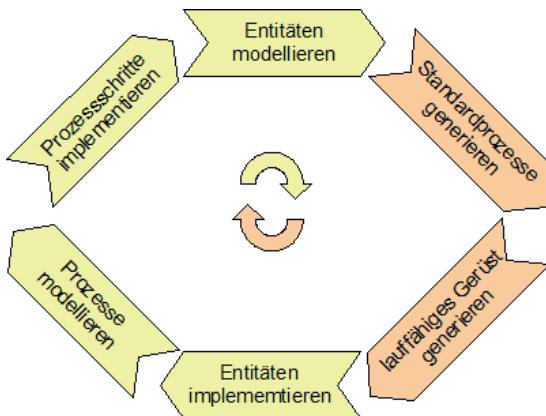


Abb. 13: Modellgetriebene Softwareentwicklung

Diese pragmatischen Vorgehensweisen unterscheiden sich maßgeblich in der Frage, welche dieser Aspekte generiert, und welche implementiert werden. Das hier vorgestellte Verfahren zur Entwicklung von Business Applikationen beginnt mit der Modellierung von Entitäten. Dieser Schritt wird vom Softwarearchitekten vorgenommen (Die von Softwarearchitekten und Softwareentwicklern durchgeföhrten Schritte sind gelb markiert.). Die dazu verwendete Plattform zur modellgetriebenen Entwicklung erzeugt aus den Entitäten und den standardisierten Prozessen ein lauffähiges Gerüst, das bereits eine voll funktionsfähige Anwendung darstellt,

### **Trennung fachlicher und technischen Implementierungen**

Fachliche und technische Implementierungen bezeichnen wir als getrennt, wenn jede Klasse entweder fachliche oder technische Implementierungen enthält. Ein Design, welches diese Trennung technischer und fachlicher Aspekte verwirklicht, bezeichnen wir als technisch-fachlich orthogonales Design,

oder kurz orthogonales Design. Dieser Begriff beschreibt die Unabhängigkeit technischer und fachlicher Aspekte orthogonalen Designs, wie sie im folgenden Diagramm (Abbildung 14) veranschaulicht wird:

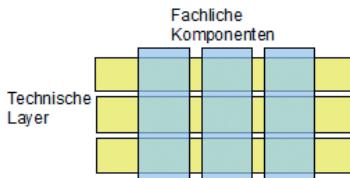


Abb. 14: Orthogonales Design: Technische Layer und fachliche Komponenten

Diese Trennung in fachliche und technische Aspekte ist eine große Herausforderung: Auf einer abstrakten Ebene ist es kaum möglich zu definieren, wann ein Aspekt als fachlich, und wann als technisch zu gelten hat. Und für ein konkretes Softwaredesign bedeutet es auch mit einer guten Definition für diese Aspekte eine große Herausforderung, eine Aufteilung in fachliche und technische konkret durchzuführen. Folgende Beispiele stellen fachliche und technische Aspekte einer Business Applikation für das betriebliche Vorschlagswesen dar.

Fachliche Aspekte sind:

1. Entitäten, die in der fachlichen Domäne eine Rolle spielen, wie z. B. Verbesserungsvorschlag oder Prämie,
2. fachliche Operationen auf diesen Entitäten, wie z. B. die Berechnung einer Prämie für einen Verbesserungsvorschlag,
3. Fachprozesse sowie ihre Prozessschritte und deren Transitionen, welche die fachlichen Abläufe implementieren, wie z. B. der Prozess zur Bewertung eines Verbesserungsvorschlags,
4. Prozessschritte, welche die notwendigen Manipulationen der Entitäten durchführen, wie z. B. die Benachrichtigung eines Mitarbeiters nach Abschluss der Bewertung seines Verbesserungsvorschlags.

Technische Aspekte sind:

1. Die Verwaltung des Lebenszyklus und der Zustände von Entitäten. Hierzu gehört insbesondere der Zugriff auf die persistente Datenhaltung, aber auch die Implementierung der Attribute zur Zustandsverwaltung zur Laufzeit,
2. die Implementierung des Datenflusses innerhalb der Prozesse, d.h. die Übermittlung von Entitäten eines Prozessschritts an den nächsten,
3. die Steuerung der Prozesse, d.h. das Starten von Prozessschritten und Ermitteln der Nachfolger mittels Transitionen. Das Loggen der gestarteten Prozessschritte zur Nachvollziehbarkeit der Abläufe ist ebenfalls ein technischer Aspekt.

Im weiteren Verlauf wird anhand der Anwendung für das betriebliche Vorschlagswesen detaillierter erläutert, wann eine Implementierung als fachlich und wann als technisch zu gelten hat. Zunächst wollen wir aber weitere Gründe nennen, warum diese Trennung von zentraler Bedeutung für eine effiziente Entwicklung von Business Applikationen ist.

1. In einem orthogonalen Design lassen sich fachliche Änderungen umsetzen, ohne technische Aspekte zu berücksichtigen. Orthogonale Designs unterstützen auf diese Weise agile Softwareentwicklungsprozesse wie z. B. Scrum.
2. Geänderte technische Anforderungen lassen sich in einem orthogonalen Design realisieren, ohne fachliche Aspekte zu ändern. Dies reduziert ganz erheblich die Gefahr, bei diesen Änderungen fachliche Fehler in die Software einzubauen.
3. Eine orthogonal entworfene Software kann arbeitsteilig entwickelt werden: Die technologische Grundlage wird von technischen Spezialisten entwickelt, und unabhängig davon wird die fachliche Funktionalität von Fachexperten realisiert.

Wir hatten bereits die Möglichkeit von fachlichen Änderungen genannt, ohne technische Anpassungen vornehmen zu müssen. Genauso ermöglicht diese Trennung technische Varianten, ohne fachliche Änderungen vornehmen zu müssen. Dies ist besonders dann sinnvoll, wenn dieselben Anwendungsfälle für unterschiedliche Benutzergruppen auf verschiedenen Plattformen (Standalone Anwendung, Internet Browser, Smartphone etc.) bereitgestellt werden sollen.

Die Unabhängigkeit fachlicher und technischer Implementierungen erlaubt eine arbeitsteilige Entwicklung im Team: Technische Spezialisten erstellen eine technologische Basis, auf der Fachexperten die Business Applikation aufbauen. Es ist insbesondere Aufgaben der technischen Experten nicht-funktionale Anforderungen zu realisieren, wie z. B. eine Mindestperformance oder Anforderungen an zu verarbeitende Datenmengen. Und diese Anforderungen werden so realisiert, dass die Umsetzung fachlicher Funktionalität davon unberührt bleibt.

Zu guter Letzt sei erwähnt, dass erst diese Trennung fachliche Integrations- tests ermöglicht, die von technischen Entwicklungen unabhängig sind.

## **Modellgetriebene Softwareentwicklung mit Waran**

Eine sehr konkrete pragmatische Vorgehensweise für modellgetriebene Softwareentwicklung wird hier am Beispiel eines betrieblichen Vorschlagswesens für Unternehmen vorgestellt. Entwickelt wird diese Anwendung mit Waran, einer von der Applides GmbH entwickelten Plattform zur modellgetriebenen

Entwicklung von Business Applikationen. Waran verfolgt das Konzept, fachliche Aspekte zu modellieren und zu implementieren, und technische Aspekte zu generieren. Dies bedeutet insbesondere, dass die Waran Modellierungssprache ausschließlich fachliche Notationen bereitstellt, und die fachlichen Anforderungen immer im Vordergrund der Entwicklung stehen. In diesem Sinn wird mit Waran ein „Domain Driven Development“, also eine durch fachliche Anforderungen getriebene Entwicklung, durchgeführt.

### **Modellierung von Anwendungsfällen**

In Waran werden Anwendungsfälle mit Hilfe von sogenannten Prozessen umgesetzt. Exemplarisch wird im Folgenden dargestellt, wie der Anwendungsfall „Eigene Vorschläge verwalten“ zur Verwaltung und Bewertung von Verbesserungsvorschlägen (Abbildung 10) als Prozess in Waran umgesetzt wird, siehe Abbildung 15.

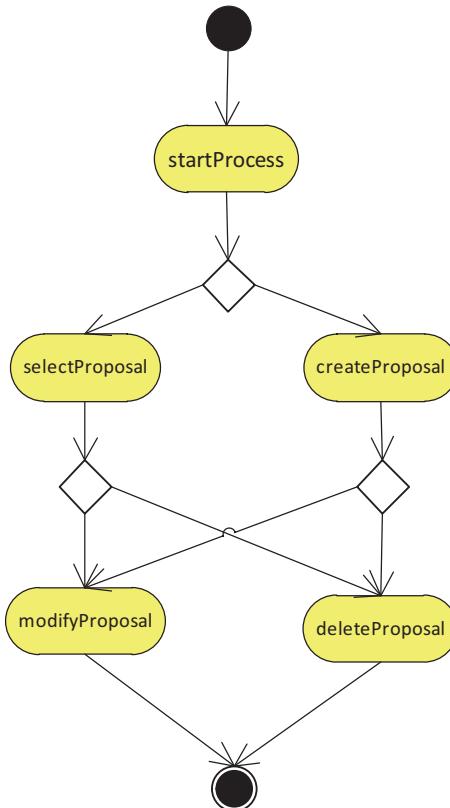


Abb. 15: Waran Prozessmodell für den Anwendungsfall „Eigene Vorschläge verwalten“

Beim Prozessstart werden alle Verbesserungsvorschläge ermittelt, die ein Mitarbeiter bisher erstellt hat. Er kann nun einen dieser Vorschläge auswählen oder einen neuen Vorschlag erstellen. Diesen ausgewählten oder neuen Vorschlag kann er nun bearbeiten, einreichen oder löschen. Die Änderungen werden wirksam, wenn er den Prozess abschließt.

Waran definiert eine einfache Modellierungssprache zur Definition eines solchen Prozesses. Der in Abbildung 15 gezeigte Prozess wird mit Hilfe der Waran-Modellierungssprache wie folgt erstellt:

```
domain com
company applies
application idea
component proposal{
    process ManageEmployeeProposal(StaffMember staffMember){
        Proposal[0,ANY] workList
        Proposal mainProposal
        step (mainProposal)=CreateProposal(staffMember,workList) createProposal
        step (mainProposal)=SelectProposal(mainProposal) selectProposal
        step Modify_Proposal(mainProposal) modifyProposal
        step Delete_Proposal(mainProposal) deleteProposal}
    process ModifyProposal(Proposal mainProposal)
    process SelectProposal(Proposal mainProposal)::(Proposal mainProposal)
    process CreateProposal(Proposal[0,ANY] workList)::(Proposal mainProposal)
    process DeleteProposal(Proposal mainProposal)}
```

Der in der Grafik dargestellte Schritt startProcess muss nicht explizit modelliert werden, denn er wird für jeden Waran-Prozess automatisch erstellt. Die Grafik bringt zum Ausdruck, dass die Transitionen zwischen den Prozessschritten eingeschränkt sind. Beispielsweise folgt auf startProcess nur selectProposal oder createProposal (In Wahrheit kann hier auch finishProzess folgen, was aus Gründen der Übersichtlichkeit nicht in die Grafik aufgenommen wurde). Diese Einschränkung der Transition ist schon allein wegen des Datenflusses gegeben. deleteProposal und modifyProposal verlangen eine Proposal entity mit Namen mainProposal um arbeitsfähig zu sein - nämlich die Entität, die durch diesen Prozessschritt geändert bzw. gelöscht werden soll. Nach startProcess steht diese Entität aber nicht zu Verfügung. Dieses Prozessmodell sieht insgesamt drei Möglichkeiten vor, Transitionen zu definieren: Durch explizite Angabe im Prozessmodell, durch Formulierung von Vorbedingungen für Prozessschritte oder durch explizite Programmierung von Transitionsobjekten. Eine Einschränkung der Transition, die sich aus dem Datenfluss ableitet, wird durch die Formulierung einer Vorbedingung erreicht: Der Prozessschritt kann nur gestartet werden, wenn alle Entitäten vorliegen, die er als „Eingabe“ erwartet.

## Modellierung von Entitäten

Prozesse verarbeiten Entitäten, die im Entitätenmodell modelliert werden. Der Prozess ManageEmployeeProposal verwaltet die Entität Proposal:

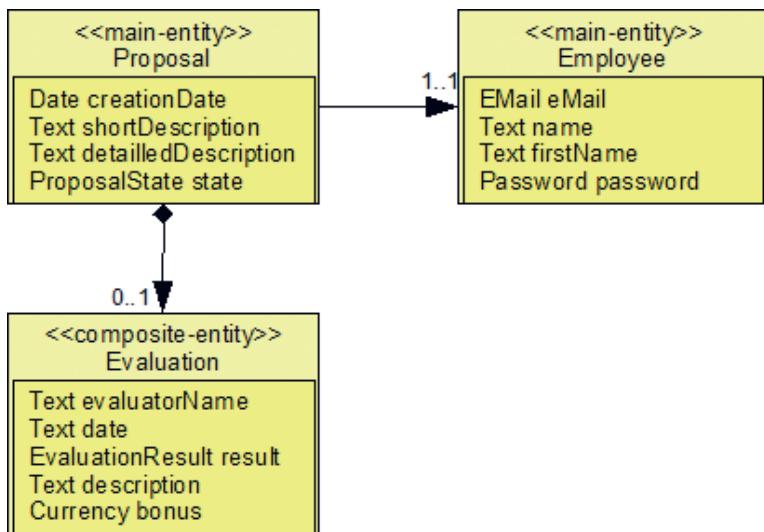


Abb. 16: Waran Entitätenmodell

In Waran werden diese Entitäten folgendermaßen modelliert:

```
domain com
company applies
application idea
component proposal {
    type ProposalState
    type EvaluationResult
    main entity Proposal{
        identifier Date creationDate
        identifier Text shortDescription range=(1,100)
        attribute MultilineText detailedDescription
        attribute ProposalState state
        association StaffMember[1,1] employee
        composition Evaluation[0,1] evaluation}
    composite entity Evaluation{
        identifier Text evaluatorName
        identifier Date date
        attribute EvaluationResult result
        attribute MultilineText description
        attribute Currency bonus}}
```

Die Modellierung der Entität Employee wurde hier aus Gründen der Übersichtlichkeit nicht mit aufgenommen.

### Das Waran Metamodell

Modellgetriebener Softwareentwicklung liegt ein Modell zu Grunde. Die Struktur dieses Modells muss für den jeweiligen modellgetriebenen Prozess definiert werden. Diese Definition ist das Metamodell. Beschrieben wird dieses Metamodell in der objektorientierten Welt durch Klassen und ihre Beziehungen.

