

Peter Mertens

Integrierte Informationsverarbeitung 1

Peter Mertens

# **Integrierte Informationsverarbeitung 1**

Operative Systeme in der Industrie

16., überarbeitete Auflage



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

**Prof. Dr. Dr. h.c. mult. Peter Mertens** arbeitet als emeritierter Professor am Lehrstuhl Wirtschaftsinformatik I der Universität Erlangen-Nürnberg.

1. Auflage 1969

.

14. Auflage 2004

15. Auflage 2005

16. Auflage 2007

SAP R/2, R/3, R/3-PP (Production Planning), SAP APO, mySAP und weitere im Text erwähnte SAP-Produkte und -Dienstleistungen sind Warenzeichen oder eingetragene Warenzeichen der SAP Aktiengesellschaft Systeme, Anwendungen, Produkte in der Datenverarbeitung, Neurottstraße 16, D-69190 Walldorf. Die SAP AG ist nicht Herausgeberin des vorliegenden Titels oder sonst dafür presserechtlich verantwortlich.

Alle Rechte vorbehalten

© Betriebswirtschaftlicher Verlag Dr. Th. Gabler | GWV Fachverlage GmbH, Wiesbaden 2007

Lektorat: Jutta Hauser-Fahr | Renate Schilling

Der Gabler Verlag ist ein Unternehmen von Springer Science+Business Media.  
[www.gabler.de](http://www.gabler.de)



Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Verlags unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Umschlaggestaltung: Ulrike Weigel, [www.CorporateDesignGroup.de](http://www.CorporateDesignGroup.de)

Druck und buchbinderische Verarbeitung: MercedesDruck, Berlin

Gedruckt auf säurefreiem und chlорfrei gebleichtem Papier

Printed in Germany

ISBN 978-3-8349-0626-7

## **Vorwort zur 16. Auflage**

Kurz nach Erscheinen der 15. Auflage musste die Arbeit an der 16. Auflage beginnen. Es wurden daher nicht alle der rund 70, 2005 auf Aktualität kontrollierten, praktischen Beispiele erneut überprüft. Jedoch habe ich zulasten einiger älterer Beispiele jüngere eingefügt. Sie betreffen unter anderem die so genannte Digitale Fabrik, die Produktkonfiguration, den Einsatz von Funksensorik (vor allem RFID), die Rückverfolgung von Störungen in Liefernetzen, Problem-Management-Systeme und das Anlagenmanagement.

Im theoretischen Teil wurden unter anderem Passagen über ereignisorientierte Integration („Real-time-business“), Serviceorientierung, rechnergestützte Konstruktion (z. B. „Design for X“), Selbstkonfiguration und Selbstkonstruktion durch Kunden sowie Ersatzteilwesen in Liefernetzen modifiziert und aktualisiert.

Durch zahlreiche zusätzliche Literaturangaben soll es vor allem Studierenden erleichtert werden, den Stoff – etwa im Zuge ihrer Diplomarbeit – selektiv zu vertiefen.

Für besondere Hinweise danke ich Frau Professor Dr. Kathrin Mösllein, Universität Erlangen-Nürnberg, und den Herren Michael Durst, Universität Erlangen-Nürnberg, Professor Dr. Elgar Fleisch, ETH Zürich/Universität St. Gallen, Dr. Jörg Michael Friedrich, Robert Bosch GmbH, Dr. Thomas Kaufmann, Leoni AG, Dr. Mathias Kretzschmar, MAN AG, Holger Niemann, Dr. Städler Transport Consulting GmbH & Co KG, Dr. Momme Stürken, Schaeffler KG, und Dr. Thomas Wedel, IBM Deutschland GmbH.

Frau Dr. Dina Barbian und Frau Marga Stein haben mich bei der Recherche im Internet und bei den schwierigen technischen Arbeiten tatkräftig unterstützt.

Peter Mertens

## Aus dem Vorwort zur 15. Auflage

Beim Übergang zur 15. Auflage wurden wie stets die rund 100 praktischen Beispiele auf Aktualität überprüft. Es zeigte sich dabei, dass einerseits auch kühnere Lösungen einen erstaunlichen Reifegrad erreicht haben; andererseits sind einige elegante, individuelle Systeme leider dem Trend zur Standardsoftware zum Opfer gefallen.

Wir sehen uns mit einer Fülle neuer Anwendungssysteme in allen Bereichen des Industriebetriebes konfrontiert, z. B. Characteristic Based Forecasting, Digitale Fabrik, Personalanwerbung und -einstellung, Production Data Structure, Risikomanagementportal, Vertragsmanagement, Web Services, wissensbasierte Bearbeitung von Lieferantenrechnungen etc. Diese konnten in die Grundkonzeption des Buches ohne Schwierigkeiten eingefügt werden. Die Formen der integrierten Informationsverarbeitung differenziert man in Wissenschaft und Praxis immer stärker aus. Das Gleiche gilt für die Architekturen (z. B. Sicherheitsarchitekturen). In meinem Buch spiegelt sich das in den veränderten Kapiteln 1 und 2 wider. Es wurde mir dadurch aber auch erschwert, die Seitenzahl konstant zu halten. Daher habe ich vermehrt Hinweise auf Übersichts- und Vertiefungsliteratur in den Text eingeflochten.

Erneut haben zahlreiche Damen und Herren aus der Industrie und aus anderen Betrieben geholfen, die praktischen Beispiele zu aktualisieren. Es sind dies die Damen N. Balhuber (Rieter Management AG), U. Bauer (HSG Höchst Service Gastronomie GmbH), R. Bergsma (adidas-Salomon AG), S. Engelhardt (Dynamit Nobel Kunststoff GmbH), S. Grundmann (Karl Höll GmbH & Co. KG), C. Hackbarth (Festo AG & Co. KG), Y. Jülich (Carglass GmbH), E. Käppel (Hilti Servicegesellschaft GbR), K. Klemm (Viterra AG), V. Marinova (BMW Group), C. Newiger (adidas-Salomon AG), J. Nübel (MTU Friedrichshafen GmbH) und M. Riedel (SAP AG) sowie die Herren W. Bär (Volkswagen AG), A. Buschek (Rauch Möbelwerke GmbH), R. Dänzer (Océ-Deutschland GmbH), C. Denkmann (Deutsche BP AG), R. Ebert (DIEHL Informatik GmbH), E. Edenthaler (AUDI AG), G. Endres (PD Logistics GmbH), M. Ernst (DaimlerChrysler AG), D. Frink (Schiesser AG), B. Gregory (Ford-Werke AG), D. Hanke (Kraftverkehr NAGEL Kurt Nagel GmbH & Co), M. Hau (Datev eG), R. Hebrank (Bizerba GmbH & Co. KG), R. Hecht (Huhtamaki Deutschland GmbH & Co. KG), R. Hortebusch (Triton GmbH), S. Hübner (Océ-Deutschland GmbH), R. Humburg (Volkswagen AG), Th. Kaufmann (Leoni AG), U. Kepper (Benecke-Kaliko AG), M. Kersten (JDC GmbH & Co. KG), A. Klarmeyer (BEGO Medical AG), N. Kleinjohann (Siemens Dematic AG), W. Köhler (Kennametal Deutschland GmbH), U. Korndörfer (CeramTec AG), M. Kretzschmar (MAN AG), T. Kuffler (Gabor Shoes AG), B. Kupillas (BMW Group), B. Lauterbach (SAP AG), B. Lebacq (Solvay Deutschland GmbH), R. Lehmann (Fujitsu Siemens Computers GmbH), W. Lehmann (BBT Thermotechnik GmbH), L. Meyer-Pries (DATEV eG), K.-H. Müller-Rembold (Pfizer GmbH), K.-P. Nebel (Beiersdorf AG), H. Niemann (Dr. Städtler Transport Consulting GmbH & Co KG), H.-J. Pabst (FH München), J. Peckart (Degussa AG), M. Pötké (sd&m AG), H. Preßl (Siemens AG), W. Pressmann (Saarstahl AG), H. Prior (Demag Cranes & Components GmbH), O. Rother (BMW Niederlassung Nürnberg), H.-G. Rybak (3M Deutschland GmbH), E. Schneider (ThyssenKrupp Steel AG), H. Siebrasse (AVON Cosmetics GmbH), D. Sieverdingbeck (FAG Kugelfischer AG & Co. oHG), R. Stamminger (Universität Bonn, Institut für Landtechnik), A. Steinacker (DECKEL MAHO Pfronten GmbH), H. Strunz (ExperTeam AG), M. Stürken (INA Wälzlager Schaeffler oHG), K. Sundermeyer (vormals DaimlerChrysler AG), K. Vogl (adidas-Salomon AG), W. Walter (INDEX-Werke GmbH & Co. KG Hahn & Tessky), B. Warnick (Quelle AG), Th. Wedel (IBM Deutschland GmbH), U. Wehnes (Roche Diagnostics GmbH) und C. Weinert (BMW Group).

# Inhaltsverzeichnis

1	Wesen der Integrierten Informationsverarbeitung	1
1.1	Ausprägungen der Integrierten Informationsverarbeitung	1
1.2	Ziele der Integrierten Informationsverarbeitung	10
1.3	Besondere Probleme der Integrierten Informationsverarbeitung	11
1.4	Teilsysteme der Integrierten Informationsverarbeitung	12
1.4.1	Operative Systeme	12
1.4.1.1	Administrationssysteme	12
1.4.1.2	Dispositionssysteme	13
1.4.2	Planungssysteme	14
1.4.3	Kontrollsysteme	14
1.5	Methodische Hilfsmittel der Integrierten Informationsverarbeitung	15
1.5.1	Workflow-Management-Systeme	15
1.5.2	Rücklaufdokument	15
1.5.3	Hilfsmittel zur Führungsinformation	15
1.6	Beiträge der Integrierten Informationsverarbeitung zur Unternehmensmission	16
1.7	Anmerkungen zu Kapitel 1	17
2	Integrationsmodelle und Informationsarchitekturen	19
2.1	Integrationsmodelle	19
2.2	Informationsarchitekturen	20
2.3	Referenzmodell der Integrierten Informationsverarbeitung in der Industrie	21
2.3.1	Verarbeitungslogische Datentypisierung	21
2.3.2	Funktionsmodellierung	22
2.3.3	Prozessmodellierung	24
2.3.4	Modelldarstellung	25
2.4	Anmerkungen zu Kapitel 2	26
3	Funktionen und Prozesse in den Bereichen des Industriebetriebs	28
3.1	Sektor Forschung sowie Produkt- und Prozess-Entwicklung	28
3.1.1	Überblick	28
3.1.2	Forschungs- und Entwicklungsveranlassung	28
3.1.3	Entwurf und Konstruktion (CAD/CAE)	29
3.1.4	Erstellung von Arbeitsplänen und Steuerprogrammen (CAP)	37
3.1.5	Forschungs- und Entwicklungskontrolle	40
3.1.5.1	Forschungs- und Entwicklungsfortschrittskontrolle	40
3.1.5.2	Qualitätskontrolle beim Produktentwurf	40
3.1.6	Verwaltung von Schutzrechten	41
3.1.7	Labormanagement	42
3.1.8	Anmerkungen zu Abschnitt 3.1	43