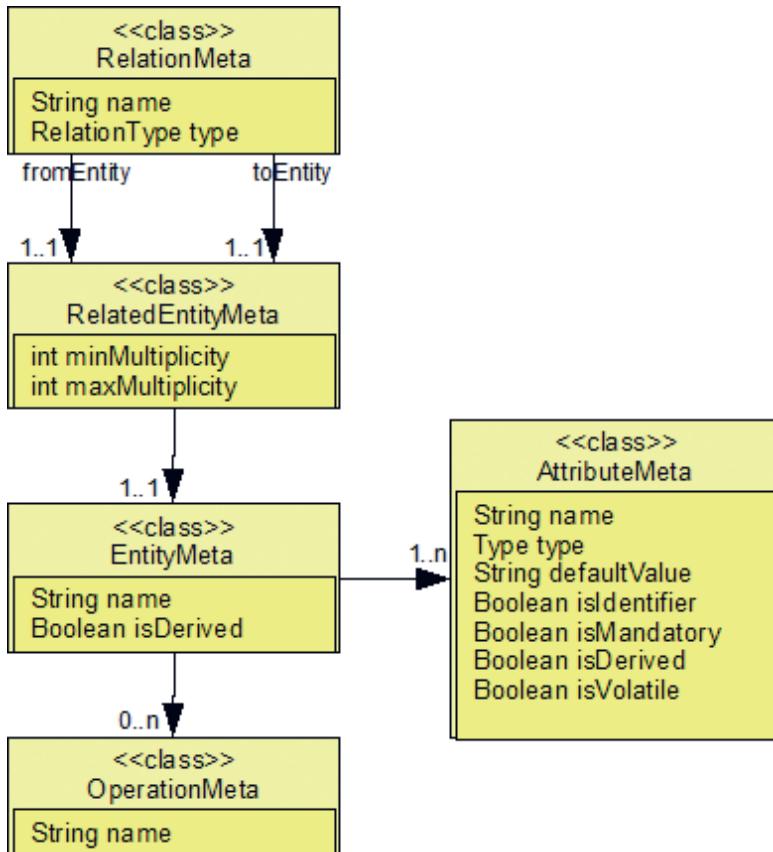


Abb. 17: Waran Metamodell: Ausschnitt

Der oben gezeigte Ausschnitt aus dem Waran Metamodell beschreibt die Struktur von Entitäten und ihre Beziehungen zu Attributen und Relationen, siehe Abbildung 17. Waran repräsentiert dieses Modell via Java-Interfaces.

Ein Modell ist eine Instanz dieses Metamodells. Und der Akt des Modellierens besteht darin, die Inhalte dieser Instanz festzulegen. Dafür gibt es viele verschiedene Möglichkeiten.

- Mit Mitteln der UML könnte so ein Modell beispielsweise grafisch erstellt werden. Waran bietet diese Möglichkeit aus folgendem Grund nicht an: Die Entitäten sowie deren Attribute und Relationen lassen sich häufig gut grafisch präsentieren. Zusatzinformationen wie etwa die Festlegung eines Attributes als „mandatory“ lassen sich jedoch nur schlecht grafisch darstellen, und noch schlechter grafisch modellieren. Solche grafischen UML basierten Modellierungen neigen deshalb dazu, viele nicht grafischen modellierbaren Informationen in Form von Properties der Elemente zu modellieren, die in der Grafik nicht sichtbar sind.
- Waran bietet eine Modellierungssprache an, die sich durch ihre Übersichtlichkeit und Einfachheit auszeichnet. Dieser Modellierungssprache liegt eine Grammatik zu Grunde, die mit Hilfe des Eclipse Projekts XText erstellt wurde. In den nachfolgenden Abschnitten zur Modellierung von Prozessen und Entitäten beschreiben wir u. a., wie Modelle mit dieser Sprache erstellt werden.

### ***Generierung von Klassen und Konfigurationen***

Aus dem Prozess- und Entitäten-Modell wird ein lauffähiges Gerüst an Java-Klassen und Konfigurationen generiert. Für Entitäten übernimmt dieses Gerüst u. a. folgende Aufgaben:

1. Verwaltung des Lebenszyklus von Entitäten, u. a. Erzeugen, Löschen und Speichern von Entitäten,
2. Zugriffsmöglichkeiten auf Attribute, Relationen und Operationen von Entitäten,
3. Funktionalität zum Suchen persistierter Entitäten,
4. Validierung von Entitäten, u. a. Prüfung auf vorhandene Identifier, Gültigkeit gesetzter Werte und Relationen sowie Dubletten Prüfung.

Dieses Gerüst versieht die modellierten Operationen mit einer leeren Implementierung. Hauptaufgabe der Entwicklung von Entitäten ist somit, diese leeren Operationen entsprechend fachlicher Vorgaben zu implementieren. Dabei soll der Entwickler, der die Operation implementiert keinen Zugriff auf technische Aspekte der Entität haben, sondern er soll sich im Sinne der Trennung von Technologie und Fachlichkeit ausschließlich auf fachliche Aspekte beziehen, die ihm das Gerüst bereitstellt.

Für die Entität Proposal wird das in Abbildung 18 dargestellte Objektmodell generiert. An dieser Stelle beschreiben wir nicht das komplette Objektmodell, wir machen aber auf das folgende Design aufmerksam, welches die Trennung technischer und fachlicher Aspekte besonders berücksichtigt:

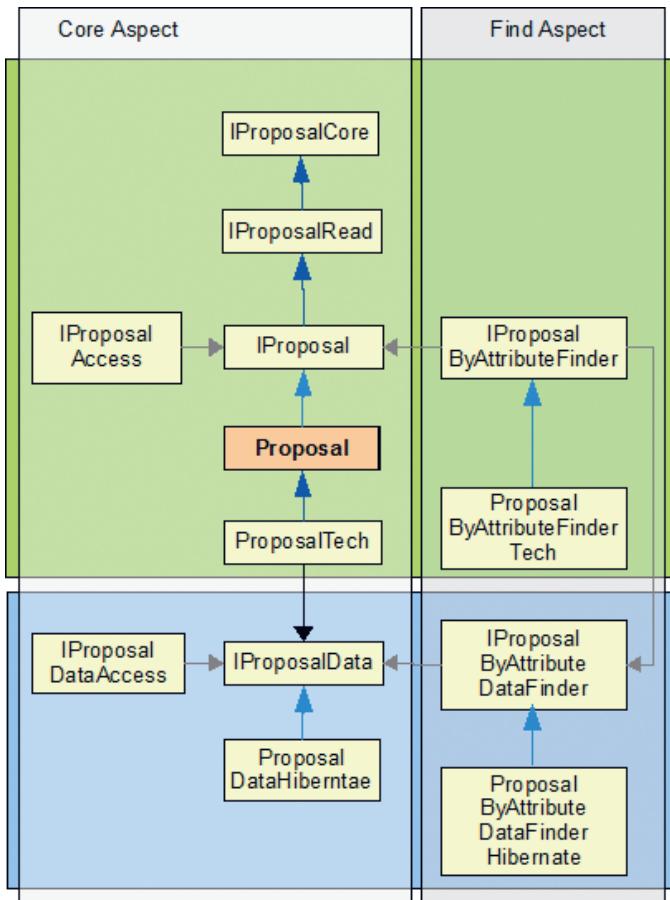


Abb. 18: Waran Objektmodell für die Entität *Proposal*

Die hervorgehobene Klasse *Proposal* ist die einzige, in der eine Implementierung durch Entwickler stattfindet. Diese Klasse implementiert das Interface *IProposal*, welches Zugriff auf die fachlichen Methoden garantiert. Die technische Implementierung dagegen findet in der generierten Klasse *ProposalTech* statt. Auf Details dieser Klasse hat der Entwickler bei der Implementierung von *Proposal* jedoch keinen Zugriff, da sie von *Proposal* abgeleitet ist.

Für Prozesse übernimmt das generierte Gerüst u. a. folgende Aufgaben:

1. Verwaltung des Lebenszyklus von Prozessen und Prozessschritten
2. Prozesssteuerung, u. a. Prüfung von Vorbedingungen für Prozessschritte, Evaluieren der Transitionen sowie Starten und Beenden von Prozessen und Prozessschritten

3. Datenflussteuerung, u. a. Verwaltung des Prozesskontextes bestehend aus Entitäten sowie Übergabe von Entitäten von einem Prozessschritt an den nächsten.

Die Hauptaufgabe für Entwickler besteht darin, die Prozessschritte und die Prozesstransitionen zu implementieren. Dies beinhaltet u. a. die Formulierung von Vor- und Nachbedingungen an einen Prozessschritt sowie die Implementierung von Methoden, welche durch die Prozesssteuerung beim Starten und Beenden des Prozessschritts aufgerufen werden.

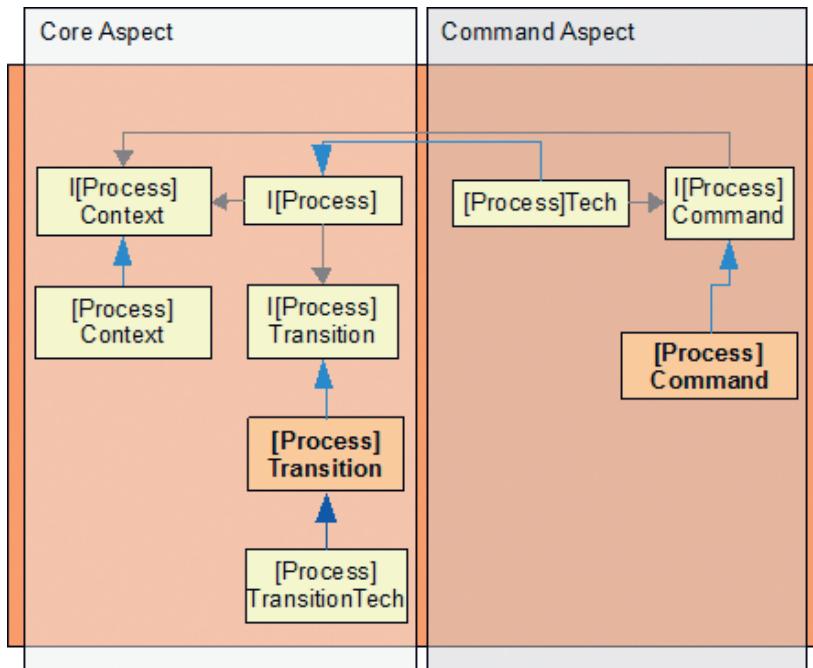


Abb. 19: Waran Objektmodell für Prozesse

Das obige Diagramm (siehe Abbildung 19) zeigt das Objektgeflecht, dass für einen Prozessschritt generiert wird. Die Implementierung der Prozessschritt-funktionalität findet in der Klasse **[Process]Command** statt. Dieses Command-Klasse besitzt ausschließlich zustandslose Methoden, welchen der Prozesskontext des Prozessschritts als Parameter übergeben wird.

Wir werden später die Implementierung des Anwendungsfalles „Vorschlag bewerten“ vorstellen. Dieser Anwendungsfall wird erweitert um eine über das Standardverhalten hinausgehende Funktionalität, nämlich das Versenden einer E-Mail an den Mitarbeiter, wenn sich der Bewertungszustand ändert.

## **Generierung von vollständigen Anwendungen mit verschiedenen Benutzeroberflächen**

Waran stellt zwei Implementierungen für Benutzeroberflächen zur Verfügung, eine Standalone- und eine Web-Oberfläche. Aus der Modellierung von Entitäten entsteht ohne jede weitere Implementierung eine voll funktionsfähige Anwendung, mit der Vorschläge eingereicht, verwaltet, und bewertet werden können.

### **Vorstellung der Anwendung**

Die generierte Anwendung für das betriebliche Vorschlagswesen wird an Hand zweier Anwendungsfälle vorgestellt. Das ist zum einen der Anwendungsfall „Vorschlag einreichen“ mit einem Mitarbeiter als Akteur und zum anderen der Anwendungsfall „Vorschlag bewerten“ mit dem Ideenmanager als Akteur.

#### **Einen Vorschlag einreichen**

Dem Mitarbeiter wird via Weboberfläche eine Anwendung zur Verfügung gestellt, mit der er Verbesserungsvorschläge erstellen kann, siehe Abbildung 20. Die gezeigte Anwendung wird von der Waran Plattform aus dem Waran Modell automatisch generiert, ohne dass ein Softwareentwickler den erstellten Quellcode ändert.



Abb. 20: Webbasierte Anwendung zur Verwaltung der Vorschläge durch einen Mitarbeiter

Der Mitarbeiter meldet sich in zunächst mit seiner Kennung und einem Passwort in der Anwendung an. Nach erfolgreicher Anmeldung bekommt er automatisch alle Verbesserungsvorschläge präsentiert, die er erstellt hat. Er erhält dort die Information, ob ein Verbesserungsvorschlag bereits bewertet wurde, und wie die Bewertung ausfiel. Er hat jedoch nicht die Möglichkeit, Verbesserungsvorschläge anderer Mitarbeiter einzusehen.

Der Mitarbeiter kann einen neuen Verbesserungsvorschlag einstellen, siehe Abbildung 21.

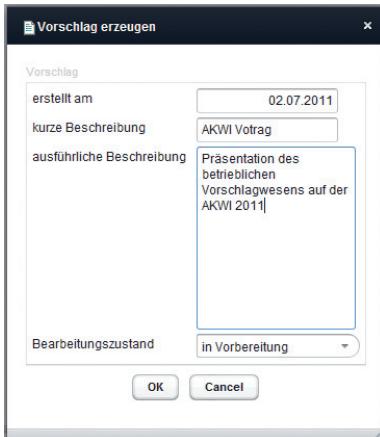


Abb. 21: Webbasierte Anwendung zur Erstellung eines Vorschlages durch einen Mitarbeiter

Abb. 22: Anwendung für den Ideenmanager zur Verwaltung und Bewertung von Verbesserungsvorschlägen

Die Verwaltung und Bewertung von Vorschlägen durch den Ideenmanager erfolgt basierend auf der in Abbildung 22 gezeigten Anwendung. Auch diese

Anwendung wird von der Waran Plattform aus dem Waran Modell automatisch generiert, ohne dass ein Softwareentwickler den erstellten Quellcode ändert.