3.2 Vertriebssektor	47
3.2.1 Überblick	47
3.2.2 Unterstützung des Kundenkontakts	48
3.2.2.1 Planung des Kundenkontakts	49
3.2.2.2 Vorbereitung des Kundenkontakts	51
3.2.2.3 Durchführung des Kundenkontakts	52
3.2.2.4 Nachbereitung des Kundenkontakts	61
3.2.3 Angebotsüberwachung	61
3.2.4 Auftragserfassung und -prüfung	62
3.2.5 Anmerkungen zu Abschnitt 3.2	67
3.3 Beschaffungssektor	70
3.3.1 Überblick	70
3.3.2 Bestelldisposition	71
3.3.2.1 Lagerabgangsprognose	73
3.3.2.2 Ermittlung der Bestellgrenze bzw. des Bestelltermins	75
3.3.2.2.1 Eilbestellungen	78
3.3.2.2.2 Umdisposition	79
3.3.2.3 Ermittlung der Bestellmenge (Losgröße)	79
3.3.2.4 Bezugsquellensuche und Angebotseinhaltung	82
3.3.2.5 Lieferantenauswahl	83
3.3.3 Bestelladministration	88
3.3.3.1 Grundsätzliche Lösungen	88
3.3.3.2 Abstimmung von Kunden- und Lieferantenbeziehungen	90
3.3.3.3 Zollabwicklung	95
3.3.4 Lieferüberwachung	96
3.3.5 Wareneingangsprüfung	97
3.3.6 Anmerkungen zu Abschnitt 3.3	100
3.4 Lagerhaltungssektor	103
3.4.1 Überblick	103
3.4.2 Materialbewertung	104
3.4.3 Lagerbestandsführung	106
3.4.4 Inventur	108
3.4.5 Lagersteuerung	110
3.4.5.1 Lagerhaussteuerung	110
3.4.5.2 Materialflussteuerung	112
3.4.6 Anmerkungen zu Abschnitt 3.4	114
3.5 Produktionssektor	117
3.5.1 Überblick	117
3.5.1.1 Begriffsvereinbarungen	117
3.5.1.2 Optimierungsprobleme	117
3.5.2 Produktionsplanung und -steuerung	121

3.5.2.1	Gültigkeitsbereiche der PPS	121
3.5.2.2	Übersicht über PPS	121
3.5.2.3	Grunddatenerzeugung und -verwaltung	124
3.5.2.4	Primärbedarfsplanung	128
3.5.2.5	Materialbedarfsplanung (MRP I)	132
3.5.2.5.1	Auflösung von Stücklisten	132
3.5.2.5.2	Vorlaufverschiebung	133
3.5.2.5.3	Ermittlung der Bruttobedarfe	134
3.5.2.5.4	Ermittlung der Nettobedarfe	135
3.5.2.5.5	Bündelung der Nettobedarfe	136
3.5.2.5.5.1	Bildung von Losen gleicher Teile	137
3.5.2.5.5.2	Bildung von Losen ähnlicher Teile	138
3.5.2.5.5.3	Verschnittdisposition	138
3.5.2.5.6	Vernetzung von Produktionsaufträgen	140
3.5.2.6	Fertigungsterminplanung	141
3.5.2.6.1	Durchlaufterminierung	141
3.5.2.6.1.1	Übergangszeitreduzierung	144
3.5.2.6.1.2	Überlappung	145
3.5.2.6.1.3	Splittung	146
3.5.2.6.2	Kapazitätsausgleich	146
3.5.2.6.3	Verfügbarkeitsprüfung	149
3.5.2.6.4	Auftragsfreigabe	150
3.5.2.7	Werkstattsteuerung	152
3.5.2.7.1	Aufgaben der Werkstattsteuerung	153
3.5.2.7.2	Formen der Werkstattsteuerung	154
3.5.2.7.3	Methoden und Modelle der Werkstattsteuerung	156
3.5.2.7.3.1	Grundmodell I: Prioritätsregelsteuerung	157
3.5.2.7.3.2	Grundmodell II: Betriebsmittelzuteilung und Reihenfolgesteuerung	160
3.5.2.7.3.3	Grundmodell III: Lokale Suchverfahren	161
3.5.2.7.3.4	Grundmodell IV: Simulation und genetische Algorithmen	162
3.5.2.7.3.5	Grundmodell V: Constraint-directed Search	164
3.5.2.7.3.6	Grundmodell VI: KANBAN	164
3.5.2.7.3.7	Grundmodell VII: Verhandlung von Agenten	165
3.5.2.7.3.8	Zur Auswahl von Verfahren	165
3.5.2.7.4	Administrative Abwicklung	165
3.5.2.8	Fertigung (CAM)	166
3.5.2.9	Kontrolle in der Produktion	172
3.5.2.9.1	Voraussetzungen für die Kontrolle – Betriebsdatenerfassung	172
3.5.2.9.2	Produktionsfortschrittskontrolle	173
3.5.2.9.3	Produktionsqualitätsskontrolle (CAQ)	175
3.5.3	Anlageninstandhaltung	177
3.5.3.1	Instandhaltungsterminierung	177
3.5.3.2	Instandhaltungsablaufsteuerung	179
3.5.3.3	Instandhaltungs- und Betriebszustandskontrolle	180

3.5.4 Anmerkungen zu Abschnitt 3.5	180
<b>3.6 Versandsektor</b>	<b>189</b>
3.6.1 Überblick	189
3.6.2 Zuteilung	190
3.6.3 Kommissionierung	192
3.6.4 Lieferfreigabe	194
3.6.5 Versandlogistik	195
3.6.6 Fakturierung	201
3.6.7 Gutschriftenerteilung	202
3.6.8 Packmittelverfolgung	203
3.6.9 Anmerkungen zu Abschnitt 3.6	203
<b>3.7 Kundendienstsektor</b>	<b>205</b>
3.7.1 Überblick	205
3.7.2 Produktbeschreibungen	205
3.7.3 Kundendienstauftrags- und Reparaturdienstunterstützung, Reklamationsmanagement	206
3.7.4 Entsorgung	211
3.7.5 Anmerkungen zu Abschnitt 3.7	212
<b>3.8 Finanzsektor</b>	<b>214</b>
3.8.1 Überblick	214
3.8.2 Finanz- und Liquiditätsdisposition/Cash Management	214
3.8.3 Währungsmanagement/Geld- und Devisenhandel	218
3.8.4 Administration von Hauptversammlungen	220
3.8.5 Anmerkungen zu Abschnitt 3.8	221
<b>3.9 Sektor Rechnungswesen</b>	<b>223</b>
3.9.1 Überblick	223
3.9.2 Kosten- und Leistungsrechnung	225
3.9.2.1 Vorbemerkung	225
3.9.2.2 Kostenstellenrechnung	225
3.9.2.3 Kostenträgerrechnung	226
3.9.2.3.1 Vorkalkulation	226
3.9.2.3.2 Nachkalkulation	229
3.9.2.4 Betriebsergebnisrechnung	232
3.9.3 Lieferantenrechnungskontrolle	233
3.9.4 Hauptbuchhaltung	234
3.9.5 Nebenbuchhaltung	236
3.9.5.1 Debitorenbuchhaltung	236
3.9.5.2 Kreditorenbuchhaltung	239
3.9.5.3 Anlagenbuchhaltung	240
3.9.6 Anmerkungen zu Abschnitt 3.9	241
<b>3.10 Personalsektor</b>	<b>244</b>
3.10.1 Überblick	244
3.10.2 Personalanwerbung und -einstellung	245

3.10.3	Arbeitszeitverwaltung und Personal-Aufgaben-Zuordnung	246
3.10.4	Abrechnung für Entgelt und Renten	248
3.10.4.1	Entgeltausrechnung	248
3.10.4.2	Rentenabrechnung	250
3.10.5	Meldungen	251
3.10.6	Personalpflege	251
3.10.6.1	Steuerung von Maßnahmen	251
3.10.6.2	Aus- und Weiterbildung	252
3.10.7	Betriebliches Vorschlagswesen	253
3.10.8	Geschäftsreisemanagement (Travel Management)	253
3.10.9	Anmerkungen zu Abschnitt 3.10	255
3.11	Sektor Anlagenmanagement	257
3.11.1	Überblick	257
3.11.2	Besucherverwaltung	257
3.11.3	Anlagenverwaltung	258
3.11.4	Kantinenmanagement	260
3.11.5	Anmerkungen zu Abschnitt 3.11	261
4	Funktionsbereich- und Prozess-übergreifende Integrationskomplexe	262
4.1	Produkt-Lebenszyklus-Management (PLM)	262
4.2	Kundenbeziehungsmanagement (CRM)	264
4.3	Computerintegrierte Fertigung (CIM)	266
4.4	Lieferkettenmanagement (SCM)	267
4.5	Anmerkungen zu Kapitel 4	276
	Stichwortverzeichnis	281

# 1 Wesen der Integrierten Informationsverarbeitung

Das Wort „Integration“ beinhaltet die „Wiederherstellung eines Ganzen“ (abgeleitet von integrale = heil, unversehrt machen, wiederherstellen, ergänzen). In der Wirtschaftsinformatik ist Integration als Verknüpfung von Menschen, Aufgaben und Technik zu einer Einheit [HEI 89], [FIS 99/HEI 04/ROS 99] zu verstehen. Insbesondere sind die folgenden Kategorien von **Anwendungssystemen (AS)** miteinander zu verbinden (vgl. Abschnitt 1.4):

- 1) Administrationssysteme
  - 2) Dispositionssysteme
  - 3) Planungssysteme
  - 4) Kontrollsysteme
- } auch als Operationssysteme bezeichnet  
} Planungs- und Kontrollsysteme (PuK-Systeme)

In der angelsächsischen Fachwelt entspricht der Integrierten Informationsverarbeitung (IIV) weitgehend der Begriff **Enterprise Application Integration (EAI)**.

## 1.1 Ausprägungen der Integrierten Informationsverarbeitung

Durch Weiterentwicklung eines Schemas von Schumann [SCHU 92] gelangt man zu Abbildung 1.1/1, deren Positionen im Folgenden kommentiert werden:

- 1 Gegenstand einer IIV können Daten, Funktionen, Prozesse/Vorgänge, Methoden und Programme sein.
  - 1.1 Die **Datenintegration** führt Daten logisch zusammen [HEI 99].
    - 1.1.1 In der einfachsten Form übergeben Teilsysteme **Daten automatisch** an andere. Mindestens zwei Programme müssen so aufeinander abgestimmt sein, dass das Daten empfangende Programm die vom liefernden Teilsystem abgesandten Daten ordnungsgemäß interpretieren kann. Beispielsweise muss ein Programm, das Vertriebsstatistiken erstellt, die von der Fakturierung übermittelten Rechnungssummenzeilen auswerten können (siehe Abbildung 1.1/2 a).
    - 1.1.2 In ausgeprägteren Formen werden die Daten in mehreren oder allen Programmen **gemeinsamen Datenbanken** gehalten. Das Fakturierprogramm legt die Informationen aus der Rechnungssummenzeile in dieser Datenbank ab. Bei Bedarf können andere Programme, wie z. B. die Vertriebserfolgsrechnung, die Debitorenbuchhaltung oder die Gutschriftenerteilung, darauf zugreifen (siehe Abbildung 1.1/2 b) [HEI 99].
  - 1.2 Die Integration von **Funktionen** besagt, dass diese informationstechnisch miteinander verknüpft werden (siehe Abbildung 1.1/2 c und vgl. Abschnitt 2.3.2). Ein Beispiel ist die Zusammenführung von computergestützter Konstruktion und Kalkulation.
  - 1.3 **Prozess-/Vorgangsintegration** bedeutet, dass einzelne Prozesse oder Vorgänge miteinander verbunden werden (vgl. Abschnitt 2.3.3). Beispielsweise muss ein integriertes IV-System den Prozess der Kundenauftragsbearbeitung und die Materialflussteuerung zusammenführen.

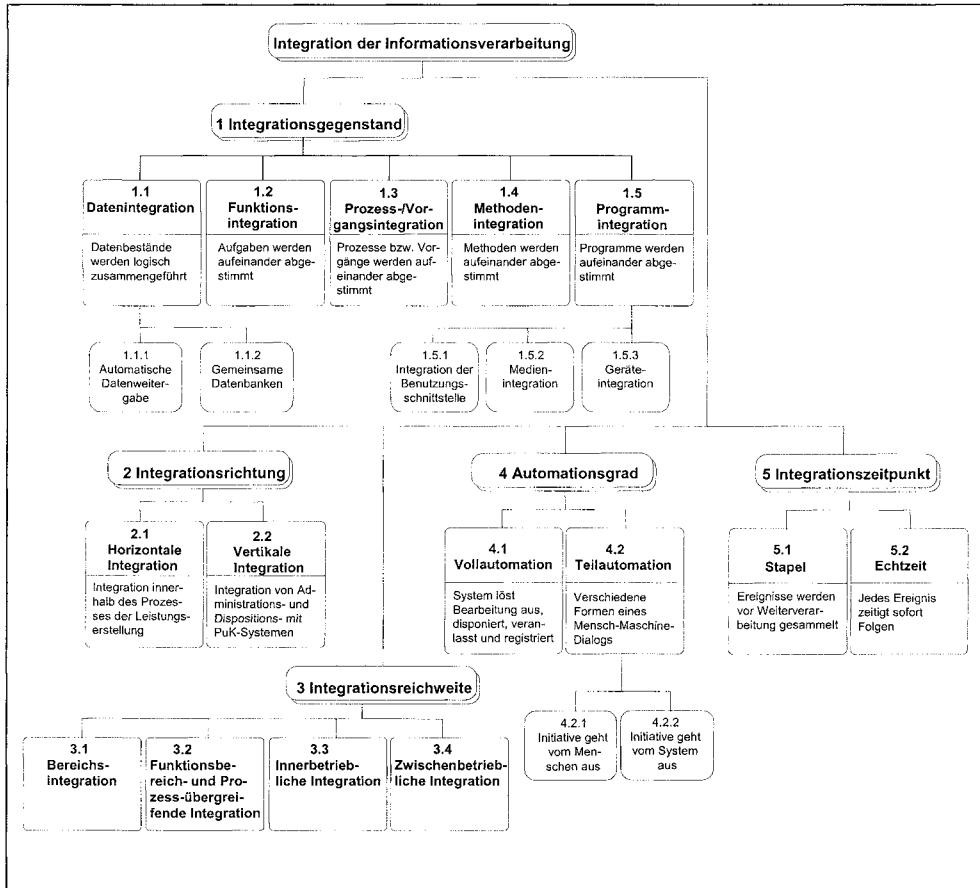


Abb. 1.1/1 Ausprägungen der Integrierten Informationsverarbeitung

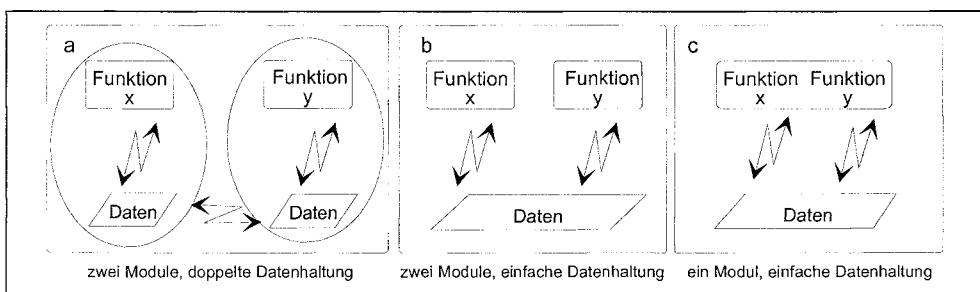


Abb. 1.1/2 Daten- und Funktionsintegration

**1.4 Methodenintegration** heißt, dass die benutzten Methoden zu kombinieren und als „Paket“ zu sehen sind. Zum Beispiel drohen unnötig hohe Lagerkosten, wenn die Algorithmen der Absatzprognose nicht mit denen zur Dimensionierung der Sicherheitsbestände und zur Losgrößenbestimmung harmonieren oder wenn in Liefernetzen die Verfahren zur unternehmensübergreifenden Bedarfsplanung nicht abgestimmt sind (vgl. Abschnitt 4.4).

1.5 Die **Programmintegration** stellt auf die Abstimmung einzelner Programme, begriffen als Softwarebausteine, im Rahmen eines integrierten Systems ab. Während die Funktions- und die Prozess-/Vorgangsintegration das fachlich-inhaltliche Geschehen im Unternehmen abbilden, ist das Ziel der Programmintegration die IV-technische Realisierung der verschiedenen Komponenten. In einer Taxonomie von Irani und anderen findet sich die Ausprägung „Integration von fremdbezogener Standardsoftware mit eigenentwickelten Programmen“ [IRA 03] (vgl. auch [EDW 00/RUH 00]).

Den einzelnen Komponenten sind Detailfunktionen **arbeitsteilig** zuzuweisen. So ist darüber zu befinden, ob die Umlage eines Rabatts, der für eine aus mehreren Artikeln zusammengesetzte Bestellung gewährt wird, auf die einzelnen Produkte für die Zwecke der Artikelerfolgsrechnung innerhalb der Fakturierung oder von einem Anwendungsbaustein vorgenommen wird, der die Vertriebsleitung über die Artikelerfolge informiert.

Teilfunktionen sollen nach Möglichkeit so in Komponenten abgebildet werden, dass diese in mehreren Programmkomplexen (wieder)verwendbar sind. Man bezeichnet dies – vor allem in Zusammenhang mit der objektorientierten Programmierung – auch als „Componentware“ oder „Component Reuse“ [SAM 97, S. 186]. Für eher prozedural entwickelte Systeme benutzt Becker den Begriff „Modulintegration“ [BEC 91]. Ein Beispiel für die Wiederverwendung gebündelter Teilfunktionen sind adaptive Stichprobenverfahren, die sowohl zur Qualitätsüberwachung im Wareneingang und in der Produktion als auch zur Lieferantenrechnungskontrolle herangezogen werden können (vgl. Abschnitt 3.5.2.9.3). Der Zugriff auf Komponenten erfolgt über ihre Schnittstellen, die in integrierten Konzepten unterschiedlichen sprachlichen und inhaltlichen Normen genügen müssen [TUR 01].

Als eine Weiterentwicklung des Componentware-Gedankens ist die so genannte **Service-orientierte Architektur (SOA)** zu sehen. Hierunter kann allgemein „der Aufbau von Softwaresystemen aus lose gekoppelten Funktionsbausteinen (Services) mit klar umrissenen Aufgaben“ verstanden werden. Die Services kapseln Daten und Anwendungslogik und tauschen Nachrichten über eine standardisierte Schnittstelle aus [MAR 06], [SPE 05], [WOO 06]. Ein Beispiel ist die Transportplanung für ein Liefervahrzeug unter Berücksichtigung der aktuellen Verkehrslage im Rahmen der Versandlogistik [SPE 05, vgl. Abschnitt 3.6.5]. Der Erfahrungsschatz mit SOA ist eher klein [REI 07, hier S. 13.], [DUR 07, S. 18]. Ein Spezialfall sind die Web Services. Mithilfe von Standards will man ermöglichen, dass Softwarebausteine unterschiedlicher Anbieter über das Internet aufzufinden und in eigenen Programmen verwendbar sind. Das Wesen soll an folgendem Beispiel verdeutlicht werden (vgl. Abbildung 1.1/3).

Das in der Glasindustrie tätige Unternehmen A benötigt Zugriff auf einen Algorithmus zur Minimierung des Verschnitts, den Unternehmen B liefern kann (B wird in der Regel ein Softwarehaus sein, welches den Dienst gegen Bezahlung anbietet; denkbar ist aber ebenso gut, dass ein Industriebetrieb B seinem Kunden A mit dem Programmabau einen unentgeltlichen Zusatznutzen offeriert). Nach dem Entwickeln und Austesten des Dienstes kann Unternehmen B (Service Provider) dessen Funktionsbeschreibung in Form einer Web-Service-Description-Language (WSDL)-Datei sowie allgemeiner Informationen über sich, wie Kontakt- und Branchenangaben, in einem öffentlich zugänglichen Universal-Description-Discovery-and-Integration (UDDI)-Verzeichnis hinterlegen (publish) (1). Unternehmen A (Service Consumer)

oder andere Betriebe mit den gleichen Verschnittproblemen haben nun die Möglichkeit Suchanfragen zu starten, um so den für sie relevanten Dienst aufzuspüren (find) (2). Aufgrund der Spezifikation des Web Service (3) kann das System von A an den Rechner des Dienstanbieters B die gewünschte Verschnittanfrage richten. B wird dann auf seinem Rechner das optimale Verschnittprogramm ermitteln und das Resultat an das System des anfordernden Unternehmens A senden, welches diese Daten in die eigene Produktionsplanung und -steuerung (PPS) einbindet (bind) (4), ohne dass eine zeitaufwändige Abstimmung zwischen den Beteiligten nötig wäre.