## Softwareentwicklung und Integration in bestehende Anwendungen

Die gezeigte Standardanwendung kann sofort als betriebliches Vorschlagswesen in einem Unternehmen eingesetzt werden. Bestehen besondere Anforderungen bei der Bewertung der Vorschläge kann die Modellierung angepasst werden, so dass eine auf den Kunden besser zu geschnittene Anwendung generiert werden kann. Umfangreiche Erfahrungen in vielen Projekten zeigen allerdings, dass häufig Änderungswünsche von Kunden schnell und in hoher Qualität umgesetzt werden sollen, die über eine Generierung von Quellcode hinausgehen. Diese Tatsache wird im Folgenden an Hand eines Szenarios gezeigt, bei dem die gezeigte Standardanwendung erweitert wird, um eine Anbindung an die E-Mail-Anwendung eines Kunden zu entwickeln. Konkret wird der Anwendungsfall „Vorschlag bewerten“ erweitert, um einen Mitarbeiter, der den Verbesserungsvorschlag erstellt hat, über die Bewertung des Vorschlages per E-Mail zu informieren. Diese Anforderung baut der Softwareentwickler ein, indem er den standardisierten Prozessschritt abändert, mit dem Änderungen an Verbesserungsvorschlägen gemacht werden. Die maßgebliche Implementierung hierzu befindet sich in der finish-Methode des Commands Modify\_ProposalCommand. Die Standardimplementierung dieser Methode schreibt die durch den Benutzer an der Oberfläche vorgenommenen Änderungen in das Businessobjekt Proposal. Der Prozessschritt realisiert die zusätzliche Anforderung, indem das Bewertungsergebnis vor der Übernahme der Benutzeränderungen verglichen wird mit dem Wert nach deren Übernahme. Unterscheiden sich diese beiden Werte, so wurde das Bewertungsergebnis geändert und der Prozessschritt versendet eine E-Mail an den Mitarbeiter. Nachfolgend ist die Implementierung der finish-Methode des Commands aufgelistet. Die gegenüber der Standardimplementierung ergänzten Passagen sind kursiv dargestellt:

```
public boolean finish(IModify_ProposalContext context) {  
    IEntityLayer entityLayer = EntityLayer.getInstance(context.getApplicationId());  
    IEntityModelAspect modelAspect = entityLayer.getAspect(IEntityModelAspect.class);  
    IEntityModelAccess modelAccess = modelAspect.getEntityModelAccess(context.getBusinessProcessId());  
    IProposal selected = context.getMainProposal();  
    // Store the old evaluation result locally, if there is any  
    EEvaluationResult oldResult = null;  
    if (selected.hasEvaluation()) {  
        oldResult = selected.getEvaluation().getResults();  
    }  
    IEntityMomo selectedMomo = entityModelAccess.getEntityMomo(selected);  
    // mainMomo is a model which contains the user changes
```

```

IMainEntityMomo mainMomo = (IMainEntityMomo)selectedMomo.getMainNode();
// submitEntityMomo writes the user changes// into the entity
entityModelAccess.submitEntityMomo(mainMomo);
// Store the new evaluation result locally, if there is any
EEvaluationResult newResult = null;
if (selected.hasEvaluation()){
    newResult = selected.getEvaluation().getResultSet();
}
// Send an email to the employee when oldResult and newResult are not identical
if (oldResult != newResult){
    // The employee is needed as email recipient
    IStaffMember employee = selected.getEmployee();
    try{
        // SendEMailProperties configures the SMTP server to send the email
        EMailSupport eMailSupport = new EMailSupport(new SendEMailProperties());
        eMailSupport.sendEMail(createEMailSubject(),createEMailContent(employee),employee.getEmail());
    }
    catch (SendEMailFailedException emailException){
        handleSendEMailFailedException
        (entityModelAspect,context,mainMomo,emailException);
        return false;}
    return true;
}

```

Damit ist der standardisierte Prozessschritt durch einen Softwareentwickler erweitert worden und wird deshalb nicht generiert. Generierte und von Softwareentwicklern implementierte Klassen werden in Waran strikt getrennt, indem der Entwickler sie in den Verzeichnisbaum mit den Implementierungsklassen verschiebt. Wenn nach dieser Änderung eine erneute Generierung erfolgen soll, so überprüft der Generator, ob die zu generierende Klasse bereits dort vorliegt und übergeht deren erneute Generierung.

## Zusammenfassung

Innovationen sind von grundlegender Bedeutung in der heutigen Welt. Insbesondere hängt die Entwicklung von Unternehmen von der Kreativität und Motivation aller Mitarbeiter ab. Im Rahmen des Ideenmanagements erlaubt das betriebliche Vorschlagswesen die Gewinnung von Ideen durch jeden einzelnen Mitarbeiter eines Unternehmens. Ein betriebliches Vorschlagswesen kann mit Hilfe der modellgetriebenen Softwareentwicklung in Form einer Standardanwendung automatisch generiert werden, wie mit Hilfe der Plattform Waran gezeigt wurde. Die dazu verwendete Plattform erzeugt aus den Entitäten und den standardisierten Prozessen ein lauffähiges Gerüst, das bereits eine voll funktionsfähige Anwendung darstellt, mit der Vorschläge eingereicht, verwaltet und bewertet werden können. Dabei wird für die Mitarbeiter eines Unternehmens eine Weboberfläche zum Einreichen von Vorschlägen generiert, während für

den Ideenmanager als Power-User eine eigene Benutzeroberfläche generiert wird. Die Anwendung in der vorliegenden Form als Standardanwendung wurde weiterentwickelt. Dies erfolgte an Hand eines Beispiels zur Versendung von E-Mails, die an den Ideengeber versendet werden, um ihn über die erfolgte Bewertung seines Vorschlags zu informieren. Am Ende steht die fertige Anwendung, die in jeder Phase ihrer Entwicklung lauffähig war und die bereits implementierten funktionalen Aspekte in hoher Qualität zur Verfügung gestellt hat.

## Literaturverzeichnis

- [Ben10] *Martin Benkenstein*: Innovationsmanagement im Mittelstand – Herausforderungen und Lösungsansätze, in Friedemann W. Nerdinger, Peter Wilke, Reinhard Röhrlig und Stefan Stracke(Herausgeber): Innovation und Beteiligung in der betrieblichen Praxis, Gabler Wiesbaden 2010
- [CzEi00] *Krzysztof Czarnecki, Ullrich W. Eisenecker*: Generative Programming, Addison-Wesley 2000
- [Grü10] *Michael Grütz*: Modellgetriebene Softwareentwicklung auf der Grundlage realer Geschäftsprozessoptimierung, in Thomas Barton, Burkhard Erdlenbruch, Frank Herrmann, Christian Müller (Herausgeber): Logistische Anwendungen in der Wirtschaftsinformatik, Verlag News & Media, Berlin 2010
- [HeHu09] *Andreas Herrmann und Frank Huber*, Produktmanagement, 2. Auflage, Gabler Wiesbaden 2009
- [MCF03] *Stephen J. Mellor, Anthony N. Clark, Takao Futagami*, „Guest Editors‘ Introduction: Model-Driven Development,“ IEEE Software, vol. 20, no. 5, pp. 14-18, Sep./Oct. 2003
- [SchBe09] *Gerhard Schewe und Stefan Becker*: Innovationen für den Mittelstand, Gabler Wiesbaden 2009
- [So00] *Richard Soley and the OMG Staff Strategy Group*: Model Driven Architecture, White Paper, November 27, 2000
- [StVö05] *Thomas Stahl; Markus Völter*: Modellgetriebene Softwareentwicklung, 1. Auflage, dpunkt-Verlag 2005
- [StJa10] *Thomas Stern, Helmut Jaberg*: Erfolgreiches Innovationsmanagement, 4. Auflage, Gabler Wiesbaden 2010
- [Wa09] *Dominik Walcher*: Der Ideenwettbewerb als Methode der Open Innovation, in Ansgar Zerfaß und Kathrin M. Mösllein (Herausgeber): Kommunikation als Erfolgsfaktor im Innovationsmanagement, Gabler Wiesbaden 2009

**Kontakt:** **Dr. Peter Vieten**, Applides GmbH, Betzenweg 62, 81247 München, Tel. 089 85631127, peter.vieten@applides.com

**Kontakt:** **Prof. Dr. Thomas Barton**, Fachhochschule Worms, Erenburgerstr. 19, 67549 Worms, Tel. 06241 509-253, barton@fh-worms.de

# Messbarkeit der Sicherheitsqualität im Lebenszyklus betrieblicher Anwendungssysteme

*Haio Röckle, Carsten Dorrhauer*

## 1 Einleitung

In vielen Unternehmen ist in den letzten Jahren die Informationssicherheit in den Fokus der Aufmerksamkeit gerückt, ihre Qualität wird aber kaum gemessen. Sicherheits-KPI wurden zwar vorgeschlagen (vgl. [Jaqu07]), haben sich aber in der Praxis bislang kaum durchgesetzt. (vgl. [RoSc09]). Im Gegensatz dazu werden die Prozesse des IT Service Management (ITSM) kontinuierlich evaluiert. In der Praxis haben Prozessframeworks, von denen ITIL das wichtigste ist, weite Verbreitung erfahren. ITIL sieht KPI zur Messung der Servicequalität für ITSM-Prozesse wie zum Beispiel *Continuity Management* und *Incident Management* vor. Allgemeiner betrachtet sind Prozess-KPI heutzutage weit verbreitet und akzeptiert, während Zustandskennzahlen – zumindest im Bereich der Informationssicherheit – offensichtlich schwieriger zu fassen sind.

Eine Ursache für die bemerkenswerte Vernachlässigung der Qualitätsmessung ausgerechnet bei Sicherheitsaspekten mag deshalb darin zu finden sein, dass die Vorgaben zur Informationssicherheit in den wichtigsten Standards nicht durchgängig prozessorientiert formuliert sind. So sind zwar die wesentlichen Vorgaben des Informationssicherheitsmanagements aus ISO 27001 prozessorientiert, nicht aber die Detailvorgaben nach ISO 27002. ITIL dagegen ist durchgängig prozessorientiert aufgebaut. KPI zur Messung der Qualität von ITIL-Prozessen sind bekannt und in vielen Fällen einfach zu implementieren und mit vertretbarem Aufwand zu erfassen.

Da aber die meisten Aufgaben der Informationssicherheit durchaus prozessorientiert durchgeführt werden, schlägt die vorliegende Arbeit eine prozessorientierte Sicht der Sicherheitsaufgaben vor, auf deren Grundlage prozessbasierte KPIs für die Informationssicherheit implementiert werden können. Dabei gibt es Kennzahlen, die

- den Prozess als solchen betreffen, z. B. „Welcher Anteil von sicherheitsrelevanten Zwischenfällen wird ohne Beteiligung des Servicedesk behoben?“ und solche, die

- seinen Output betreffen, z. B. „Welcher Anteil von sicherheitsrelevanten Zwischenfällen wird innerhalb einer vereinbarten Wiederherstellungszeit behoben?“

Die Unterscheidung zwischen diesen Kategorien ist fließend. Dem gegenüber stehen

- nicht-prozessbasierte Kennzahlen, die eindeutig rein technischer Natur sind, z. B. „Häufigkeit registrierter Portscans auf Webservern“.

Diese Arbeit konzentriert sich dabei auf Sicherheitsaufgaben im Zusammenhang mit betrieblichen Anwendungssystemen. Dadurch werden die Systeme erfasst, in denen die betrieblich relevanten Daten mit dem höchsten Schadenspotenzial verarbeitet werden, ohne sich in infrastrukturellen Details zu verlieren. Die Untersuchung erfolgt gegliedert nach den Lebenszyklusphasen betrieblicher Anwendungssysteme durch Betrachtung der jeweils relevanten Sicherheitsprozesse und der Anwendbarkeit prozessorientierter Sicherheitsmetriken.

## 2 Informationssicherheit und ihre Messbarkeit

Zu einem Managementsystem in einem Unternehmen gehören die Vorgabe von Zielen und ein Berichtswesen entlang der Unternehmensorganisation, das die Kontrolle der Ergebnisse ermöglicht. Nicht umsonst steht in Stellenbeschreibungen des Managements üblicherweise ein Passus wie „.... berichtet an den CIO ...“ oder „.... berichtet direkt an den Vorstand ...“.

Offensichtlich gibt es innerhalb eines Unternehmens mehrere Ebenen von Berichtsempfängern. Im Management der Informationssicherheit sind dies in der Regel der Informationssicherheitsmanager, häufig ISO oder CISO genannt, der IT-Leiter (CIO) und der IT-Vorstand, d.h. das Vorstandsmitglied in dessen Verantwortungsbereich die IT fällt. Jeder Berichtsempfänger hat unterschiedliche Informationsbedürfnisse:

- Der CISO interessiert sich für die einzelnen Sicherheitslücken, weil es zu seinen Aufgaben gehört, diese zu bewerten und ggf. zu beheben.
- Der IT-Vorstand ist nur an Risiken interessiert, die für das Gesamtunternehmen relevant werden könnten oder die den Wertbeitrag der IT für das Unternehmen negativ beeinflussen könnten
- Der CIO interessiert sich für den qualitativen Gesamtzustand „seiner“ IT Berichte können in unterschiedlichsten Formen und Formaten angefertigt werden. Grundsätzlich ist es wünschenswert, quantitative Kennzahlen zu haben, die aus Messungen gewonnen werden und die detaillierte Aussagen über Risikozustände, Fertigstellungsgrade, Qualitätszustände, etc. treffen. Der Managementvordenker Peter F. Drucker sagte z. B. nicht nur „If you can't

measure it, you can't manage it", sondern auch "What gets measured gets managed" [Druc94]. Im Alltag sind solche quantitativen Kennzahlen leider häufig nicht vorhanden, so dass im Berichtswesen auf qualitative Informationen und subjektive Aussagen zurückgegriffen werden muss, dies ist aber nicht Thema dieser Arbeit.

Für das Management der Informationssicherheit wird vom wichtigsten Standard ISO 27001 ein „Maß für die Wirksamkeit der ausgewählten Maßnahmen...“ gefordert ([DINI08a], Kap. 4.2.2, d), allerdings nicht weiter spezifiziert. Entsprechend findet sich im vertiefenden Standard ISO 27002 die Aussage „Das Messen von Informationssicherheit ist außerhalb des Geltungsbereichs dieses Standards“ ([DINI08a], Fußnote zu 0.7, j). Diese Lücke sollte geschlossen werden mit einem Standard ISO 27004, der nach einigen Jahren Entwicklungs- und Abstimmungsdauer im Dezember 2009 veröffentlicht wurde (vgl. [ISOI09]), dessen praktische Verifikation aber noch aussteht (vgl. [ISO11]).

Bereits früher wurden zahlreiche IT Security Kennzahlen (Security Metrics) vorgeschlagen (vgl. [Jaqu07]). Die Menge an Kennzahlen ist allerdings gerade für Vorstände viel zu groß und die Relevanz der einzelnen Kennzahlen zu gering. Manche Kennzahlen sind auch aufgrund technischer Feinheiten für das höhere Management schlicht unverständlich. Dies sind Probleme, die auch mit dem Standard ISO 27004 weiterbestehen. Klassische Lösungsansätze bestehen darin, die Kennzahlen zu verdichten (aggregieren) und zu visualisieren, z. B. in Ampeldarstellungen oder in Dashboards („Management-Cockpit“) bis hin zum Konzept einer „Balanced Security Scorecard“. Weitere Ansätze des Security Reporting wurden in [RoSc09], Kap. 3 beschrieben.

Prinzipiell ist die Aggregation von Kennzahlen eine Aufgabe, die in jedem Unternehmensbereich in Angriff genommen werden muss. In Bezug auf das Management der Informationssicherheit gibt es aber zwei Besonderheiten:

- Gemäß den internationalen Standards zum Informationssicherheitsmanagement (vgl. [BSI08], [Funk10]) soll der CISO direkt an den IT-Vorstand berichten, damit wird von der Aggregationslinie IT-Vorstand – CIO – CISO abgewichen und es verstärkt sich die Gefahr, dass der IT-Vorstand mit einer Überzahl von Detailinformationen konfrontiert wird.
- Auch kleine Sicherheitslücken können große Auswirkungen haben. Jedes Detail, das bei der Aggregation der Informationen wegfällt, kann Basis eines fatalen Unfalls oder Angriffs werden und wäre damit – nachträglich betrachtet – durchaus Management-relevant gewesen.

Im folgenden Kapitel greifen wir die Idee aus [RoSc09], Kap. 3.6 auf und spezifizieren prozessorientierte Kennzahlen zur Informationssicherheit. Wir nutzen damit die folgenden Vorteile aus:

- Bei der Definition von Prozesskennzahlen handelt es sich um ein etabliertes Vorgehen,
- das speziell auch dem Management ad hoc verständlich ist.
- Viele Haftungsfragen bei IT-Unfällen können ausgeschlossen werden, wenn angemessen funktionierende Prozesse nachgewiesen werden.
- Durch die hierarchische Gliederung von Prozessen ergibt sich eine weitere Hierarchie, anhand der die Prozesskennzahlen aggregiert werden können.