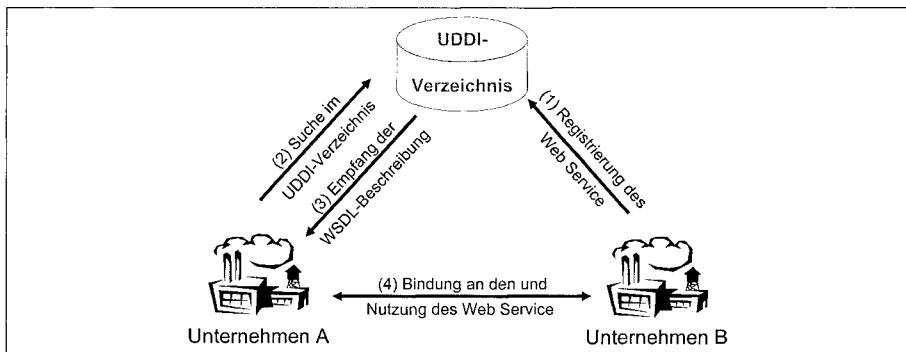


Abb. 1.1/3 Idealtypischer Ablauf beim Einsatz von Web Services

Besondere Aufmerksamkeit ist der **Laufreihenfolge** von Komponentendiensten zu widmen. Es muss etwa entschieden werden, ob ein Baustein, der die Termine der vorbeugenden Instandhaltung plant, zuerst läuft und ein anschließendes Teilsystem zur Terminierung der Produktionsaufträge die Instandhaltungstermine ausspart oder umgekehrt das Instandhaltungsterminierungsprogramm die Lücken im Terminkalender sucht, in denen eine zu inspizierende Fertigungsanlage durch Produktionsaufträge nur schwach ausgelastet ist.

In Verbindung mit der Laufreihenfolge ist die **Laufhäufigkeit** von Diensten zu sehen. Es macht beispielsweise keinen Sinn, eine Transaktion, die Umsatzinformationen für den Vertriebsleiter bereitstellt, häufiger aufzurufen als den Fakturierbaustein, welcher die Datengrundlage dazu schafft.

1.5.1 Heilmann [HEI 89] unterscheidet weiter die organisatorische Integration der **Benutzungsschnittstelle**. Diese ist vor allem dann sehr wichtig, wenn Programme, die von mehreren Softwareentwicklern erarbeitet wurden, Informationen einheitlich auf dem Bildschirm wiedergeben sollen. Der Benutzer erhält dadurch den Eindruck, als arbeite er mit einem einzigen Anwendungssystem, obwohl er Teilsysteme (darunter „Altsysteme“) aufrufen mag, die auf mehreren Großrechnern und PCs laufen (auch als **Präsentationsintegration** bekannt [KAI 04, S. 62-63]). Mit anderen Worten: Die Integration der Benutzungsschnittstelle ist ein Prinzip guter Softwareergonomie. Dazu zählen einheitliche Bildschirmmasken, Listen-Layouts, Kommandos, Funktionstastenbelegungen (z. B. F1 = „Hilfe“) oder Fehlermeldungen. Wegen der weiten Verbreitung und der damit einhergehenden großen Wahrscheinlichkeit, dass die Benutzer besonders geschult und erfahren sind, bietet es sich oft an, unterschiedliche Anwendungssysteme von Microsoft-Oberflächen aus aufzurufen. Durch die Standards **Object Linking and Embedding (OLE)** und **Open Database**

**Connectivity (ODBC)** wird diese Spielart der Integration erleichtert. Im Internet wurde als Mensch-Maschine-Schnittstelle das **Portal** entwickelt. Auf ihm bietet das System Informationen (verbale Berichte, einzelne Zahlen, Statistiken usw.) an, aber auch Masken und Dialogsequenzen zur Informationseingabe, Verweise (Links) zu anderen Knoten im Netz und oft auch die Möglichkeit, Entscheidungshilfen (Methoden) aufzurufen, wobei diese Angebote aus unterschiedlichen Quellen (z. B. Anwendungssystem, externer Informationsdienstleister) stammen mögen [CHR 03]. Häufig werden Prozessportale von Wissensportalen unterschieden: Über ein Prozessportal soll der Anwender, vor allem auch der Kunde, auf dem Portal alle Funktionen aufrufen können, die er für Geschäftsvorfälle (z. B. für den Kontakt mit einem Lieferanten) benötigt. Der Zweck eines Wissensportals besteht in der Bereitstellung von Wissen für verschiedene Nutzergruppen (z. B. Mitarbeiter, Kunden oder andere Partner des Unternehmens). Ein Beispiel für eine hoch entwickelte Integration der Benutzungsschnittstelle ist das **SAP Enterprise Portal**, das in der Art eines Web-Portals den Zugriff auf interne Systeme mit dem Internet vereint.

- 1.5.2 Verwandt damit ist die **Medienintegration**: Texte, Tabellen, Grafiken, stehende und bewegte Bilder, Sprache und andere Lautfolgen können vom Rechner im gleichen Dokument verbunden und dem Benutzer dargeboten werden. Die zugehörige Hardware-Software-Kombination sind Hypermediasysteme, die über entsprechende Ein- und Ausgabegeräte (z. B. DVD-Recorder, Lautsprecher) verfügen.
- 1.5.3 Die Entsprechung zur Medienintegration ist die **Geräteintegration**: Es wird das Ziel verfolgt, unterschiedliche IV-technische Hilfsmittel, wie z. B. Telefon, Telefax, Computer, Diktiergerät, Kamera, in einem einzigen so genannten multifunktionalen Terminal zusammenzufassen [MER 04].
- 2 Nach der **Integrationsrichtung** in der Pyramide, die die Aufbauorganisation des Unternehmens wiedergibt (Abbildung 1.1/4), kann man zwischen horizontaler und vertikaler Integration differenzieren.
  - 2.1 Die **horizontale Integration** bezieht sich vor allem auf die Verbindung der Teilsysteme in der betrieblichen Wertschöpfungskette. Im Industriebetrieb ist hauptsächlich die Vorgangsfolge bei der Abwicklung von Kundenaufträgen, beginnend mit der Angebotsbearbeitung bis zur Verbuchung der Kundenzahlung, in der IV abzubilden. Es gibt aber auch horizontale Integration in höheren Schichten der Pyramide, z. B. bei der Abstimmung der Ertrags-, Absatz- und Produktionsplanung.
  - 2.2 Unter **vertikaler Integration** hat man sich in erster Linie die Datenversorgung der Planungs- und Kontrollsysteme (PuK-Systeme, sie werden in Band 2 behandelt) aus den operativen Systemen heraus vorzustellen.

Diese Datenversorgung kann zeitecht („real time“) aus den operativen Systemen erfolgen oder es wird ein **Datenlager (Data Warehouse, Business Information Warehouse)** zwischengeschaltet, in dem man die operativen Daten systematisch „stapelt“.

Eine strenge Betrachtung nach Abteilungen, Funktionsbereichen, Sektoren o. Ä. beinhaltet die Gefahr, dass Geschäftsprozesse gedanklich bei der Analyse und Modellierung sowie schließlich bei der Ausführung in ungeeigneter Weise unterbrochen werden. An mehreren Stellen des Buches werden die **prozessualen Zusammenhänge** stark hervorge-

hoben (vgl. Abschnitt 2.3.3). Auch die vertikale Integration umfasst Vorgangsketten, und zwar informationelle, beispielsweise die Versorgung von Fach- und Führungskräften auf verschiedenen Ebenen mit zunehmend verdichteten Informationen (vgl. dazu Band 2). Schließlich laufen Prozesse, welche die Grenzen von Funktionsbereichen überschreiten, in der Unternehmensplanung ab. Man vergegenwärtige sich z. B. die Kette Ergebnis- → Absatz- → Produktionskapazitäts- → Investitions- → Finanzplanung. Abbildung 1.1/4 lässt derartige Zusammenhänge erkennen. Aus Gründen der Übersichtlichkeit werden dort nur ausgewählte Prozesse angedeutet.

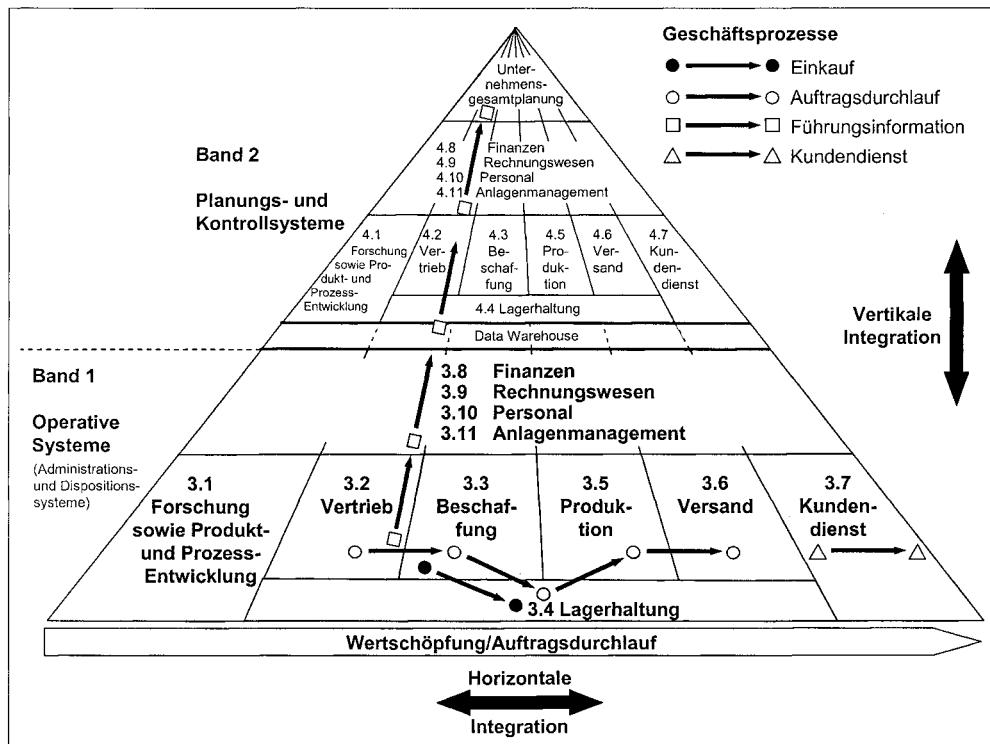


Abb. 1.1/4 Gesamtkonzeption der Integrierten Informationsverarbeitung

- 3 Nach der **Integrationsreichweite** ist in die Bereichsintegration, in die bereichsübergreifende Integration, in die (totale) innerbetriebliche und in die zwischenbetriebliche Integration (**Business-to-Business, B2B**) zu unterscheiden.
  - 3.1 Die **Bereichsintegration** umfasst die Daten-, Funktions- und gegebenenfalls die Prozessintegration innerhalb eines Unternehmenssektors oder -prozesses. So sind die Funktionen der Produktionsplanung und -steuerung im Produktionssektor von den Daten der Instandhaltungsplanung abhängig, und umgekehrt basiert die Instandhaltungsplanung auf den PPS-Daten.
  - 3.2 Nachdem einerseits die Totalintegration oft zu kompliziert und zu änderungsanfällig ist, andererseits die auf Funktionsbereiche oder Prozesse begrenzte Verbindung neue Schnittstellen schafft, haben sich dazwischen größere **Funktionsbereich- und Prozess-übergreifende Integrationskomplexe** bzw. -cluster ausgeprägt (Abbildung 1.1/5). **Product Lifecycle Management (PLM)** begleitet das Produkt durch alle Sektoren des Industriebetriebs. Das **Customer Relationship Management (CRM)**

verbindet meist Anwendungssysteme aus den Sektoren Marketing/Vertrieb und Kundendienst, eventuell auch der Produktion. **Computer Integrated Manufacturing (CIM)** bezeichnet eine sehr enge Abstimmung von betriebswirtschaftlicher und technischer IV im Fertigungssektor, hat aber auch Bezüge zu Produkt- und Prozess-Entwicklung, Vertrieb, Versand und Rechnungswesen. Das **Supply Chain Management (SCM)** integriert die Felder Forschung/Entwicklung und Produktgestaltung, Vertrieb, Beschaffung, Lagerhaltung, Produktion und Versand. Dabei werden die Unternehmensgrenzen in den zwischenbetrieblichen Bereich (siehe unten) überschritten.

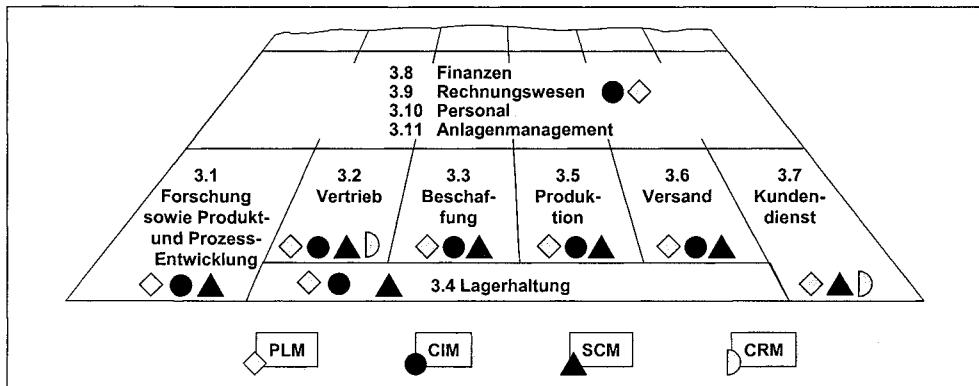


Abb. 1.1/5 Funktionsbereichs- und Prozess-übergreifende Integrationskomplexe

- 3.3 Unter **innerbetrieblicher Integration** ist in diesem Zusammenhang die Bereichs- und Prozess-übergreifende Verbindung **in** einem Unternehmen zu verstehen.
- 3.4 Wenn aus hoch automatisierten Systemen der innerbetrieblichen Integration Daten in andere hoch automatisierte Systeme fließen, die sendenden Systeme jedoch nicht mit den empfangenden abgestimmt sind, ergeben sich Übergangsschwierigkeiten, die einen großen Teil der positiven Effekte einer innerbetrieblichen Integration wieder zunichte machen können. Daher ist die folgerichtige Weiterentwicklung die **zwischenbetriebliche Integration**, bei der die IV-Systeme von zwei oder mehr Unternehmen so aufeinander abgestimmt sind, dass die Daten des zwischenbetrieblichen Verkehrs (z. B. Angebotsaufforderungen, Angebote, Aufträge, Auftragsbestätigungen, Lieferscheine, Rechnungen, Buchungsanzeigen) in maschinell lesbarer Form ausgetauscht werden können („Interorganisationssysteme“). Die technischen Voraussetzungen hierfür werden durch Fortschritte zum einen bei der Kommunikationstechnik – vor allem über das Internet – und zum anderen bei den Normungsbemühungen stetig verbessert. Insbesondere sind hier **EDIFACT** (Electronic Data Interchange for Administration, Commerce and Transport) und **XML** (Extensible Markup Language) zu nennen (vgl. Abschnitt 3.3.3.2). Wegen der einheitlichen Willensbildung ist es oft einfacher, die Integration zwischen Betrieben eines Konzerns („Group Integration“) zu erreichen als die zwischen nicht verbundenen Unternehmen.

Für das so genannte **E-Business (Electronic Business)** ist nach weit verbreitetem Verständnis zwischenbetriebliche Integration unabdingbar. Andere Autoren verstehen unter E-Business nur jene zwischenbetriebliche Integration, bei der das Internet genutzt wird.

4 Nach dem **Automationsgrad** bzw. der Arbeitsteilung zwischen Mensch und Maschine trennt man in vollautomatische und teilautomatische Verkettung von Modulen.

4.1 **Vollautomatische** Verkettung liegt z. B. dann vor, wenn ein IV-System zur Maschinendatenerfassung (vgl. Abschnitt 3.5.2.9.1) die Messdaten interpretiert und bei signifikanten Soll-Ist-Abweichungen ein anderes Programm anstößt, das dann eine Diagnose erstellt und eine geeignete Abhilfemaßnahme („Therapie“) (beispielsweise eine Umdisposition) veranlasst (vgl. auch unten Punkt 5.2).

4.2 Bei **teilautomatischen** Lösungen wirken Mensch und Maschine im Dialog zusammen. Es ist wiederum danach zu differenzieren, wer eine Aktion auslöst („triggert“):

4.2.1 Im Regelfall ergreift ein **Disponent** die Initiative (Benutzersteuerung). Beispielsweise liest er Daten auf einem Fertigungsleitstand, erkennt eine Soll-Ist-Abweichung und versucht, diese durch eine Umdisposition zu korrigieren.

4.2.2 Gibt das **IV-System** den Anstoß, so spricht man auch von **Aktionsorientierter Datenverarbeitung (AODV)**. In unserem Beispiel würde das IV-System in der Fertigung eine gravierende Soll-Ist-Abweichung registrieren und einen Disponenten veranlassen, korrigierend einzugreifen. Es ist möglich, dass das System den Mitarbeiter mahnt, wenn er seinen Auftrag nicht fristgemäß erledigt, oder eine elektronische Nachricht an den Vorgesetzten sendet („Eskalation“). Über den bloßen Anstoß hinaus geht die Steuerung aufeinander folgender Vorgänge durch das IV-System (Systemsteuerung). Die AODV geht hier in Vorgangssteuerungssysteme oder **Workflow-Management-Systeme (WMS)** über (vgl. Abschnitt 1.5.1). Nachdem das System von der Maßnahme des Disponenten Kenntnis erlangt hat, wird es unter Umständen eine weitere Aktion „triggern“, z. B. die Aufforderung an einen Einkaufssachbearbeiter, den Lieferanten eines von der Umdispositionsmaßnahme betroffenen Fremdbezugteils darum zu bitten, eine Lieferung zu verschieben [HOF 88]. WMS mag man als weitere, spezielle Erscheinungsform des Mensch-Maschine-Dialogs in Organisationen begreifen, wobei diesmal ein System und mehrere Menschen in Korrespondenz treten (vgl. dazu [GAB 03]).

Zwischen den beiden Extremen „voll benutzergesteuerter Dialog“ und „voll systemgesteuerter Dialog“ gibt es eine Reihe von Zwischenstufen, von denen hier die folgenden herausgegriffen werden sollen (eine detailliertere Klassifikation findet man bei [MER 94]):

#### *Kritiksysteme Computer → Mensch*

Der Mensch dirigiert den Dialog, das IV-System „schaut ihm dabei über die Schulter“ und kritisiert ungünstige Dispositionen, z. B. eine Einkaufsmenge, die zu klein ist, sodass Bestandsunterdeckungen drohen.

#### *Filter- und Navigationshilfen*

Sie dienen vor allem der Suche in umfangreichen Datenbeständen. Ein Beispiel ist die Diagnose ungünstiger Einflüsse auf Betriebsergebnisse, wobei diverse Verdichtungshierarchien bzw. -bäume „zu durchklettern“ sind. Hierauf wird in Verbindung mit Kontrollsystmen in Band 2 eingegangen.

#### *Kritiksysteme Mensch → Computer*

Hier dominiert die Maschine das „Gespräch“. Ist der menschliche Partner jedoch mit den Ausgaben des Systems nicht zufrieden, so bringt er dies zum

Ausdruck. Er meldet dann z. B. zurück, dass er mit den Ergebnissen einer maschinellen Recherche in einer Literaturdatenbank wenig anfangen kann.

Die Techniken zur Integration der verschiedenen Teilsysteme werden häufig unter dem Sammelbegriff **Middleware** zusammengefasst (vgl. [KAI 04, S. 109-118]). Man will damit zum Ausdruck bringen, dass Bausteine eines integrierten Systems oft nachträglich gekoppelt werden müssen, da sie zu unterschiedlichen Zeiten an unterschiedlichen Stellen mit unterschiedlichen Programmiersprachen entwickelt worden waren. Insbesondere müssen die Transformationen und die Weiterleitung von Daten in und zwischen Unternehmen ermöglicht werden.

### PRAKTISCHES BEISPIEL

Bei der Fluggesellschaft **Delta Airlines** liefen die Systeme auf 30 unterschiedlichen Plattformen. Sie umfassten ca. 60 Millionen Codezeilen. Ein „Neubau“ während des laufenden Betriebs war ausgeschlossen. Über Middleware gelang es der Fluglinie, ihre einzelnen Systeme zum so genannten *Delta Nervous System* zu verbinden und kontinuierlich veraltete Software gegen neue Techniken auszutauschen, wodurch sich die einschlägigen Kosten um 30 Prozent senken ließen [FEL 04].

Die Palette reicht von einfachen Message Brokern oder Integration Brokern (vgl. [KAI 04, S. 135-140]), die nur die Umwandlung der jeweiligen Daten erlauben, über den Werkzeugkasten der „Processware“, die der Funktions- und Prozessintegration dient, z. B. um für eine geordnete Reihenfolge zu sorgen, bis hin zu Workflow-Management-Systemen (siehe oben), die auch Interaktionen zwischen Mensch und Maschine berücksichtigen [LIE 01/DAN 02]. Die großen Softwarehersteller bündeln viele dieser Werkzeuge und bieten sie als so genannte Integrationsplattformen an, so etwa das Produkt **WebSphere** von **IBM** oder den **Netweaver** der **SAP AG** [DOR 04]. In Letzterem wird beispielsweise zwischen der „People Integration“ über Portale, der „Information Integration“ über Daten- und Wissensbanken, der „Process Integration“ und einer so genannten Applikationsplattform mit Zugriff über das Internet unterschieden [KUR 05].

5 Nach dem **Integrationszeitpunkt** kann man Stapelverarbeitung von Ereignisorientierung unterscheiden:

- 5.1 Bei der **Stapelverarbeitung** landen neue Daten zunächst in einem „Sammellager“ und werden in Losen verteilt, z. B. alle Auftragsstornierungen der letzten 24 Stunden.
- 5.2 **Ereignisorientierung** („Event orientation“) bedeutet, dass ein Ereignis („event“) ohne Zeitverzug Veränderungen in allen betroffenen Datenbanken und – wie bei einer AODV oder einem WFM (siehe oben) – Folgemaßnahmen auslöst. Im engeren Sinn wird von einem Event nur gesprochen, wenn dabei nicht vorhersagbare Daten anfallen, wie etwa bei besonderen Kundenbeschwerden, oder wenn bestimmte Ereignisse kombiniert auftreten, wie Reklamationen und Auftragsstornierungen. Die Daten müssen dann mit Regeln klassifiziert werden; die Aktion ist vom Klassifikationsergebnis abhängig. Beispielsweise mag in unserem Beispiel die Absatzprognose für das betroffene Produkt gesenkt werden. Eine durchgängige Ereignisorientierung führt zum **Echtzeitunternehmen** bzw. **Real-Time-Enterprise** [ALT 04/KUH 05/SCHE 03]. Das Prinzip kann sogar in den überbetrieblichen Bereich (etwa in ein Liefernetz, vgl. Abschnitt 4.4) ausgedehnt werden, sodass z. B. die Lieferanten von Vormaterialien in dem Augenblick verständigt werden, wo ein Großauftrag eintrifft. Der Vorteil der raschen Reaktion, z. B. ein Anruf beim unzufriedenen Kunden, ist gegen den Nachteil des größeren Aufwands und wenig konzentrierter Arbeit (Hektik, Hin-

und Her) abzuwägen. Beispielsweise würde im obigen Beispiel eine Stornierung zu einer Reduktion der Absatzvorhersage führen, ein später am gleichen Tag eintreffender Eilauftrag aber wieder zur Erhöhung, und das Prognosemodell wäre zweimal durchgerechnet worden.