Bei den folgenden Untersuchungen beschränken wir uns auf die Prozesse, die für den Lebenszyklus betrieblicher Anwendungssysteme relevant sind, einerseits weil dies dem Fokus der Jahrestagung entspricht, andererseits weil dadurch u. a. die Business-kritischen Anwendungen erfasst sind, die z. B. auch im Rahmen von Sarbanes-Oxley betrachtet werden müssen.

### **3 Sicherheitsaspekte in den Lebenszyklusphasen betrieblicher Anwendungssysteme**

#### ***3.1 Sicherheitsanforderungen für betriebliche Anwendungssysteme nach ISO 27002***

Die Stärke des Informationssicherheitsstandards ISO 27002 liegt darin, dass er die wesentlichen Bereiche der Informationssicherheit, speziell die wesentlichen Sicherheitsmaßnahmen für Unternehmen und andere Organisationen vollständig abdeckt, wobei absichtlich viele Freiheitsgrade bleiben. Zur Erfassung der speziellen Sicherheitsaspekte im Lebenszyklus betrieblicher Anwendungssysteme ist hier speziell das Kapitel (die „Domäne“) „12 Beschaffung, Entwicklung und Wartung von Informationssystemen“ vorgesehen.

Allerdings berühren auch viele weitere Maßnahmenbereiche und Maßnahmen die Sicherheit der betrieblichen Anwendungssysteme, z. B. die Domäne „10 Betriebs- und Kommunikationsmanagement“. Die folgende Tabelle gibt deshalb zunächst eine Übersicht über die Punkte des ISO 27002 Standards, die nach Ansicht der Autoren relevant für betriebliche Anwendungssysteme sind oder sein können. Da viele Punkte dieses Standards recht offen formuliert sind, könnten andere Betrachtungen aufgrund der Interpretationsspielräume auch zu anderen Ergebnissen kommen, dennoch sind wir der Ansicht, dass diese Aufstellung als Übersicht gut geeignet ist. Zur Übersichtlichkeit werden die Punkte häufig gekürzt dargestellt, für die vollständige Formulierung sei der Leser auf den Originaltext des Standards verwiesen, ebenso wie auf die Inhalte der einzelnen Punkte.

Punkt im ISO 27001	Bezug zu betrieblichen Anwendungssystemen
6.2.1 Sicherheitsanforderungen in Bezug auf externe Mitarbeiter	Anforderungen aus Sicht des Unternehmens, soweit externe Mitarbeiter in Entwicklung oder Betrieb mitarbeiten
6.2.2 Sicherheitsanforderungen bei Datenzugriff von Kunden	Anforderungen aus Sicht des Unternehmens, soweit Funktionen des Anwendungssystems von Kunden genutzt werden
6.2.3 Vereinbarungen mit Dritten	Verträge zur Unterstützung der o.g. Anforderungen
7 Klassifizierung von Informationen	Im Softwareentwicklungsprozess sollte der Sicherheitsbedarf des Programmcodes und der zu verarbeitenden Daten klassifiziert werden.
8.2.3 Zurücknahme von Zugangsrechten	Eigentlich bezieht sich Kapitel 8 des Standards auf „Personalsicherheit“ in Bezug auf Angestellte des Unternehmens. Speziell der Punkt 8.2.3 sollte aber auch auf externe Mitarbeiter angewandt werden.
9.1.2 Zutrittskontrolle 9.1.3 Sicherung von Büros, Räumen und Einrichtungen 9.1.5 Arbeit in Sicherheitszonen	Kapitel 9 des Standards bezieht sich auf physische Sicherheit. Bei geheimen Entwicklungen könnte es sinnvoll sein, die genannten Punkte auf Mitarbeiter in der Softwareentwicklung anzuwenden.
10.1.2 Änderungsverwaltung	Dieser Punkt des Standards wird vom ITIL Prozess Change Management abgedeckt.
10.1.3 Trennung von Verantwortlichkeiten	Dieser Punkt ist in Bezug auf betriebliche Anwendungssysteme noch komplexer als im ISO 27002, da er sich einerseits auf die Softwareentwicklung (vgl. 3.3.2) und andererseits auf den ITIL Prozess beziehen kann.
10.1.4 Trennung von Entwicklung, Test und Produktion	Ist sowohl für die Code-Sicherheit als auch für die Sicherheit von Produktivdaten relevant.
10.2 Dienstleistungserbringung von Dritten 10.2.1 Vorgaben überwachen 10.2.2 Leistungen überprüfen 10.2.3 Change Mgmt. für Dienstleistungen von Dritten	Bezieht sich auf die Qualität der Leistungserbringung von externen Mitarbeitern im Gegensatz zu 6.2, wo es um „echte“ Sicherheitsanforderungen geht.
10.3.1 Kapazitätsplanung 10.3.2 Systemabnahme	Findet sich in den ITIL Prozessen Capacity Management und Change Management

10.4.1 Maßnahmen gegen Schadsoftware	Bezieht sich eigentlich auf Virenschutzmaßnahmen und wäre damit nicht relevant für betriebliche Anwendungssysteme. Kann aber auch darauf bezogen werden, dass der Code selbst entwickelter Software frei sein muss von Schadcode und fällt damit in den Bereich der Code Security
10.5.1 Backup von Informationen	Kann in Bezug auf betriebliche Anwendungssysteme so interpretiert werden, dass diese einen angemessenen Backup ermöglichen bzw. unterstützen. Dies kann in Bezug auf Softwareentwicklung aber auch in Bezug auf Auswahl und Implementierung von Software gesehen werden.
10.7.3 Umgang mit Informationen 10.7.4 Sicherheit der Systemdokumentation	In Bezug auf Softwareentwicklung ist zu beachten, dass der entwickelte Code und die Dokumentation einen angemessenen Umgang erlauben. Im Betrieb ist auf den Umgang mit Programmcode und -dokumentation zu achten.
10.8 Austausch von Informationen 10.8.1 Leitlinien und Verfahren 10.8.2 Vereinbarungen 10.8.3 Transport physischer Medien 10.8.4 Elektronische Mitteilungen 10.8.5 Geschäftsinformationsysteme	Ist in Bezug auf Softwareentwicklung in dem Sinne relevant, dass die entwickelte Software angemessene Sicherheit in den genannten Punkten erlaubt. Ist im Betrieb dahingehend relevant, dass die vorhandenen Möglichkeiten auch angemessen genutzt werden.
10.9 E-Commerce 10.9.1 E-Commerce 10.9.2 Online-Transaktionen 10.9.3 Öffentlich verfügbare Informationen	Analog zu den Anmerkungen zu 10.8
10.10 Überwachung (Audit) 10.10.1 Auditprotokolle 10.10.2 Überwachung der Systemnutzung 10.10.3 Schutz von Protokollinformationen 10.10.4 Admin. und Betreiberprotokolle 10.10.5 Fehlerprotokolle 10.10.6 Zeitsynchronisation	Analog zu den Anmerkungen zu 10.8

11 Zugangskontrolle 11.1 Geschäftsanforderungen 11.1.1 Leitlinie 11.6.1 Einschränkung von Informationszugriffen	Die Leitlinie muss sowohl bei der Entwicklung als auch im Betrieb von Anwendungen berücksichtigt werden. Es gelten die Anmerkungen zu 10.8
11.2 Benutzerverwaltung 11.2.1 Registrierung 11.2.2 Sonderrechte 11.2.3 Passwörter 11.2.4 Überprüfung 11.3.1 Passwortverwendung	Analog zu den Anmerkungen zu 10.8
11.5.4 Verwendung von Systemwerkzeugen	Im Betrieb soll der Zugriff auf administrative Funktionen der Software besonders geschützt werden, z. B. auf Betriebssystemebene. Bei der Softwareentwicklung muss darauf geachtet werden, dass die Anforderung im Betrieb erfüllt werden kann.
11.6.2 Isolation sensibler Systeme	Ist eine Betriebsaufgabe für besonders sicherheitsrelevante Anwendungen
11.7.1 Mobile Computing und Kommunikation 11.7.2 Telearbeit	Generell gelten die Anmerkungen zu 10.8. Für Anwendungen auf mobilen Geräten sind ggfs. spezielle Schutzmaßnahmen zu treffen. Für Anwendungen, die per Telearbeit genutzt werden sollen, ist die entsprechende Kommunikationssicherheit zu gewährleisten. Beides gilt für die Entwicklung und für den Betrieb, vgl. die Punkte 10.8 und 10.9 des Standards.
12 Beschaffung, Entwicklung und Wartung von Informationssystemen 12.1.1 Analyse und Spezifikation von Sicherheitsanforderungen	Generell gilt das Prinzip, dass Informatiionssicherheit in jedem Projekt bereits in Analyse und Design berücksichtigt werden muss.
12.2.1 Überprüfung von Eingabedaten 12.2.2 Kontrolle der internen Verarbeitung 12.2.3 Integrität von Nachrichten 12.2.4 Überprüfung von Ausgabedaten	Generell handelt es sich hier um typische Elemente der Code Sicherheit, die in der Softwareentwicklung zu berücksichtigen sind. Allerdings ist es auch denkbar, weitere Prüfungen im Betrieb vor- und nachzuschalten, um die Sicherheit zu steigern. Insbesondere die Integrität von Nachrichten könnte durch Mechanismen der Netzwerkverschlüsselung und -signatur unterstützt werden.

12.3.1 Leitlinie Kryptografie 12.3.2 Schlüsselverwaltung	Der Bedarf an Kryptografie muss in den einzelnen Projekten ermittelt werden. Falls Kryptografie genutzt wird, müssen die Schlüssel angemessen geschützt werden. Außerdem gelten die Anmerkung zu 10.8.
12.4.1 Kontrolle von Software im Betrieb 12.4.3 Zugangskontrolle zu Quellcode	Quell- und Programmcode müssen während der Entwicklung geschützt werden, insbesondere beim Übergang vom Entwicklungs- über das Test- ins Produktivsystem. Im Betrieb muss der Programmcode geschützt werden.
12.4.2 Sicherheit von Testdaten	Falls betriebliche Daten im Test verwendet werden, müssen diese dabei besonders geschützt werden.
12.5 Sicherheit bei Entwicklungs- und Unterstützungsprozessen 12.5.2 Kontrolle nach Änderungen am Betriebssystem	Änderungen am Betriebssystem sowie die notwendigen Nacharbeiten gehören prinzipiell zum IT Betrieb.
12.5.3 Änderungen an Software-paketen	Bezieht sich auf die Änderung an Softwarepaketen, die von externen Anbietern geliefert werden. Sollten grundsätzlich sparsam verwendet werden.
12.5.4 Ungewollte Preisgabe von Informationen	Betriebliche Anwendungen von externen Lieferanten sollten – im Betrieb – auf unerwarteten Datenabfluss (Hintertüren) oder unsichere Datenspeicherung und -übertragung getestet werden.
12.5.5 Ausgelagerte Software-entwicklung	Stellt eine Detaillierung von Punkt 10.2 dar, bei der es speziell um externe Software-entwicklung geht.
12.6.1 Kontrolle technischer Schwachstellen	Hierunter versteckt sich u. a. der wichtige Sicherheitsprozess „Patch Management“. Für die Entwicklung und Wartung selbst entwickelter Software ergibt sich hieraus aber der Bedarf an einem Sicherheits-support, der sehr kurzfristig Patches für bekanntgewordene Schwachstellen entwickelt und bereitstellt.
13 Umgang mit Informationssicherheitsvorfällen 14 Sicherstellung des Geschäftsbetriebs 15 Einhaltung von Vorgaben	Diese Prozesse beziehen sich zwar u. a. auch auf betriebliche Anwendungen, werden aber hier nicht vertieft behandelt, weil diese im ITIL wesentlich breiter behandelt werden.

## **3.2 Sicherheit betrieblicher Anwendungssysteme im IT Service Management**

### **3.2.1 Zur Auswahl zu untersuchender Prozesse**

Entwicklung, Einführung und Betrieb betrieblicher Anwendungssysteme werden grundsätzlich in mehr oder weniger formalisierten Prozessen organisiert. Viele Unternehmen definieren diese Prozesse nicht grundlegend selbst, sondern nutzen ein Prozessframework als Vorlage. Besondere Bedeutung hat ITIL erlangt, das als Sammlung von Best Practices erwiesenermaßen praktisch erfolgreiche Prozesse miteinander kombiniert.

Im Folgenden sollen Prozesse, die im Lebenszyklus betrieblicher Anwendungssysteme eine Rolle spielen, auf die Messbarkeit von Sicherheitsqualität untersucht werden. Dazu könnten konkrete Prozesse in Unternehmen erfasst und analysiert werden; hier soll jedoch ein anderer Weg gewählt werden. Leider ist es schlechterdings unmöglich, die Gesamtheit in der Praxis vorkommender individueller ITSM-Prozesse zu erfassen. Eine empirische Analyse wäre deshalb entweder mit unverhältnismäßig großem Aufwand verbunden oder auf Einzelfälle beschränkt, deren Repräsentativität nicht feststellbar wäre.

Es bietet sich daher an, mit den ITIL-Prozessen die verbreitetesten Prozesse des IT Service Management auf diesen Aspekt hin zu untersuchen. Bei ihnen handelt es sich um bewährte Vorgehensweisen, die in vielen Fällen erfolgreich eingesetzt werden und die seit nunmehr zwei Jahrzehnten kontinuierlich den Rückmeldungen aus der Praxis und den technischen Entwicklungen angepasst werden.

Die ITIL-Kernveröffentlichungen des *Office of Government Commerce* nehmen vielfach Stellung zur Messbarkeit und zur Messung der Prozessqualität. Einige dieser Vorschläge haben Sicherheitsrelevanz – nicht nur jene zur Messung des ITIL-Prozesses *Information Security Management*, sondern auch solche zur Messung vieler anderer Prozesse, die in ihrer Gesamtheit den kompletten Lebenszyklus eines Anwendungssystems betreffen. Im Folgenden werden diese Empfehlungen aus der Sicherheitsperspektive betrachtet. Eine besondere Rolle nehmen dabei die Entwicklungs- und Testphase der Applikation ein, da ITIL diese zwar mit Prozessen wie *Release Management* und *Configuration Management* unterstützt, aber kein eigenes Vorgehensmodell für Softwareentwicklungsprojekte enthält. Die Projektmanagementmethode des OGC hat nicht dieselbe weite Verbreitung wie ITIL gefunden. Für diese

Lebenszyklusphasen kommt daher den ISO-Normen 2700x (Kapitel 3.1) sowie den Methoden und Vorgehensweisen des Software Engineering (Kapitel 3.3) ein spezieller Stellenwert zu.

### 3.2.2 Service Level Management

Vor der Einführung eines neuen IT-Service werden die Kundenanforderungen aufgenommen, analysiert und dokumentiert. Neben den funktionalen und nichtfunktionalen Anforderungen an die betriebliche Applikation werden dabei auch die Anforderungen an ihren Betrieb und den Support definiert. ITIL kennt dafür den Prozess des *Service Level Management* (vgl. [OGCb07], S. 65ff.). In Zusammenarbeit mit dem Kunden wird der Service gestaltet; standardisierte Services werden aus einem Servicekatalog abgerufen. Neben vielen anderen Parametern wird dabei nach Kundenanforderung auch das erforderliche Sicherheitsniveau festgelegt. ITIL schlägt zur Messung der Prozessqualität Kennzahlen vor (vgl. [Ebel08], S. 225f.), von denen viele vor allem die Services als Output der Prozesse messen.