## 1.2 Ziele der Integrierten Informationsverarbeitung

- 1) Die vom Standpunkt des gesamten Unternehmensgeschehens aus mehr oder weniger künstlichen Grenzen zwischen Abteilungen, Funktionsbereichen und Prozessen sollen in ihren negativen Auswirkungen zurückgedrängt werden. Der Informationsfluss wird dadurch ein natürliches Abbild der tatsächlichen Geschäftsprozesse im Unternehmen (so wie in kleinen Unternehmen alle wesentlichen Zusammenhänge in der Denkwelt des Unternehmers „integriert“ sind und bei allen Maßnahmen beachtet werden). Beispielsweise führt eine Änderung von Verrechnungspreisen in der Kostenrechnung zu einer Umbewertung der Lagerbestände und diese wiederum zu einer Buchung in den Finanzbuchführungsprogrammen.
- 2) Die Entsprechung im zwischenbetrieblichen Geschäftsverkehr ist das „**Extended Enterprise**“ bzw. „**Extraprise**“: Juristische Grenzen des Unternehmens werden durchbrochen, wenn gemeinsame Funktionen und Prozesse zum gemeinsamen Vorteil IV-technisch integriert werden und so im strategischen Sinne eine „Win-win-Situation“ entsteht.
- 3) Der personelle Eingabeaufwand kann auf ein Minimum reduziert werden, weil sich im Rahmen einer integrierten Konzeption die einzelnen Programme den größten Teil der Daten in maschinell lesbarer Form zuliefern. So erhält das Buchführungssystem aus der Entgeltabrechnung die Lohndaten, aus der Materialbewertung die bewerteten Materialbewegungen, aus der Fakturierung die Debitorenzugänge, aus der Lieferantenrechnungskontrolle die Kreditorenbewegungen und aus den Kostenrechnungsprogrammen die Anschlussstellen zur Kostenrechnung. In CAD/CAM-Konzepten (vgl. Abschnitt 3.5.2.8) werden Daten, die während der Konstruktion eines Erzeugnisses am Bildschirm (**CAD**, Computer Aided Design, vgl. Abschnitt 3.1.3) anfallen, unter anderem zum Aufbau der Stücklisten und Arbeitspläne, zur Steuerung von Werkzeugmaschinen (**CAM**, Computer Aided Manufacturing) und zur Produktion von technischen Handbüchern benutzt. Das Anliegen der IIV wird besonders deutlich, wenn man sich einmal die nicht integrierte Arbeitsweise vor Augen führt: Dabei stehen die Programme isoliert nebeneinander und sind nicht abgestimmt; beispielsweise mögen bei der Rechnungsschreibung umfangreiche Listen über die ausgehenden Fakturen gedruckt werden. Wollte man nun eine Vertriebsstatistik maschinell erstellen, so müsste ein Datentypist die Daten aus diesen Listen erneut eingeben. Sinnvoller aber ist es, die Rechnungspositionen im Speicher zur Verfügung zu halten und von dort durch das Statistikprogramm abzurufen.
- 4) Durch die erhebliche Verminderung des Eingabeaufwands wird es möglich, moderne betriebswirtschaftliche Konzeptionen zu realisieren. So kommt z. B. die elektronische Kostenplanung (sie wird im zweiten Band behandelt) vorwiegend mit solchen Daten aus, die ohnehin gespeichert sind, insbesondere mit den Vergangenheitswerten der Kostenarten innerhalb der Kostenstellen und mit Prognosen über Umsatz, Auftragseingang und Kapazitätsauslastung. Eine personelle Planung von Kosten pro Kostenart innerhalb einer Kostenstelle kann dagegen nur selten verwirklicht und durchgehalten werden.

- 5) Durch die Reduzierung der personellen Eingaben bei der IIV vermindert sich die Gefahr der Erfassungsfehler.
- 6) Eine weitere Fehlerursache im betrieblichen Geschehen verliert bei der IIV an Bedeutung: Da die Folgemaßnahmen einer Aktion bzw. ganze Prozessketten fest programmiert sind, ihre Durchführung also automatisiert ist, wird nichts „vergessen“. So kann es z. B. nicht vorkommen, dass ein bestätigter Kundenauftrag der Fertigungsplanung nicht gemeldet wird.
- 7) Wenn Datenredundanz vermieden wird, sinken Speicher- und Dokumentationsaufwand.
- 8) Falls inkorrekte Daten gespeichert sind, entdeckt man sie mit besonders großer Wahrscheinlichkeit bald, weil die Daten vielfach verwendet werden. Dient eine Stückliste sowohl der Produktionsplanung als auch der Kalkulation und der Kapazitätsdisposition, so wird ein eventueller Fehler bei einer der Verwendungen wohl rasch bemerkt.
- 9) Die IIV bildet den Rahmen, in den integrierte Vorhersage-, Planungs- und Optimierungsmodelle eingebettet werden können, mit deren Hilfe man lokale Suboptima vermeidet.

Die Nutzeffekte beim Übergang von nicht integrierten Teilsystemen zu einer stärkeren Integration lassen sich vor allem dadurch analysieren, dass man die Wirkung einer Automationsmaßnahme auf andere Funktionen und Prozesse verfolgt (Wirkungskettenanalyse) [LIN 95].

### 1.3 Besondere Probleme der Integrierten Informationsverarbeitung

- 1) Ein eingegebenes Datum wird im Regelfall in sehr vielen Programmen verarbeitet; daher ziehen fehlerhafte Eingaben zahlreiche Konsequenzen nach sich. Es ist deshalb eine besonders sorgfältige Eingabedatenprüfung vorzusehen. Wegen der Kettenreaktionen, die einmal aufgetretene Fehler in integrierten Systemen auslösen, ist maximale nicht mit optimaler Integration gleichzusetzen. Ähnlich wie man beispielsweise Forstgebiete durch Schneisen voneinander trennt, um die Ausbreitung von Waldbränden zu begrenzen, oder zwischen den einzelnen Komponenten einer Brücke Spalten lässt, damit sich die Verformung eines Brückenabschnitts nicht auf das ganze Bauwerk auswirkt, muss auch bei den Informationsarchitekturen an Stellen gedacht werden, an denen die Fehlerfortpflanzung endet. Es mangelt jedoch noch an theoretischen Überlegungen hierzu.
- 2) Um der notwendigen Vollständigkeit in einem integrierten System willen müssen auch solche Vorgänge eingespeichert und automatisch bearbeitet werden, für die wegen der kleinen Zahl oder wegen vieler Ausnahmeregelungen bei isolierten Programmen eine Automation nicht wirtschaftlich wäre. So wird man z. B. oft bei nicht integrierter IV die Kundengutschriften personell behandeln; in der IIV müssen sie aber dem Anwendungssystem zugeführt werden, weil Folgewirkungen auf die Führungsinformation im Vertriebssektor oder auf die Finanzbuchhaltung zu beachten sind. Personell und ohne Unterstützung durch die Rechenanlage getätigte Einkäufe sind wegen der Führung von Vormerkspichern zum Zweck der Lagerdisposition oder wegen der Finanz- und Liquiditätsplanung einzugeben.
- 3) Softwaretests in integrierten Lösungen, insbesondere aber auch Programmmodifikationen, sind wegen der vielfältigen Wechselwirkungen sehr kompliziert. Dies führt dazu, dass man die einzelnen Elemente nicht ausschließlich auf die zur Zeit der Planung vorgefundenen Ist-Zustände abstellen darf. Beispielsweise sind in den Nummernkreisen

Reserven zu halten und an vielen Stellen flexible Parameter oder Wahlmöglichkeiten vorzusehen.

- 4) Ein gewisses Problem liegt für viele Unternehmen, die integrierte Konzepte verwirklichen wollen, in der Rekrutierung der Systemplaner. Von diesen Mitarbeitern muss ein umfassendes betriebswirtschaftliches und gutes technisches Wissen ebenso gefordert werden wie die Fähigkeit, mathematische Dispositionsmodelle zu entwickeln. Schließlich ist es besonders für die Entwicklung von Führungsinformationssystemen notwendig, dass der Systemplaner alle Informationsbedürfnisse der Führungskräfte beurteilen kann. Die Heranbildung derartiger Mitarbeiter ist deshalb besonders schwierig, weil aus dem Wesen der IIV heraus eine Spezialisierung nur sehr begrenzt möglich und Vielseitigkeit unabdingbar ist. (Hier liegt eine der großen Herausforderungen bei der Ausbildung von Wirtschaftsinformatikern.)
- 5) Es fällt nicht leicht, integrierte Lösungen aus zugekauften Softwareprodukten verschiedener Anbieter zusammenzusetzen. Entscheidet man sich für die Erzeugnisse eines Softwarehauses, die untereinander integriert sind (oft etwas unglücklich als „Enterprise-Resource-Planning-Systeme“ (ERP-Systeme) bezeichnet), so ist in Kauf zu nehmen, dass nicht alle Teilsysteme die besten am Softwaremarkt sind. (Man erreicht nicht die so genannte **Best-of-breed-Solution**.) Die Anpassung an die Ziele und Nebenbedingungen des Anwenderunternehmens (**Customizing, Parametrisierung**) ist in der Regel recht aufwändig [DIT 06], [THO 96].
- 6) Je weiter die Informationsverarbeitung in den Betrieben fortgeschritten ist, desto intensiver stellt sich die Frage, wie so genannte Altsysteme („Legacy Systems“) **nachträglich** integriert werden („Ex-post-Integration“, vgl. [KAI 04, S. 20-22]). Ein typischer Anlass dazu ist der Zukauf eines neuen Geschäftsgebiets bzw. Tochterunternehmens oder eine Fusion. Wenn die Integration ohne ein grundlegendes Konzept fallweise geschieht, entstehen rasch schwer überschaubare Lösungen („Spaghetti-Integration“). Der in Abschnitt 1 erwähnte Begriff EAI wird zum Teil als Ansatz aufgefasst, mithilfe spezieller Methoden und Werkzeuge dem entgegen zu wirken (vgl. das praktische Beispiel auf Seite 9).
- 7) Die Konzeption und Realisierung einer IIV ist eine Investition großen Ausmaßes, deren Nutzeffekte sich erst nach einigen Jahren einstellen. Gerade die lange Realisierungszeit verführt immer wieder dazu, einzelne Programme ohne Rücksicht auf die Integration rasch fertig zu stellen und damit die Verwirklichung der integrierten Konzeption empfindlich zu stören oder gar unmöglich zu machen.