- Dazu zählen im Fall des *Service Level Management* die relative und absolute Häufigkeit von Service-Level-Verletzungen, was zunächst wenig Sicherheitsbezug zu haben scheint. An anderer Stelle fordert ITIL aber die besondere Erfassung von sicherheitsrelevanten Service-Level-Verletzungen. Es ist nur ein kleiner Schritt, die Kennzahlen zu Service-Level-Verletzungen ebenfalls separat für solche Fälle zu ermitteln, dann werden sie auch aus Sicherheitsperspektive relevant. Insbesondere ihre Entwicklung über mehrere Betrachtungsperioden gibt dann eine recht genaue Einschätzung, wie sich die Sicherheitsqualität entwickelt.
- Auch die Analyse, welche Service-Level-Verletzungen in welcher Häufigkeit auf Fehler von Subauftragnehmern zurückzuführen sind, gewinnt Relevanz für die Erhöhung des Sicherheitsniveaus, wenn die zusätzliche Kennzeichnung der Service-Level-Verletzungen als sicherheitsrelevant mit ausgewertet wird. Eine sich daraus unmittelbar ergebende Handlungsempfehlung könnte der Wechsel des Subauftragnehmers sein.
- Eine weitere ITIL-Kennzahl zum *Service Level Management* ist der Anteil der Services, für die es überhaupt keine SLA gibt, die also am offiziellen Prozess vorbei erbracht werden. Offensichtlich ist für Services ohne SLA auch kein Sicherheitsniveau definiert, das vom Kunden eingefordert werden könnte. Ihre Zahl sollte möglichst gering sein, was gleichbedeutend damit ist, für diese „Abdeckungsrate“ des *Service Level Management* 100 Prozent als Zielgröße anzustreben. Sie hat somit zumindest zum Teil Sicherheitsbedeutung.

- Die Qualität des SLM-Prozesses kann darüber hinaus gemessen werden, indem man die Anzahl der SLA-Reviews und die der daraus abgeleiteten Maßnahmen analysiert. Damit wird deutlich, ob der Prozess „gelebt“ wird, ob, wie schnell und in welchem Umfang also Änderungen der Kundenanforderungen oder neue Anforderungen vom SLM aufgegriffen werden. Auch dies betrifft mit allen anderen Anforderungen insbesondere die Sicherheitsanforderungen. Diese Kennzahl hat für sich alleine zwar keinen direkten Sicherheitsbezug, gibt aber Auskunft über die Aussagekraft der anderen erhobenen Kennzahlen.
- Über diese Kennzahlen hinaus sieht ITIL Kundenbefragungen zur Zufriedenheit mit dem SLM vor. Fragen zur Auswertung der Kundenzufriedenheit mit der Sicherheitsqualität könnten etwa lauten: Sind die Sicherheitsanforderungen an den IT Service mit Ihnen seitens des Service Providers zu Ihrer Zufriedenheit erörtert worden? Wurden Ihnen Alternativen aufgezeigt? Wurden Ihnen die Kosten dieser Alternativen genannt? Würden Sie die sicherheitsrelevanten Anforderungen in den SLA wieder genauso definieren? Sind die in den SLA mit Ihnen vereinbarten Sicherheitsanforderungen vom Service Provider in vollem Umfang erfüllt worden?

### **3.2.3 Availability Management**

Zentrale Bedeutung bei der Einhaltung von SLA kommt der Verfügbarkeit der Services zu, um die sich der ITIL-Prozess *Availability Management* von der Definition der Verfügbarkeitsanforderungen bis zur Überwachung der tatsächlichen Verfügbarkeit kümmert (vgl. [OGCb07], S. 97ff.). Zwischen Verfügbarkeit und Informationssicherheit besteht eine gegenseitige Abhängigkeit:

- Aus Sicherheitsperspektive setzt sich Informationssicherheit zusammen aus Vertraulichkeit, Integrität und Verfügbarkeit von Informationen
- Aus der Perspektive des *Availability Management* ist die Sicherheit einer von vielen Faktoren, die die Verfügbarkeit bedingen. Andere sind z. B. Redundanz, Hardwareersatzteillager, aktuelle und gepflegte Konfigurationsdaten.

Selbstverständlich müssen Sicherheitsmaßnahmen auf die vereinbarte Verfügbarkeit abgestimmt werden. Ein niedriges Sicherheitsniveau impliziert ein gesteigertes Risiko ungeplanter Serviceausfälle aufgrund von Sicherheitszweichenfällen. Dieses wiederum senkt die maximale Verfügbarkeit, zu der sich der Service Provider in einem SLA verpflichten kann.

Die Messung der Leistungsfähigkeit dieses Prozesses gibt leider recht wenig für die prozessbasierte Messung der Sicherheitsqualität her. Die wichtigsten KPI sind die Verfügbarkeiten der Services und der zu ihrer Erbringung

verwendeten Komponenten sowie die zur Wiederherstellung eines Service nach einem Ausfall im Mittel benötigte Zeit. Auch hier gibt es natürlich einen Zusammenhang zur Sicherheitsqualität. Er lässt sich aber nicht isolieren, es sei denn, man wollte eine theoretische Verfügbarkeit bei Vernachlässigung nicht sicherheitsinduzierter Ausfälle konstruieren. Eine solche Kennzahl wäre nicht nur sehr weit hergeholt, sie mäße auch nicht primär den Prozess selbst, sondern seinen Output und erfüllte damit eben nicht den eingangs erhobenen Anspruch der prozessorientierten Messung von Sicherheitsqualität. Gleiches gilt für den Versuch, Wiederherstellungszeiten nach sicherheitsrelevanten Zwischenfällen zu isolieren. Schließlich hängt die Wiederherstellungszeit nach einem Ausfall von technischen und organisatorischen Faktoren ab, nicht primär vom Grund des Ausfalls.

### *3.2.4 IT Service Continuity Management*

Der Prozess *IT Service Continuity Management* kümmert sich um Katastrophenfälle. Er soll das Risiko bestimmter katastrophaler Ereignisse vermindern und die Organisation auf den Fall vorbereiten, daß sie dennoch eintreffen. Neben Ereignissen wie Erdbeben, Feuer oder Hochwasser können auch manche sicherheitsrelevante Angriffe zu berücksichtigen sein (vgl. [OGCb07], S. 125ff.). ITIL schlägt zur Messung prozessbasierte Maßstäbe vor:

- Der Anteil der Service Level Agreements, die auf Katastrophenschutz Bezug nehmen. Damit wird gemessen, wie weit der Service Continuity Gedanke die Organisation durchdrungen hat. In leicht abgeänderter Form könnte man messen: „Welcher Anteil der SLA nimmt Bezug auf die Vorbeugung und Notfallplanung für Katastrophenfälle durch interne oder externe Angriffe?“
- Die Anzahl der Audits im Zeitverlauf und der Anteil der erfolgreichen Audits misst, wie sehr der Prozess „gelebt“ wird und wie gut die Organisation auf den Katastrophenfall vorbereitet ist. Eine Eingrenzung nach Katastrophen durch Angriffe ist auch hier möglich und gäbe der Kennzahl zusätzliche Sicherheitsbedeutung.

### *3.2.5 Supplier Management*

Die Lieferanten und Subunternehmer, die der Service Provider engagiert, um mit ihrer Unterstützung seine Serviceversprechen zu halten, bestimmen die Qualität der Services ebenso wie er selbst. Mit Ihrer Auswahl und der Pflege der Lieferantenbeziehungen beschäftigt sich der Prozess *Supplier Management* (vgl. [OGCb07], S. 149ff.). Da eine von einem Zulieferer verursachte Sicherheitslücke ebenso folgenschwer wie eine selbstverschuldete sein kann,

die Kontrolle und Steuerung sich aber schwieriger als bei eigenen Mitarbeitern gestalten, ist auch dieser Prozess sicherheitsrelevant.

Die Qualität des *Supplier Management* wird gemessen, indem man die Abdeckung der Lieferantenbasis durch gemäß diesem Prozess verwaltete Beziehungen oder die Anzahl und Entwicklung der Lieferantenreviews erhebt. Primär den Output des Prozesses messen Anzahl, Anteil und Entwicklung der von Lieferanten verschuldeten SL-Verletzungen. Letzteres ließe sich dank separater Erfassung sicherheitsrelevanter SL-Verletzungen auch sicherheitsbezogen spezialisieren.

### 3.2.6 *Information Security Management*

Der ISM Prozess ist der ITIL-Prozess, der Sicherheit im Namen trägt und der unmittelbar für Sicherheit zuständig ist. ITIL beschreibt nicht technische Lösungen, sondern die sie verwendende Ablauforganisation (vgl. [OGCb07], S.141ff.).

Zur Messung der Prozessqualität wird z. B. vorgeschlagen, die Menge der Angriffe und Infektionen im Zeitverlauf zu erfassen. Dieser Kennwert misst allerdings sowohl die Qualität ihrer Erkennung (je mehr desto besser) als auch die Qualität der Vorbeugung (je weniger, desto besser) und ist damit insgesamt wenig aussagekräftig.

Weitere in diesem Zusammenhang vorgeschlagene Kennzahlen sind auch in der Sicherheitsbranche bekannt aber in vielen Fällen nicht prozessbasiert. Der ISM-Prozess als solcher ist in ITIL allerdings so allgemein formuliert, dass es schwierig ist, ihn anhand von Kennzahlen zu messen. Anhaltspunkte, die dennoch dafür sinnvoll sein könnten, sind z. B. die Frequenz der Überarbeitung von Richtlinien, Analysen und Evaluationen.

### 3.2.7 *Change Management*

Sämtliche Änderungen an der Infrastruktur haben definierte Prozesse zu durchlaufen. Im Rahmen des *Change Management* wird über sie entschieden (vgl. [OGCa07], S. 42ff.). Zu den Prüfungen, denen eine potentielle Änderung im Genehmigungsprozess unterzogen wird, gehören auch solche, die ihre Konsequenzen für die Angriffssicherheit der Infrastruktur abschätzen. Nur ein konsequent umgesetzter Change Management Prozess bietet einen wirksamen Schutz vor unbedacht aufgerissenen Sicherheitslücken in der Infrastruktur. Um ihn zu messen, kann man seinen Abdeckungsgrad erheben,

also die Anzahl der nicht genehmigten Änderungen, die im Idealfall Null sein sollte. Mit der Anzahl der Störungen, die unmittelbar durch Änderungen verursacht wurden, misst man die Sorgsamkeit des Genehmigungsprozesses (vgl. [Ebel08], S. 394). Zum wiederholten Mal zahlt sich hierbei die Kennzeichnung von Störungen als sicherheitsrelevant aus, wenn man den Sicherheitsbeitrag des Prozesses zu erfassen beabsichtigt.

### 3.2.8 *Event Management, Incident Management und Problem Management*

Drei Prozesse sorgen für einen möglichst reibungslosen Systembetrieb. *Incident Management* befasst sich mit der Behandlung von Störungen, (vgl. [OGCc07], S. 46ff.) *Problem Management* mit den hinter den Störungen liegenden Ursachen (vgl. [OGCc07], S. 58ff.) und *Event Management* mit Vorfällen, z. B. aus automatisiertem Monitoring, die ein Eingreifen erforderlich machen (vgl. [OGCc07], S.35ff.).

Die Prozesse arbeiten eng zusammen und können alle drei auch sicherheitsrelevante Fälle betreffen. Ein Event kann ein Hinweis auf einen Systemeinbruchsvorfall sein, ein Incident kann aus einem erfolgreichen Systemeinbruch resultieren, ein Problem kann eine offene Sicherheitslücke sein, die diesen Systemeinbruch ermöglicht. Erkennt man sicherheitsrelevante Events, Störungen und Probleme als solche und kennzeichnet man sie für die spätere Auswertung als solche, so kann man nicht nur an ihrer Anzahl, Erfolgsquote, Bearbeitungsdauer und Entwicklung im Zeitverlauf den Sicherheitsbeitrag dieser operativen Prozesse messen. Die erhobenen Daten liefern auch das Material zur Messung anderer Prozesse, wie bereits beschrieben wurde.

### 3.2.9 *Weitere Prozesse*

Weitere Prozesse zu Erstellung, Inbetriebnahme und Betrieb betrieblicher Anwendungssysteme haben mittelbare Sicherheitsrelevanz. So definiert das *Capacity Management* Kapazitätsanforderungen, die bei der Definition von Sicherheitsmaßnahmen zu berücksichtigen sind. Der *Demand Management* Prozess sorgt u. a. dafür, dass die Kundenorganisation ein Sicherheitskonzept bekommt, das ihren Anforderungen entspricht und berät bei technischen Fragen. Der Prozess *Release Management* kümmert sich u. a. um die Verteilung von Sicherheitspatches auf die Client-PCs der Mitarbeiter. Das *Service Asset and Configuration Management* dokumentiert die aus Hardware, Software und Dokumenten bestehende Konfiguration. Seine gewissenhafte Durchführung ist Grundlage praktisch aller anderen Prozesse eines IT Service Providers und damit auch der oben aufgeführten.

Diese Prozesse zur Messung von Sicherheit heranzuziehen, ist möglich, aber u.E. wenig zweckdienlich, da sie Sicherheit entweder nur mittelbar betreffen oder diese nur einen kleineren Teil ihrer Aufgabe ausmacht.

### **3.3 Sicherheit bei der Herstellung betrieblicher Anwendungssysteme**

#### **3.3.1 Projekt Kick-Off**

Zum Start eines Softwareentwicklungsprojekts oder eines neuen Software-Releases gehören neben der allgemeinen Projektplanung auch der Aufbau des Entwicklungsteams und die Festlegung des Entwicklungsprozesses. Hierzu gehören auch die sicherheitsrelevanten Punkte

- Sicherheits- und Qualitätsanforderungen an externe Mitarbeiter
- Anforderungen von Räumen und IT-Ressourcen sowie die Vergabe der notwendigen Zugangs-, Zutritts- und Zugriffsrechte für interne und externe Mitarbeiter, idealerweise nach einem formalen, dokumentierten Verfahren, das zum Projektabschluss auch die Zurücknahme der Rechte erlaubt (vgl. 3.3.6)
- Ggf. Einrichtung von Sicherheitszonen oder speziellen Büros, Räumen und Einrichtungen und die entsprechenden Zutrittsrechte
- Prozess zur Überwachung der (internen und) externen Mitarbeiter sowie zur Überprüfung von deren Leistungen
- Prozesse zur Verwaltung von Quellcodes und Programmcodes sowie Dokumentation, speziell zur Gewährleistung der Integrität bei der Übergabe zwischen Entwicklungs-, Test- und Produktivsystemen. Diese Prozesse können sich je nach der Sicherheitsrelevanz der zu entwickelnden Software deutlich unterscheiden.