## 1.4 Teilsysteme der Integrierten Informationsverarbeitung

### 1.4.1 Operative Systeme

Die operativen Systeme lassen sich nach Ziel und Wesen in Administrations- und Dispositionssysteme teilen.

#### 1.4.1.1 Administrationssysteme

Administrationssysteme zielen auf die Rationalisierung der Massendatenverarbeitung und damit auf Rationalisierungsnutzen (insbesondere Kostensenkung und Entlastung des Personals von Routineaufgaben), aber auch auf die Beschleunigung von Prozessen bzw. auf Durchlaufzeitverkürzung.

### 1.4.1.2 Dispositionssysteme

Über die reine Administration hinaus haben Dispositionssysteme die Aufgabe, entweder menschliche Entscheidungen vorzubereiten oder diese zu erübrigen, indem die Rechenanlage sie selbst trifft.

Bei der automatischen Entscheidung kann man wieder zwei Zielsetzungen sehen:

- 1) Die automatische Entscheidung soll **besser** sein als die des Menschen.
- 2) Man ist zufrieden, wenn das IV-System Entscheidungen findet, die denen des Menschen **gleichwertig** sind. Ziel ist hier die Rationalisierung des Entscheidungsprozesses. Der menschliche Entscheidungsträger wird entlastet, wenn ihm das IV-System programmierbare Routineentscheidungen abnimmt, und vor allem brauchen automatische Abläufe nicht unterbrochen zu werden, um den Menschen einzuschalten. Wir wollen als Beispiel die Vorgangskette des Einkaufs wählen: Angenommen, ein Programm „Bestell-disposition“ ermittelt, dass gewisse Teile geordert werden müssen, erstellt die Einkaufsdokumente und überwacht die pünktliche und bestellmengengetreue Lieferung. Kann jetzt das System mithilfe eines DispositionsmodeLLs auch die Losgröße und den günstigsten Lieferanten bestimmen, so ist der Routineeinkaufsvorgang voll automatisierbar. Müsste hingegen zur Vorgabe einer Bestellmenge ein Einkaufsdisponent herangezogen werden, so entstünde eine „Automationslücke“, der Ablauf würde schwerfälliger und stärker von der Verfügbarkeit des Sachbearbeiters abhängig.

Die Dispositionentscheidungen werden durch Einbau von **Operations-Research-Modellen** und Methoden der **künstlichen Intelligenz** in die IIV vorbereitet bzw. erzeugt. Dabei ergibt sich freilich ein kompliziertes Problem:

Zu einer IIV gehört eine integrierte Optimierungsrechnung, durch die Suboptima vermieden werden. Nun geraten Optimierungsmodelle rasch sehr komplex, wenn man umfassendere Bedingungen gleichzeitig berücksichtigt, sodass exakte Lösungen nicht möglich sind. Als weitere Einflussgrößen wirken der Genauigkeitsgrad der Inputdaten und die Wahrscheinlichkeit, mit der nach Ermittlung des Optimums eine Änderung in den ursprünglich zu Grunde gelegten Daten eintritt. Nach einer derartigen Änderung wird oft personell und unter Verzicht auf das mit erheblichem Aufwand errechnete Optimum disponiert, weil ein neuer Programmlauf nicht sofort möglich ist (dieser Fall spielt vor allem bei der Konzeption von Fertigungsablaufplanungsmodellen oder in der Logistik eine bedeutende Rolle).

Hanssmann [HAN 62] gelangt zu der Feststellung: „... the notation of an exact optimum does not appear to be very meaningful anyway in the light of the crudeness of data and concepts.“

Stahlknecht [STA 78] schreibt: „Eine schnelle Näherungslösung ist besser als ein langwierig gewonnenes Optimum, das ohnehin nur das Optimum des Modells und nicht das der erwarteten Realität ist.“

Soweit Dispositionssysteme primär nicht innerbetrieblich wirken, sondern gegenüber Kunden, kann man auch von einem **Beratungssystem** sprechen. Ein Beispiel ist die Ausarbeitung eines Finanzierungsvorschlags, den ein Anlagenbauer im Rahmen seines Kundenkontakts (vgl. Abschnitt 3.2.2.3) als Mehrwertdienst unterbreitet.

Aus der Sicht der Wirtschaftsinformatik ist wichtig: Während bei Administrationssystemen oft die Überlegenheit des IV-Systems allein schon wegen der Bewältigung großer Transaktionszahlen leicht nachzuweisen ist, wie etwa in dem Teilprozess „Fakturierung – Debitorenbuchung – Kundenzahlung – Debitorenbuchung“, muss bei Dispositionssystemen immer

wieder neu untersucht werden, ob eine personelle oder eine maschinelle Disposition besser ist.

#### **1.4.2 Planungssysteme**

Geht man davon aus, dass in einer integrierten Konzeption sowohl die Administrations- als auch die Dispositionssysteme realisiert sind, dann besteht die konsequente Weiterentwicklung der industriellen Informationsverarbeitung darin, das System und insbesondere seine Daten für die Planung heranzuziehen.

Hierzu werden Planungssysteme (vgl. Band 2) entwickelt, die man als Fortsetzung der in die Informationsverarbeitung eingebetteten Dispositionsmodele auffassen kann. Jedoch bestehen die folgenden Unterschiede:

- 1) Die mithilfe von Dispositionsmodele vorgeschlagenen oder vom IV-System getroffenen Entscheidungen lösen vor allem **gut strukturierte** Probleme, die Planungsmodele hingegen **schlecht strukturierte**.
- 2) Die Dispositionsmodele dienen der Entscheidungsfindung bei Massen- und Routineproblemen, die meist **in kürzeren Abständen** periodisch auftreten (wie z. B. die Produktionsablaufplanung für bestimmte Perioden), während die Planungssysteme in der Regel für Entscheidungsprobleme verwandt werden, die nur **in größeren Zeitabständen** und zum Teil auch unregelmäßig anfallen (wie z. B. Planungen von Investitionen oder des Produktionsprogramms).
- 3) Tendenziell betreffen die Dispositionssysteme eher den Aufgabenbereich **mittlerer Manager**, wohingegen die Planungsmodele für die **Unternehmensführung** entwickelt werden.
- 4) Operative Systeme arbeiten mit Datenbanken zusammen, in welchen alle Veränderungen detailliert und zeitnah gespeichert werden. Hingegen bauen Planungssysteme vielfach auf Data Warehouses auf, in welchen man verdichtete und etwas länger konstant gehaltene Informationen festhält.
- 5) Während bei den Dispositionssystemen eine **Vollautomation** oft möglich ist (man denke etwa an die Materialdisposition), wird für Planungssysteme der Mensch stärker eingebunden werden müssen, sodass man meist **Mensch-Computer-Dialoge** wählt. Die Einschaltung des Menschen bei Planungsmodele ist vor allem notwendig, damit der unternehmerische Wille eingebracht werden kann, um Entwicklungen zu korrigieren, die sich einstellen würden, wenn das Geschehen (wie z. B. der Lebenszyklus eines Produkts) sich selbst überlassen bliebe.

#### **1.4.3 Kontrollsysteme**

Kontrollsysteme (siehe Band 2) sind das Pendant zu Planungssystemen. Sie dienen dazu, die Einhaltung von Plänen zu überwachen, und geben Hinweise darauf, ob korrigierende Maßnahmen eingeleitet werden müssen. In günstigen Fällen funktionieren sie ähnlich wie medizinische Prozesse mit der Abfolge „Symptomerkennung – Diagnose – Therapievorschlag – Therapieprognose“.

## 1.5 Methodische Hilfsmittel der Integrierten Informationsverarbeitung

### 1.5.1 Workflow-Management-Systeme

Das Anwendungsfeld von WMS erstreckt sich übergangslos von streng standardisierten Prozessen bis zu reinen Ad-hoc-Vorgängen: Detailgenau vorgeschriebene Abläufe, wie z. B. Geschäftsreise- oder Beschaffungsanträge, werden meist als so genannte „Production Workflows“, oft auch „Transactional Workflows“, implementiert. Das WMS transportiert den Vorgang von Arbeitsplatz zu Arbeitsplatz, wenn die festgelegten Ein- und Ausgangsbedingungen erfüllt sind (z. B. muss der Leiter einer Fachabteilung den Beschaffungsantrag erst unterschrieben haben, bevor der Einkauf Angebote einholt) [JAB 96]. Organisatorisch komplizierter sind teilstrukturierte Vorgänge („Administrative Workflows“), wie z. B. die Auftragsabwicklung oder die Reklamationsbearbeitung (siehe Abschnitt 3.7). Hier muss das WMS die Möglichkeit bieten, Vorgangsspezifikationen im laufenden Betrieb zu ändern [WAR 97] bzw. die „passenden“ Bearbeiter für den nächsten Vorgangsschritt, z. B. mithilfe einer Organisationsdatenbank [RUP 92] oder durch den Einsatz von Wissensbasen [LUT 91], flexibel auszuwählen. Bei völlig freien, ungeplanten Vorgängen („Ad-hoc-Workflows“) leiten die Bearbeiter die Informationen personell an die nachfolgenden Instanzen. Die Aufgaben des WMS beschränken sich auf den Transport und die Protokollierung der Vorgänge.

WMS auf Basis von **Dokumenten-Management-Systemen (DMS)** sollen helfen, zwei separate Informationsstränge – papiergestützte Dokumente und formatierte Daten – zu vermeiden und zu einer engen Integration von Daten- und Dokumentenverarbeitung zu gelangen. So erlauben z. B. so genannte „Links“ zwischen einer gescannten Lieferantenrechnung und dem entsprechenden Eintrag in der Lieferantenrechnungsdatei, dass bei der Anzeige des formatierten Datensatzes gleichzeitig das Rechnungsdokument am Bildschirm erscheint.

### 1.5.2 Rücklaufdokument

Zur Verminderung des Eingabeaufwands und zur Herstellung von Verbindungen zwischen den Programmen dient das Prinzip des **Rücklaufdokuments**: Ein von einem Programm in maschinell lesbarer Form ausgegebener Beleg kehrt nach dem Geschäftsvorfall zur Rechenanlage zurück und wird in demselben oder in einem anderen Programm verarbeitet. Beispielsweise gibt das Teilsystem Kommissionierung (vgl. Abschnitt 3.6.3) Entnahmedokumente in Form von magnetisch bzw. optisch erkennbaren Etiketten aus, die nach der Entnahme der Artikel aus den Regalen wieder eingelesen werden. Das physische Rücklaufdokument kann durch eine Art „logischen Beleg“ in Form einer Bildschirrmaske ersetzt werden. Zum Beispiel wird auf dem Bildschirm im Lager die Berechtigung zur Entnahme einer gewissen Anzahl eines bestimmten Teils für einen Fertigungsauftrag gezeigt, wenn der Transporteur mit dem Materialentnahmeschein vorspricht und der Lagerverwalter die Nummer des Zettels in das Gerät einscannt. Der Verwalter bringt dem System den Entnahmevergäng durch Eingabe weniger zusätzlicher Zeichen zur Kenntnis. Das Papier-Dokument kann ganz vermieden werden, wenn der Mensch ein mobiles Gerät, z. B. einen PDA (Persönlichen Digitalen Assistenten) mitführt (vgl. z. B. die Anwendung durch Service-Mitarbeiter in Abschnitt 3.7.3).