Mit der Gewährleistung der Integrität der Quell- und Programmcodes kann sowohl eine Manipulation des Codes durch Dritte als auch eine Infektion mit Schadcode ausgeschlossen werden. Natürlich sind auch die Vertraulichkeit und Verfügbarkeit von Code sicherheitsrelevant, aber hier nur von untergeordneter Bedeutung. Dasselbe gilt für die Versionierung, die zwar innerhalb des Entwicklungsprozesses wichtig ist, aber nicht in Bezug auf die Sicherheit.

Im Rahmen eines einzelnen Projektes scheinen Kennzahlen in Bezug auf diese Aufgaben nicht zweckmäßig zu sein. Sofern aber innerhalb des Unternehmens eine Vielzahl solcher Projekte durchgeführt wird, können Kennzahlen definiert werden, die jeweils die Anzahl oder den Anteil an Projekten angeben, in denen der entsprechende Punkt nicht berücksichtigt wurde.

Im Zusammenhang mit der Sicherheit von Quell- und Programmcodes können außerdem Kennzahlen des *Incident Management* verwendet werden, z. B. die Anzahl von Sicherheitsvorfällen in Folge fehlerhaften Codes.

### 3.3.2 Analyse und Design

Zur Analysephase innerhalb eines Softwareentwicklungsprojektes gehören alle Überlegungen und Festlegungen, die eine generelle Bedeutung für das System haben und nicht auf der Basis technischer Überlegungen erledigt werden können. Aus Sicherheitssicht sind dies:

- Benutzerkreis für die Anwendung: Nur interne Benutzer/Partner des Unternehmens/öffentlicher Zugriff
- Art der von der Anwendung verarbeiteten Daten, speziell im Hinblick auf eine notwendige Klassifizierung der Daten
- Geschäftliche Bedeutung der Anwendung und der verarbeiteten Daten
- Art der Benutzerverwaltung: Registrierung, Rechtevergabe, Sonderrechte, Passwörter
- Bedarf an einer funktionalen Trennung bestimmter Verantwortlichkeiten (Separation of Duties)
- Bedarf an Kommunikationsmechanismen wie elektronische Nachrichten oder externe Zugriffe, die eine Verschlüsselung erfordern

In der Designphase sind die Ergebnisse der Analysephase aufzugreifen und außerdem weitere Punkte zu berücksichtigen, die soweit technischer Natur sind, dass sie für die Analyse nicht relevant waren. Technische Entscheidungen der Designphase betreffen die folgenden Punkte:

- Backup-freundliche Datenspeicherung oder Bereitstellung spezieller Backup-Mechanismen
- Erzeugung von Auditprotokollen (Benutzer-, Administrations- und Fehlerprotokolle) der Anwendung, die Datenschutz-konform gespeichert und ausgewertet werden können. Idealerweise unterstützt die Anwendung die elektronische Auswertung und ggfs. die Anonymisierung oder Pseudonymisierung der Protokolle.
- Sicherheitsmechanismen nach Kapitel 12.2 des ISO 27002: Überprüfung von Ein- und Ausgabedaten, Kontrolle der internen Verarbeitung sowie Gewährleistung der Integrität von Nachrichten.

Alle Sicherheitsanforderungen sind dabei als „sicherheitsrelevant“ zu dokumentieren. Als Kennzahl schlagen wir die Anzahl sicherheitsrelevanter Anforderungen vor. Dies dokumentiert einerseits die Durchführung des Prozesses, andererseits – wenn auch nur sehr grob – den Prozessoutput. Vorteilhaft ist, dass diese Kennzahl als Benchmark dienen kann für den Anteil nicht oder fehlerhaft umgesetzter Sicherheitsanforderungen (vgl. 3.3.4 und 3.3.5). De-

tailliertere Kennzahlen wären außerdem nach Ansicht der Autoren für Managementebenen nicht verständlich.

### 3.3.3 Softwareentwicklung

Getreu des Paradigmas, dass nach sorgfältigen Analyse- und Designphasen in der Entwicklung praktisch keine Freiheitsgrade mehr bestehen, bestehen keine zusätzlichen Sicherheitsanforderungen für die eigentliche Softwareentwicklung.

Da es aber üblich ist, dass einzelne Anforderungen während der Entwicklung aus Gründen von Zeit und Aufwand wieder gekippt oder zumindest zurückgestellt werden, ist es sinnvoll, die Anzahl und den Anteil (in %) der nicht implementierten Sicherheitsanforderungen als Kennzahlen zu verwenden.

### 3.3.4 Test

Grundsätzlich kann sorgfältiges Softwaretesten die Qualität und die Sicherheit von Software massiv erhöhen. Zum allgemeinen Thema „Testing“ wurden aber bereits seit vielen Jahren zahlreiche Arbeiten verfasst ([Myer01], [Somm11]), so dass wir dieses Thema hier nicht allgemein vertiefen wollen.

Die (weiteren) sicherheitsrelevanten Aspekte des Softwaretests entsprechen den Punkten 12.2.1 bis 12.2.4 sowie 12.4.1 bis 12.4.3 und – falls externe Mitarbeiter beteiligt sind – den Punkten 6.2, 10.2 und 12.5.5 des ISO 27002 (vgl. 3.1).

Im Testprozess betrifft dies die folgenden Schritte

Prozessschritte	Mögliche Kennzahlen
Sicherstellen der Zuverlässigkeit und Qualität externer Mitarbeiter (falls zutreffend)	<ul style="list-style-type: none"><li>Anzahl der beteiligten externen Mitarbeiter</li><li>Anteil der nicht bekannten/geprüften Personen</li></ul>
Übernahme der zu testenden Programmmodulen aus der Entwicklungsumgebung und Prüfung, dass die Module unverändert übernommen wurden (Integrität)	<ul style="list-style-type: none"><li>Anteil der ohne Integritätsprüfung übernommenen Module (in %)</li><li>Anteil der fehlgeschlagenen Prüfungen (in %)</li></ul>
Generierung oder Übernahme von Testdaten und Testfällen. Falls hierbei produktive Daten verwendet werden Genehmigung und besonderer Schutz	<ul style="list-style-type: none"><li>Anteil der Testabläufe, bei denen Produktivdaten verwendet wurden (in %)</li><li>davon Anteil ohne Genehmigung oder besonderen Schutz</li></ul>

Durchführung von Sicherheitstests nach 12.2.1 bis 12.2.4 des ISO 27002	<ul style="list-style-type: none"> <li>Anteil von Tests, bei denen auf die Sicherheitstests verzichtet wurde (in %)</li> <li>Anteil von Tests, bei denen die Sicherheitstests fehlgeschlagen sind (in %)</li> <li>Anteil an Sicherheitsanforderungen (vgl. 3.3.3), die nicht verifiziert werden konnten</li> </ul>
Durchführung weiterer funktionaler und nichtfunktionaler Tests (entsprechend dem oben stehenden Absatz nicht im Scope unserer Betrachtungen)	
Behandlung der Testergebnisse und ggfs. unveränderte Weitergabe der getesteten Programmmodulen	Hängt von der konkreten Ausgestaltung des Prozesses ab.

### 3.3.5 Support

Der Sicherheitssupport für in Betrieb genommene Anwendungen hat die Aufgabe, bekanntgewordene Sicherheitslücken möglichst schnell zu schließen, indem Patches bereitgestellt werden, die dann dem ITIL *Prozess Change Management* zur Verfügung gestellt werden, damit sie in die Produktivsysteme eingespielt werden.

Mögliche Kennzahlen hierzu wären

- Bedarf an Patches pro Jahr (absolute Anzahl)
- Anteil an Patches, die nicht in einem vorgegebenen Zeitraum zur Verfügung stehen (in %)
- Anteil an Patches, die im Systemtest oder im Produktivsystem Probleme bereiten (in %)

Weitergehender Support im Sinne der Bereitstellung zusätzlicher Softwarefunktionen stellt keine Sicherheitsaufgabe dar, ist also hier nicht zu betrachten.

### 3.3.6 Projektabschluss

Zum Projektabschluss, der in der klassischen Softwareentwicklung verschiedene interessante Punkte enthält, gehört aus Sicherheitssicht auch

- Das De-Provisioning bzw. die Zurücknahme spezieller Zugangs-, Zutritts- und Zugriffsrechte für interne und externe Mitarbeiter

Wenn die Vergabe der Rechte durchgängig nach einem formalen Prozess durchgeführt wurde, sollte dies auch für die Zurücknahme der Rechte gelten. Innerhalb eines einzelnen Prozesses erscheint eine Kennzahl, die über ein

„wurde durchgeführt/wurde nicht durchgeführt“ hinausgeht, nicht zweckmäßig. Über viele Prozesse eines Unternehmens hinweg ist – analog zu 3.3.1 – eine Kennzahl denkbar, die die Anzahl oder den Anteil der Prozesse ohne explizite Zurücknahme von Rechten angibt.

## 4 Zusammenfassung und Ausblick

Es zeigt sich, dass die Sicherheit von Applikationen auch abseits von großen Anhäufungen technischer Parameter messbar ist, wenn man nicht nur die Hard- und Softwarekomponenten, sondern auch die Qualität der sicherheitsunterstützenden Prozesse ins Auge fasst. Man misst dann nicht mehr nur das Erreichen eines Ziels, sondern auch, wie gut es verfolgt wurde.

Bezüglich einiger IT-Service-Management-Prozesse hat sich ein recht einfaches Muster wiederholt:

- Man misst den Abdeckungsgrad eines sicherheitsrelevanten Prozesses. Die Zielgröße ist 100%.
- Berücksichtigt man bei der Datenerfassung die Sicherheitsrelevanz, erfasst man also z. B. sicherheitsrelevante Störungen oder sicherheitsrelevante SLA-Klauseln separat, so ist es ein Leichtes, gängigen Kennzahlen zur Messung der Prozessqualität ihre Pendants zur Seite zu stellen, die über den Sicherheitsbeitrag des jeweiligen Prozesses Auskunft geben.

Die Autoren sprechen sich dafür aus, prozessorientierte Kennzahlen zur Messung der Sicherheit heranzuziehen. Da das Informationsbedürfnis auf verschiedenen Hierarchieebenen unterschiedlich ist, ersetzen diese aber technische Sicherheitsparameter nicht. Technische Größen behalten ihre Wichtigkeit insbesondere für die Analyse von Einzelfällen und die Erarbeitung technischer Verbesserungsmaßnahmen durch Sicherheitsverantwortliche der IT. Sie eignen sich aber weit schlechter als prozessorientierte Kennzahlen als strategisches Instrument der Unternehmensführung auf den darüber liegenden Hierarchieebenen.

## Literaturverzeichnis

- [BSI08] BSI (Hrsg.): IT-Grundschutz-Kataloge, M 2.193: Aufbau einer geeigneten Organisationsstruktur für Informationssicherheit, <https://www.bsi.bund.de/ContentBSI/grundschatz/kataloge/m/m02/m02193.html>, Abruf am 29.06.2011
- [DINI08a] DIN ISO/IEC 27001: Informationstechnik – IT-Sicherheitsverfahren – Informationssicherheits-Managementsysteme – Anforderungen (ISO/IEC 27001:2005)

- [DINI08b] *DIN ISO/IEC 27002: Informationstechnik – IT-Sicherheitsverfahren – Leitfäden für das Informationssicherheits-Management (ISO/IEC 27002:2005)*
- [Druc94] *P.F. Drucker: Management*, New York, 5. Auflage 1994 (1974)
- [Ebel08] *N. Ebel: ITIL-V3-Basis-Zertifizierung*, Addison-Wesley, München (2008)
- [Funk10] *W. Funk: Rollen für Informationssicherheit in einer Best-Practice-Organisation*, The Bulletin Security Management, BSM Anwender Nr. 202-1.0, [http://www.security-management.de/de/publikationen/20100109\\_BSM\\_Anwender\\_202\\_1.0\\_Rollen\\_Informationssicherheit.pdf](http://www.security-management.de/de/publikationen/20100109_BSM_Anwender_202_1.0_Rollen_Informationssicherheit.pdf), Abruf am 29.06.2011
- [ISO11] *ISO27001 Security*: ISO/IEC 27004, <http://www.iso27001security.com/html/27004.html>, abgerufen am 21.06.2011 (2011)
- [ISOI09] ISO/IEC 27004:2009 Information technology – Security techniques – Information security management – Measurement
- [Jaqu07] *A. Jaquith: Security Metrics – Replacing Fear, Uncertainty, and Doubt*, Addison-Wesley, Amsterdam (2007)
- [Myer01] *G.J. Myers: Methodisches Testen von Programmen*, Oldenbourg, München (2001)
- [OGCa07] OGC (Hrsg.): Service Transition: ITIL, TSO, London (2007)
- [OGCb07] OGC (Hrsg.): Service Design: ITIL, TSO, London (2007)
- [OGCc07] OGC (Hrsg.): Service Operation: ITIL, TSO, London (2007)
- [RoSc09] *Schimpf, G., Röckle, H.: Security Reporting in großen Unternehmen*, in: Horster, P./Schartner, P. (Hrsg.) D.A.CH Security 2009, syssec(2009) S. 240-252
- [Somm11] *Sommerville, I.: Software Engineering*, Boston, Pearson (2011)

### **Kontakt: Prof. Dr. Haio Röckle**

Fachhochschule Ludwigshafen am Rhein – Hochschule für Wirtschaft,  
Ernst-Boehe-Straße 4, 67059 Ludwigshafen  
Tel. 0621 5203-227, [haio.roeckle@fh-ludwigshafen.de](mailto:haio.roeckle@fh-ludwigshafen.de)

### **Kontakt: Prof. Dr. Carsten Dorrhauer**

Fachhochschule Ludwigshafen am Rhein – Hochschule für Wirtschaft,  
Ernst-Boehe-Straße 4, 67059 Ludwigshafen  
Tel. 0621 5203-330, [dorrhauer@fh-ludwigshafen.de](mailto:dorrhauer@fh-ludwigshafen.de)

# Wie komme ich an eine zukunftsfähige IT-Landschaft?

*Elvira Kuhn*

## 1 Einleitung

Die Überlebensfrage eines Unternehmens hängt stark von seiner IT-Landschaft ab. Wachsender Leistungsdruck und zunehmende Anforderungen an die IT Lösungen zwingen häufig die Entscheider zu ad hoc Lösungen, die die IT Landschaft unübersichtlich und im schlimmsten Fall nicht mehr administrierbar gestalten, so dass man sich außerhalb des Unternehmens Unterstützung holen muss. Dies ist kostenintensiv und zudem wird durch Insellösungen hochqualifiziertes Personal für Software Maintenance gebunden. Um auf diese Anforderungen reagieren zu können, bedarf es eines skalierbaren modernen Systemdesigns. Dies bedeutet, dass die Entwicklung der Architektur vorhandener IT, sowie die Dokumentation und Weiterentwicklung dieser Architektur nach gesicherten Methoden erfolgen soll.

Deshalb werden Methoden und Standards zur Konzeptionalisierung einer skalierbaren, wartungsfreundlichen, agilen und bedienungsfähigen Architektur vorgestellt. Dazu gehören die

- Behandlungen der Schnittstellenproblematik von Applikationen,
- der Kommunikationsproblematiken zwischen Nutzern, Applikationen und Systemen,
- der Integrationsproblematiken neuer Hard. und Software,
- der Dokumentation von architektonischen Gegebenheiten,
- der Qualitätsansprüche an eine Architektur sowie
- der systematischen Vorgehensweise bei der Erstellung und Weiterentwicklung einer zielgerichteten IT Landschaft.

Ausgangsbasis der Diskussion ist das n-Schichtenmodell und die Zuordnung von gängigen Services zu den einzelnen Schichten. Verschiedene Architekturen werden mit ihren jeweiligen Schwerpunkten vorgestellt und in einem Bewertungsschema hinsichtlich Zukunftsfähigkeit miteinander verglichen. Außerdem wird die Aussagefähigkeit der Darstellungsmöglichkeiten verschiedener architektonischer Gegebenheiten untersucht und SysML gegenübergestellt.

Die forschungsführende Fragestellung lautet damit: Welche architektonischen Fragen für Softwaresysteme müssen gestellt und beantwortet werden, um eine administrierbare Gestaltung der vorhandenen IT-Landschaft zu erhalten?

## 2 Ausgangsbasis

Zunächst stellen wir uns die Frage, wofür ein Unternehmen seine IT benötigt. IT wird zur Unterstützung der Produkte von Entwicklung bis Vertrieb, intern zur Unterstützung der Prozesse oder auch zur Kommunikation nach innen und außen eingesetzt. Änderungen im IT-Bereich haben somit nicht nur Auswirkungen auf die Hard- und Software, sondern ziehen auch Änderungen an der Organisation nach sich. Die Organisation betrifft auch die IT-Architektur selbst, denn hier sind die Vorgehensweisen und Kriterien zur Entwicklung der Architektur von besonderem Interesse.

Wie eingangs erwähnt sollen Dokumentation und Weiterentwicklung von IT-Architekturen nach gesicherten Methoden und Standards erfolgen. Unter IT-Architektur verstehen wir dabei die „*grundlegende Organisation* eines Systems, verkörpert durch seine Komponenten und deren Interaktionspfade nach innen und außen“ [SCHA10, S. 98]. Der Standard IEEE 1471 – 2000 weist auf das Zerlegungsprinzip eines Gesamtsystems in einzelne Elemente hin. Diese Elemente müssen einheitlich benannt sein. Die Architektur des Gesamtsystems wird wesentlich durch Qualitätskriterien bestimmt. Wir wollen hier die Dokumentation der Architektur durch die Standards UML und SYSML näher betrachten, weisen aber auf die Möglichkeit der Visualisierung durch Fundamental Modeling Concepts (FMC) hin. Der Arbeitskreis Unternehmensarchitektur der GI-Fachgruppe Software Architektur hat sich zum Ziel gesetzt, Anwendungslandschaften serviceorientiert zu gestalten. Dabei steht die Verwaltung von Anwendungen im Fokus. ISO-Standard 15704 formuliert allgemeine Anforderungen an die Unternehmensarchitektur. Es gibt sehr viele spezielle Referenzmodelle für einen bestimmten Bereich, beispielsweise für Bibliotheken, Webseiten etc. Wir wollen uns in diesem Artikel auf die allgemeine Konstruktion einer Anwendungslandschaft beschränken und legen dabei das bekannte n-Schichten-Modell zu Grunde.

### ***n-Schichten-Modell***

Beim n-Schichten Modell handelt es sich um den Standard für eine zukunfts-fähige Architektur überhaupt. Der Wartungsfreundlichkeit wird schon in der Einteilung der Schichten Datenebene, logische Ebene und Benutzerebene sowie den Zugriffsschichten Rechnung getragen. Wir wollen diese Schichten im Folgenden näher unter verschiedenen Blickwinkeln betrachten, um dann die Voraussetzungen zur Skalierbarkeit, Agilität und Bedienungsfreundlichkeit herauszuarbeiten. Tabelle 1 zeigt die genannten Problemkreise im Zusammenhang zu diesen Qualitätsansprüchen.

Problemkreise	Qualitätsansprüche
Behandlungen der Schnittstellenproblematik von Applikationen,	Skalierbar, Methodik
Kommunikationsproblematiken zwischen Nutzern, Applikationen und Systemen,	bedienungsfreundlich, einheitliche Richtlinien, Einhaltung von Standards
Integrationsproblematik neuer Hard. und Software,	integrierbar, Methodik
Dokumentation von architektonischen Gegebenheiten,	wartbar, Vorgehensmodell, Methodik
Qualitätsansprüche an eine Architektur	bedienungsfreundlich, einheitliche Richtlinien, Einhaltung von Standards, skalierbar, integrierbar, wartbar, Entwicklung mittels eines Vorgehensmodells
systematische Vorgehensweise bei der Erstellung und Weiterentwicklung einer zielgerichteten IT Landschaft.	Vorgehensmodell, wartbar, agil

Tabelle 1: Untersuchungsproblematik im Zusammenhang zu Qualitätsansprüchen

Um eine Architektur entwickeln zu können, benötigen wir eine bestimmte Vorgehensweise. Dazu gehört der Blickwinkel oder Sicht unter dem/der die Architektur beschrieben wird. Nach IEEE 1471 werden die Sichten 1 zu 1 den Standpunkten von Stakeholdern zugeordnet und bilden deren Interesse ab. Wir konzentrieren uns auf die Erweiterbarkeit der Architektur und nennen damit unsere höchst priorisierten Qualitätsmerkmale Skalierbarkeit, Änderbarkeit, Integrationsfähigkeit und Wartbarkeit sowie Benutzerfreundlichkeit. Unter Skalierbarkeit wird dabei die Fähigkeit verstanden, sich an neue Gegebenheiten anzupassen, während die Änderbarkeit sich darauf bezieht, diese Fähigkeit der Anpassung schnell und einfach durchführen zu lassen. Die Integrationsfähigkeit beschreibt die Anpassung oder das Einbringen von Produkten in eine vorhandene Anwendungslandschaft, während die Wartbarkeit dafür Sorge trägt, die in Betrieb genommene Anwendungslandschaft bei Problemen auf einfache Art und Weise (schnell wieder) lauffähig zu halten. Die Benutzerfreundlichkeit schließlich ist das Maß, schnell und einfach das System bedienen zu können, auch wenn man sensorisch und motorisch eingeschränkt ist oder das System nicht kennt oder falsch benutzt.

### 3 Agile Unternehmen müssen innovativ sein

Abweichend von vorhandenen Möglichkeiten sollen durch Innovation neue Möglichkeiten geschaffen werden. Angeregt durch die Abhandlung von Swink [SWIN00] wird die Innovation im Unternehmen selbst bewertet. Einen innovativen Prozess muss eine IT begleiten können [BIAL06]. Dabei können die in Tabelle 2. aufgelisteten Änderungsmöglichkeiten auftreten. Die Eigenschaften, die im konkreten Ausprägungsfall gefordert werden, sind in den jeweiligen Zellen aufgelistet. Das Attribut neu bedeutet dabei eine völlig neu am Markt befindliche Technologie oder Methodik, beim Attribut existent kann es sich um eine Versions- oder Releaseänderung von Komponenten der Architektur handeln.

Änderungs-möglichkeiten		Vorgehensweisen		Hardware		Software	
		neu	existent	neu	existent	neu	existent
Vorge-hens-weisen	neu	Radikaler Schnitt	gleiche Architektur (A)	neue A.	neue A.	neue A.	neue A.
	existent	neue A.	gleiche A.	skalierbar	gleiche A.		
Hard-ware	neu	neue A.	skalierbar	skalierbar	skalierbar	integrierbar	integrierbar
	existent	neue A.	gleiche A., wartbar	skalierbar	wartbar	integrierbar	skalierbar
Soft-ware	neu	neue A.	integrierbar	wartbar	wartbar	integrierbar	wartbar
	existent	neue A.	wartbar	wartbar	wartbar	wartbar	wartbar

Tabelle 2: Auswirkungen von Änderungen auf die Architektur oder geforderte Qualität der Architektur

Aber nicht nur die Änderungen am Vorgehensmodell sowie an den eingesetzten Technologien wie Hard- und Software sondern auch der Grad der Innovation durch deren Einsatz stellt mehr oder weniger stark Anforderungen an die Qualität. Wir betrachten dies aus Sicht von Unternehmen als Nutzer, nicht aus der Sicht der Software- oder Hardware-Hersteller und bewerten den Grad der Innovation durch die Erfahrungen die mit diesen Technologien schon gemacht wurden.

		Technologische Marktneuheit	Erfahrung mit Vorgehensweise	
Anforderungen	nein	ja	Keine	hohe
Bedienbarkeit	XX	XX	0	0
Schulungsaufwand	X	X	X	0
Organisatorische Maßnahmen	0	XX	X	0
Verhaltensweisen anpassen	0	X	XX	0
Technologie anpassen	X	XX	X	X
Software anpassen	X	X	X	X
Qualitätsmerkmale überarbeiten	0	X	XX	0
Spezialisten – Einsatz notwendig	0	XX	XX	0
Schnelligkeit	0	X	0	X
Zufriedenheit	XX	XX	XX	XX

Tabelle 3: Anforderungen aus Sicht von Unternehmen als Nutzer

Legende: ++ sehr wichtig, + wichtig, 0 nicht relevant

Tabelle 3 zeigt wie wichtig die Qualitätsmerkmale Zufriedenheit und Bedienbarkeit im Zusammenhang mit Neuerungen sind. Dabei stellt sich die Frage, wann denn eine bestehende Architektur noch änderbar ist und wann denn eine neue Architektur gebaut werden muss.

#### 4 Wann benötigt man eine neue Architektur?

Dies ist sicherlich dann der Fall, wenn die bisherigen Vorgehensweisen und Regeln nicht mehr gelten können. Betrachten wir dazu eine Auswahl von Standards zu architektonischen Fragestellungen in ihrer Historie, Dimension und Untersuchungsgegenstand.

Jahr	Bezeichnung	Dimension	Untersuchungs- gegenstand
1945	Referenzmodelle/ konzeptionelle Frameworks	Spezielle Beschreibung für eine Branche oder Sachverhalt	Wiederverwendbarkeit bestimmter Sachverhalte
1999	ISO 15704 / ISO TC 184/SC5/ WG1 [GERA11]	Modellierung von Unter- nehmen	Methodologie, Anforde- rungen an eine Unter- nehmensarchitektur (ersetzt CIMOSA), Tools zur Simulation

Jahr	Bezeichnung	Dimension	Untersuchungsgegenstand
2000	IEEE 1471/ ISO/IEC 42010 (2007)	Softwarearchitektur	IEEE 1061 (1992): SW-Metrik, COCOO; C.R.A.P. (2007), Vorgehensmodell, Planung, Zielsystem, AD = Architekturbeschreibung
2000	n-Schichtenmodell	Vereinfachung von Komplexität	Wartung, Integration, Skalierbarkeit, Bedienbarkeit, Sicherheit
2002	ISO 16100	Softwareeigenschaften, Framework	Interoperabilität
2003	ISO 15745	Rahmenwerk für Geräteparameter und Anwenderinterface	Integration, Schnittstellenproblematik
2010	Architekturwürfel	Perspektiven, Standpunkte, Abstraktionsebenen	Entwicklung komplexer Systemlandschaften,
2011	ISO 22400-2	Manufacturing Execution System	Kennzahlen (messen), zu verwendende Standards, Management, Organisaton
Wann?	fehlt	Einfluss der Kommunikationsstruktur, Kommunikationsstrategien	Wie beeinflusst die interne und externe Kommunikation die Architektur

Tabelle 4: Auflistung der verschiedenen Dimensionen in Bezug auf Untersuchungsgegenstände

Wir sehen, dass sich die Untersuchungsgegenstände verändert haben, ausgehend von Zeit- und Kostenersparnis aus dem Blickwinkel der Wiederverwendbarkeit über eine Architekturbeschreibung bis hin zu Organisatorischen Fragestellungen und Kennzahlen. Unter einer Architekturbeschreibung wird dabei eine Sammlung von Produkten verstanden, um eine Architektur zu dokumentieren. [HILL00]. Zu erwarten ist, dass der Einfluss der Kommunikationsstruktur und Kommunikationsstrategien auch Gegenstand der Gesamtarchitektur wird, da dies Verhaltensweisen ändert und weitere Elemente in allen Schichten des Architekturenmodells abstrakt betrachtet werden können.

### **Prinzipien**

Die separierte Betrachtung von einzelnen Elementen erfordert eine erhöhte Abstraktion zur Reduktion von Komplexität. Module und Komponenten sind

nach dem Geheimnisprinzip zu entwickeln, um die Handhabung im Zusammenspiel möglichst einfach zu halten und eine lose Kopplung zu erzielen, so dass nach dem Lego-Prinzip Teile ausgewechselt werden können. Die Modularität vereinfacht die Konsistenz und erhöht die Veränderbarkeit.

Wir betrachten nun die einzelnen Schichten in Bezug auf ihre Veränderung und Dokumentationsmöglichkeiten. Auf die allgemeinen Dokumentationsrichtlinien für Texte und Phasen verweisen wir hier auf [BALZ96] und gehen im folgenden speziell auf UML und SysML ein.

### **Präsentationsschicht**

Schnittstellenminimierung führt nicht unbedingt zu der auch in dieser Schicht geforderten Entkoppelung der Datenhaltung. Datenbankhersteller erlauben mit einfachen Werkzeugen den direkten Zugriff auf die Datenbank. Die Präsentationsschicht darf nur die nächst darunterliegende Schicht kennen. Das ist die Zugriffsschicht zur Logikschicht.

Früher wurden in den Transaktionsmonitoren (beispielsweise CICS) die der nächsten Transaktion zu übergebenden Daten einfach versteckt, der Benutzer konnte diese Daten nicht sehen. Im Datenmodell wurde dies bislang jedoch nicht dokumentiert. Heute wird gerade diese Schicht durch mobile, visuelle, akustische und haptische Ein- und Ausgabetechniken rasant weiterentwickelt. Somit muss die Präsentationsschicht adaptiv und interaktiv sein. In ihr werden Informationen angezeigt, bearbeitet und versendet.

Was muss nun dokumentiert sein? Hier wird in Konzeptionelle Dokumente, Darstellung der Ausführung und Implementierungsdokumente unterschieden. Zunächst müssen die Begriffe der fachlichen Domäne in einem Thesauri hinterlegt sein, diese Begriffe müssen einheitlich strukturiert aufgebaut sein. Mit UML Zustandsdiagrammen können die Übergänge der einzelnen Fenster gut dokumentiert werden, während ein Sequenzdiagramm die beteiligten Rollen zur Ausführungszeit gut darstellt. In Kommunikationsdiagrammen kann dann der Verlauf genauer gezeichnet werden.

SysML erweitert die Darstellung des Verhaltens durch ein internes Blockdiagramm.

### **Logikschicht**

Zur Erhöhung der Variabilität wurde die Aspektseparierung (AOP oder SOC Separation of Concern) eingeführt. Die Einheiten, die sich in dieser Schicht befinden, sollen in sich geschlossen sein und mit wenigen und bekannten Schnittstellen nach außen (Black-Box). Sie sollen miteinander kombinierbar sein und mnemotechnische Bezeichnungen besitzen. Grundsätzlich werden technische Belange und funktionale Belange getrennt betrachtet. Um die jeweilige Kombination zu verstehen, werden Klassen zu Pakete, Pakete zu Systemen in der Konzeptionsphase zusammengesetzt und als solche dokumentiert.

In [ZUES01] ist ein Verteilungsmodell zu finden, in dem das DV-System als verteiltes Softwaresystem mit logischen Knoten (bzw. physisch verteilten Systemeinheiten) beschrieben wird und festgelegt wird, welche Architekturbestandteile auf welche Einheiten verteilt werden und welche Kommunikationskanäle genutzt werden.

Als Vorgehensweise zur Modellierung der Einheiten wird die Erweiterung der organisatorischen Sicht um alle Unternehmenstheorien – diese sind: Volkswirtschaft, Marktforschung, Wirtschaftsingenieurwesen, Steuerrecht, Rechtswissenschaften, Verhaltenswissenschaft, Systemtheorie – [WAHR83] auf das Unternehmen empfohlen und eine separierte Modellbildung von Prozessen und Maßnahmen auf Grund von Änderungen an Einfluss- oder Erfolgsgrößen durchzuführen. Eine ausführliche Herleitung dieses Kuhn'schen Verfahrens findet sich in [KUHN01]

Die Logikschicht muss den Anforderungen des modularen Aufbaus und der Verteilung genügen, um die Integration von Information zu unterstützen, neue modulare Komponenten jederzeit aufzunehmen und auch die Archivierung zu unterstützen. Die benötigten Dienste sind anwendungsnahe. Die Logik beinhaltet auch die Transaktionssemantik. Diese schlägt sich in der Dokumentation als USE CASE mit USE CASE-Spezifikation nieder und erhält die Zuordnung zu Akteuren, die bei der Implementierung durch Vererbung weiter verfeinert werden. Die Zusammenhänge der einzelnen Pakete und deren Schnittstellen werden in einem Komponentendiagramm dargestellt, wobei auch die innere Struktur abbildbar ist. Im Verteilungsdiagramm werden alle Bibliotheken, Dateien, ausführbare Programme, und Dokumente dargestellt. Die zur Ausführungszeit gleichzeitig aktivierbare Pakete lassen sich in einem erweiterten Aktivitätendiagramm (Ähnlich Petrinetz) inklusive Kontrollelementen, Bedingungen und Eingangsparameter darstellen.

### ***Zugriffsschicht zwischen Präsentationsschicht und Logikschicht***

Um mit einer logischen Einheit zu kommunizieren muss die Verbindung zu dieser Einheit aufgebaut werden. Die adressierte Einheit muss möglicherweise andere Einheiten aufrufen, um die Anforderung zu bewerkstelligen. Dies wird je nach Technik mittels Webservices, XML-Struktur oder die Middleware CORBA, RMI, DCOM als enge Koppung zur synchronen Kommunikation und stark strukturierte Datenaustauschformaten realisiert. Eine lose: asynchrone Kommunikation mit semistrukturierten oder unstrukturierten Datenaustauschformaten erfolgt beispielsweise durch Messaging.

Der Verteilungsgrad der Software hat hierbei ebenfalls eine wichtige Bedeutung, so muss möglicherweise eine Allokierung von Adressräumen stattfinden, wenn die Software den gleichen Adressraum benötigt. Der Verteilungsgrad erfolgt entweder durch zentrale Server, die robust, sicher, wartungsfreundlich

sind oder durch verteilte Server, die die Skalierbarkeit und Flexibilität unterstützen. Meldungsorientierte Architekturen setzen zum Entkoppeln von zeitlich einzuhaltenen Reihenfolgen der Aufrufe Warteschlagen ein [SCHA10, S.120]. Über Eventhandler werden Behandlungen von System- oder Anwendungseignissen behandelt.

Durch die Dialogsteuerung wird das Reagieren auf interaktive Eingaben des Benutzers (Events) ermöglicht und erlaubt damit nach [ZUES01], die Realisierung einer *zustandsbehafteten* Session-Semantik für eine Folge von Benutzerinteraktionen“. Dies kann unter Nutzung von Web- und Applikationsservern erfolgen, teilweise nach dem Check eines Firewalls.

Wichtig ist die Dokumentation wo was abliegt, dies wird durch das Diagramm... erreicht. Zur Laufzeit benötigte Services lassen sich explizit durch den „Lolli“ an einer Komponenten, die diesen Service zur Verfügung stellt, bezeichnen. In einem Block werden benötigte und bereitgestellte Schnittstellen niedergeschrieben, sowie die Bedingungen unter denen diese zu aktivieren sind. In einer Blockhierarchie findet sich dann die Komposition und Verbindung der Blöcke. Weiterhin wird zwischen Fluss-, Flow und Standard-Ports unterschieden und die zur Nutzung benötigten Services und Interfaces können nun einheitlich dokumentiert werden. Mit Hilfe des Anforderungsdiagramms kann die Erfüllbarkeit aller Anforderungen mittels des Identifizierens aller betroffenen Elemente überprüft werden. Da zum Auffinden von Sachverhalten die Modellstruktur wichtig ist, wurde auch hierfür extra eine Darstellung geschaffen.

### **Datenhaltungsschicht**

Hier wurde schon sehr früh mit dem Prinzip des Information Hiding begonnen und über Schnittstellen die Daten zugänglich gemacht. Es wurde und wird in öffentlichen und privaten Daten unterschieden, die Zugänglichkeit und Datensicherheit zu gewährleisten. Die Aufgabe ist es auch, die Konsistenz der Daten zu sichern. Die Datenhaltungsschicht gewährleistet zudem, dass die Daten dauerhaft abgespeichert, atomar und isoliert behandelt werden.

Die wesentliche Anforderung ist die Realisierung des Zugriffs auf weltweit verteilte Informationen und damit auf eine heterogene, verteilte Datenhaltung.

Mit dem in SysML neuem Zusicherungsdiagramm können die Gesetzmäßigkeiten und Zusicherungen zwischen verschiedenen Blöcken modelliert werden.

### **Zugriffsschicht zwischen Logikschicht und Datenschicht**

Um auf alle Datenbanken von einer logischen Einheit aus zugreifen zu können, bedarf es eines Mediators, der in die Zusicherungen kennt und die Integritätsbedingungen einhält. Er versorgt die über der Datenschicht vorgelager-

ten Wrappern mit semantisch angeglichenen Daten und löst Events auf. Damit wird die Heterogenität von Datenmodell – oder Protokollen überwunden. In einem Komponentendiagramm kann in den Konnektoren die Kommunikationsart illustriert werden.

Wie wir sehen, schlägt sich in der Dokumentation die Verbindungsbeschreibung zwischen den einzelnen Elementen einer jeden Sicht nieder. Ebenso sehen wir, dass je intensiver das Unternehmen mit anderen Unternehmen kooperiert, es mit Webservices die Verbindungen der Komponenten vornehmen wird. Die Organisationsform des Unternehmens selbst schlägt sich ebenso in der Architektur nieder (hierarchisch – gemeinsamer Adressraum bis virtuelle Unternehmen – auf Middleware basierende Technologie notwendig), wie auch die Qualitätsanforderung und den Wunsch nach Agilität.

## 5 Fazit

Wenn sowohl Dokumentation und als auch die Weiterentwicklung einer Architektur nach gesicherten Methoden erfolgt, so kann die Agilität eines Unternehmens auch mit seiner IT unterstützt werden. Dazu gehören ebenso die Einheitliche Verwendung von Namen und Bezeichnungen wie auch die Einbeziehung von Frameworks. Frameworks erleichtern die Weiterentwicklung von Unternehmensarchitekturen, wobei das Zachmann-Framework wohl das bekannteste sein dürfte.

Da immer auch die Organisation betroffen ist, sollte diese in der Architektur mit einbezogen sein. Im SOM (Semantisches Objektmodell) wurde dies schon längst erkannt und in einer Art Pyramide verankert. Die alleinige Betrachtung auf ein organisatorisches Problemfeld genügt nicht, wie dies beispielsweise in ARIS vorgesehen ist. Weitere Aspekte müssen in den Fokus gerückt werden [Kuhn01].

Das Vorgehensmodell zur Entwicklung einer Architektur setzt ein Abstrahieren des Gesamtkomplexes voraus und soll die Qualität und Verfügbarkeit gewährleisten. Dazu sind Konzepte, Techniken und Werkzeuge einzusetzen, die vor allem auch Webanwendungen unterstützen. Zur Konstruktion wird dann die Aspektseparierung wie ARIS oder Kuhn'sche Verfahren, Methoden wie UML, Phasenkonzepte wie V-Modell und zur Teamentwicklung Workgroupwerkzeuge eingesetzt.

Die Ausrichtung muss auf jeden Fall an den Geschäftszielen erfolgen und ein Vorgehensmodell beinhalten. Denn es gilt: *ein Unternehmen ohne Plan ist wie ein Schiff ohne Steuer.*

## Literatur

- [BALZ96] *Helmut Balzert*, Software Technology, Volume I, and Business Modelling, Volume II. Spektrum Akademischer Verlag, 1996.
- [BIAL06] *Anna M. Bialk*, Die Messung des Innovationsgrades von Dienstleistungen, Verlag Dr. Kovac, Hamburg 2006.
- [GABE03] *Roland Gabriel, Dirk Beier*, Informationsmanagement in Organisationen, Verlag Kohlhammer, 2003, ISBN 3-17-017250-1
- [GERA11] <http://www.mel.nist.gov/sc5wg1/gera-std/15704fds.htm>, Abrufdatum 30.06.2011
- [HANS97] *H.R. Hansen*, Arbeitsbuch Wirtschaftsinformatik, Lexikon, Aufgaben und Lösungen, 5. Auflage, S.116.ff, S.1047 ff., Fink-Verlag, München 1997
- [HILL00] <http://www.enterprise-architecture.info/Images/Documents/IEEE%201471-2000.pdf>, Erstellungsjahr 2000, Abrufdatum 30.06.2011
- [KUHN01] Gestaltungsrahmen zur Workflowunterstützung umfeldinduzierter Ausnahmesituationen in robusten Unternehmen, Elvira Kuhn. Aka Verlag, Berlin 2001.
- [SCHA10] *Werner Schäfer*, Softwareentwicklung, Einstieg für Anspruchsvolle; Addison Wesley, München 2010.
- [SWIN00] *M. Swink*, Technological Innovativeness as a Moderator of New Product Design Integration and Top Management Support, in Journal of Product Innovation Management, 2000, Nr. 17, S. 208 ff.
- [WAHR83] *G. Währing*, Brockhaus, deutsches Wörterbuch, Schlagwort: Unternehmenstheorien, FA. Brockhaus, Wiesbaden 1983
- [ZUES01] *Ralf Zühsdorff, Dr. Martin Eschenauer*, ExperTeam-White-Paper: Geschäftsprozessorientiertes Architekturmodell, Stand: 19.03.2001

## Kontakt: Prof. Dr. Elvira Kuhn

Fachhochschule Trier, FB Wirtschaft, Wirtschaftsinformatik und Organisation  
Graf Reginarstr. 33, 54294 Trier  
Tel. 0651 8103-382, e.kuhn@fh-trier.de, elvykuhn@aol.com

# Autoren

## Prof. Dr. Thomas Barton

Fachhochschule Worms  
Erenburgerstr. 19, 67549 Worms  
Tel. 06241 509-253, barton@fh-worms.de

## Dr. Christoph Bedau

PBS Software GmbH  
Schwanheimer Straße 144A, 64625 Bensheim  
Tel. 06251 174-0  
christoph.bedau@pbs-software.com

## Dr. Jörg Breidbach

OptWare GmbH  
Ladehofstr. 30, 93049 Regensburg  
Tel. 0941 568169-0, joerg.breidbach@optware.de

## Prof. Dr. Carsten Dorrhauer

Fachhochschule Ludwigshafen am Rhein –  
Hochschule für Wirtschaft  
Ernst-Boehe-Straße 4, 67059 Ludwigshafen  
Tel. 0621 5203-330  
dorrhauer@fh-ludwigshafen.de

## Prof. Dr.-Ing. Burkhard Erdlenbruch

Hochschule Augsburg, Fakultät für Informatik  
An der Hochschule 1, 86161 Augsburg  
Tel. 0821 5586-3326  
burkhard.erdlenbruch@hs-augsburg.de

## Prof. Dr.-Ing. Frank Herrmann

Hochschule Regensburg, Innovationszentrum für  
Produktionslogistik und Fabrikplanung (IPF)  
Postfach 120327, 93025 Regensburg  
Tel. 0941 943-1307  
frank.herrmann@hs-regensburg.de

## Dr. Thomas Hußlein

OptWare GmbH,  
Ladehofstr. 30, 93049 Regensburg  
Tel. 0941 568169-0, thomas.hußlein@optware.de

## Sebastian Kaul

Provadis School of International Management  
and Technology AG,  
Fachbereich für Wirtschaftsinformatik  
Industriepark Höchst, Geb. B845,  
65926 Frankfurt am Main  
Tel. 069305 13278  
sebastian.kaul@provadis-hochschule.de

## Prof. Dr. Norbert Ketterer

Hochschule Fulda,  
Fachbereich Angewandte Informatik  
Marquardstraße 35, 36039 Fulda,  
Tel. 0661 9640-323  
norbert.ketterer@informatik.hs-fulda.de

## Prof. Dr. Elvira Kuhn

Fachhochschule Trier, FB Wirtschaft,  
Wirtschaftsinformatik und Organisation  
Graf Reginarstr. 33, 54294 Trier  
Tel. 0651 8103-382  
e.kuhn@fh-trier.de, elvykuhn@aol.com

## Alexander Lawall

Hochschule Hof, Alfons-Goppel-Platz 1, 95028 Hof  
Tel. 09281 409-4950  
alexander.lawall@hof-university.de

## Dr. Jörg Löw

PBS Software GmbH  
Schwanheimer Straße 144A, 64625 Bensheim  
Tel. 06251 174-0, joerg.loew@pbs-software.com

## Dr. Vera G. Meister

UniVera Wissensdienstleistungen  
Neukircher Str. 13, 01920 Haselbachtal  
Tel. 03578 301524, info@univera.de

## Dominik Reichelt

Hochschule Hof, Alfons-Goppel-Platz 1, 95028 Hof  
Tel. 09281 409-4950  
dominik.reichelt@hof-university.de

## Prof. Dr. Haio Röckle

Fachhochschule Ludwigshafen am Rhein –  
Hochschule für Wirtschaft  
Ernst-Boehe-Straße 4, 67059 Ludwigshafen  
Tel. 0621 5203-227,  
haio.roeckle@fh-ludwigshafen.de

## Prof. Dr. Thomas Schaller

Hochschule Hof, Alfons-Goppel-Platz 1, 95028 Hof  
Tel. 09281 409-4950  
thomas.schaller@hof-university.de

## Prof. Dr. Carlo Simon

Provadis School of International Management  
and Technology AG,  
Fachbereich für Wirtschaftsinformatik  
Industriepark Höchst, Geb. B845,  
65926 Frankfurt am Main  
Tel. 069305 13278  
carlo.simon@provadis-hochschule.de

## Prof. Dr. Detlev Steinbinder

Fachhochschule Worms  
Erenburgerstraße 19, 67549 Worms  
Tel. 06241 509-271, steinbinder@fh-worms.de

## Dr. Peter Vieten

Applides GmbH, Betzenweg 62, 81247 München  
Tel. 089 85631127, peter.vieten@applides.com