### 1.5.3 Hilfsmittel zur Führungsinformation

Zu den methodischen Hilfsmitteln kann man auch einige Techniken zählen, die speziell der Ableitung von Managementinformationen und deren Präsentation dienen. Diese werden in Band 2 behandelt.

## 1.6 Beiträge der Integrierten Informationsverarbeitung zur Unternehmensmission

Abbildung 1.6/1 zeigt, wie Informationsverarbeitung die Mission des Industrieunternehmens unterstützen kann.

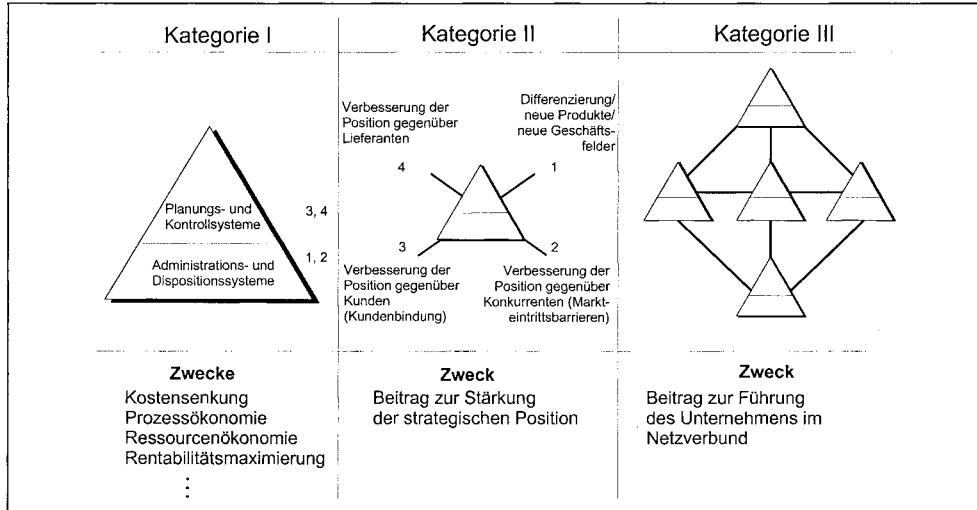


Abb. 1.6/1 Beiträge der IV zur Erfüllung der Unternehmensmission

Kategorie	Beispiel
I1	Lohnabrechnung in Verbindung mit automatischer Betriebsdatenerfassung
I2	Integrierte Feinsteuerung der Montage und der Versandlogistik
I3	Rechnergestützte kombinierte Planung des Absatzes und der Produktionskapazität
I4	Schwachstellenanalyse des Betriebsergebnisses
II1	Verkauf von Werkzeugmaschinen mit selbsttätiger Diagnose von Abnutzungerscheinungen und multimedialem Wartungshandbuch („embedded systems“, „intelligente Produkte“)
II2	Aufstellung von Kiosksystemen in Handelsbetrieben, die die Endverbraucher besonders auf die Erzeugnisse des Industriebetriebs aufmerksam machen und mit Angebots- und Lagerbevorzugungssystemen integriert sind
II3	Verstärkte Kundenbindung dadurch, dass das Einkaufssystem des Kundenbetriebs mit dem Verkaufssystem des Lieferantenbetriebs automatisch kommuniziert und „verhandelt“, z. B. über das Internet
II4	Integration der Produktionsplanungs- und -steuerungssysteme von Kunden und Lieferanten (will der Lieferant aus den Verträgen „ausbrechen“, so entstehen ihm besonders hohe Transaktionskosten für den Systemwechsel), Einkaufsauktionen („reverse auctions“) über Elektronische Märkte, die die Lieferanten veranlassen, einander im Preis zu unterbieten (vgl. Abschnitt 3.3.2.5)
III	Systeme zum Lieferkettenmanagement (Supply Chain Management, vgl. Abschnitt 4.4)

Abb. 1.6/2 Beispiele für Anwendungssysteme zur Unterstützung von Aufgaben im Industriebetrieb

Diese Aufgabenpakete sind so gereiht, dass von links nach rechts die Herausforderung zunimmt, unkonventionelle, innovative Anwendungssysteme zu entwickeln. Gleichzeitig setzt die Einführung solcher Systeme eine gewisse Reife des Informationsmanagements im Betrieb voraus; daher mag man in erster Näherung davon ausgehen, dass sich die IV über der

Zeitachse von Kategorie I zu Kategorie III entwickelt. Ausnahmen hiervon sind denkbar. So kann ein Unternehmen ein strategisch wichtiges, isoliertes System haben, im Übrigen aber schwache operative Systeme. Abbildung 1.6/2 bringt Beispiele für AS in den einzelnen Kategorien, wobei darauf Wert gelegt wurde, die Integrationsaspekte zumindest anzudeuten.

## 1.7 Anmerkungen zu Kapitel 1

- [ALT 04/KUH 05/  
SCHE 03] Alt, R. und Österle, H., Real-time Business, Berlin 2004; Kuhlin, B. und Thielmann, H. (Hrsg.), The Practical Real-Time Enterprise, Berlin-Heidelberg-New York 2005; Scheer, A.-W., Abolhassan, F. und Bosch, W. (Hrsg.), Real-Time Enterprise, Berlin 2003.
- [BEC 91] Becker, J., CIM-Integrationsmodell, Berlin u.a. 1991, S. 173-180.
- [CHR 03] Christ, O., Content-Management in der Praxis, Berlin u.a. 2003, S. 11.
- [DIT 06] Dittrich, J., Mertens, P., Hau, M. und Hufgard, A., Dispositionsparameter in der Produktionsplanung mit SAP, 4. Aufl., Braunschweig-Wiesbaden 2006.
- [DOR 04] Dorda, C., Steiert, H.-P. und Sellentin, J., Modellbasierter Ansatz zur Anwendungsintegration, Information Technology 46 (2004) 4, S. 200-210.
- [DUR 07] Durst, M. und Daum, M., Erfolgsfaktoren serviceorientierter Architekturen, HMD 44 (2007) 253, S. 18-27.
- [EDW 00/RUH 00] Edwards, P. und Newing, R., Application Integration for e-Business, Business Intelligence 2000, London 2000; Ruh, W., Maginnis, F. und Brown, W., Enterprise Application Integration: A Wiley Tech Brief, New York 2000.
- [FEL 04] Feld, C.S. und Stoddard, D.B., Getting IT Right, Harvard Business Review 82 (2004) 2, S. 72-79.
- [GAB 03] Gabriel, R. und Beyer, D., Informationsmanagement in Organisationen, Stuttgart 2003, Kap. 7.
- [HAN 62] Hanssmann, F., Operations Research in Production and Inventory Control, New York-London 1962, S. 5.
- [HEI 89] Heilmann, H., Integration: Ein zentraler Begriff der Wirtschaftsinformatik im Wandel der Zeit, Handbuch der modernen Datenverarbeitung 26 (1989) 150, S. 46-58, insbes. S. 51.
- [HEI 99] Bei Heine findet man vertiefende Ausführungen zur Datenintegration unter Verwendung moderner Werkzeuge wie Repositories oder Data Warehouses, Data Marts oder objektorientierter Modellierung der Datenlogistik (Heine, P., Unternehmensweite Datenintegration, Stuttgart-Leipzig 1999).
- [FIS 99/HEI 04/ROS 99] Fischer, J., Informationswirtschaft: Anwendungsmanagement, München-Wien 1999; Heinrich, L.J., Heinzl, A. und Roithmayr, F., Wirtschaftsinformatik-Lexikon, 7. Aufl., München-Wien 2004, S. XII-XIII; Rosemann, M., Gegenstand und Aufgaben des Integrationsmanagements, in: Scheer, A.-W., Rosemann, M. und Schütte, R. (Hrsg.), Integrationsmanagement, Arbeitsbericht Nr. 65 des Instituts für Wirtschaftsinformatik der Universität Münster, Münster 1999.
- [HOF 88] Hofmann, J., Aktionsorientierte Datenverarbeitung im Fertigungsbereich, Berlin u.a. 1988.
- [IRA 03] Irani, Z., Themistocleous, M. und Love, P., The Impact of Enterprise Application Integration on Information System Lifecycles, Information & Management 41 (2003) 2, S. 177-187.
- [JAB 96] Jablonski, S. und Bußler, C., Workflow Management – Modeling Concepts, Architecture and Implementation, London u.a. 1996, S. 49-52.

- [KAI 04] Kaib, M., Enterprise Application Integration – Grundlagen, Integrationsprodukte, Anwendungsbeispiele, Wiesbaden 2004.
- [KUR 05] Kurbel, K., Produktionsplanung und -steuerung im Enterprise Resource Planning und Supply Chain Management, 6. Aufl., München 2005, S. 258-262.
- [LIE 01/DAN 02] Ließmann, H., Enterprise Application Integration (EAI), in: Mertens, P. u.a. (Hrsg.), Lexikon der Wirtschaftsinformatik, 4. Aufl., Berlin u.a. 2001, S. 180-181; Dangelmaier, W., Buhl, L., Christ, J., Pape, U. und Rüther, M., Systementscheidung Enterprise Application Integration, in: Meyer, M. (Hrsg.), CRM-Systeme mit EAI, Wiesbaden 2002, S. 231-254.
- [LIN 95] Linß, H., Integrationsabhängige Nutzeffekte der Informationsverarbeitung, Wiesbaden 1995.
- [LUT 91] Lutze, R. und Kohl, A. (Hrsg.), Wissensbasierte Systeme im Büro, München-Wien 1991.
- [MAR 06] Marks, E. und Bell, M., Service-Oriented Architecture – A Planning and Implementation Guide for Business and Technology, Hoboken 2006, S. 34.
- [MER 94] Mertens, P., Neuere Entwicklungen des Mensch-Computer-Dialogs in Berichts- und Beratungssystemen, Zeitschrift für Betriebswirtschaft 64 (1994) 1, S. 35-56.
- [MER 04] Mertens, P., Bodendorf, F., König, W., Picot, A., Schumann, M. und Hess, T., Grundzüge der Wirtschaftsinformatik, 9. Aufl., Berlin u.a. 2004.
- [REI 07] Reinheimer, S., Lang, F., Purucker, J. und Brügmann, H., 10 Antworten zu SOA, HMD 44 (2007) 253, S. 7-17.
- [RUP 92] Rupietta, W., Organisationsmodellierung zur Unterstützung kooperativer Vorgangsbearbeitung, WIRTSCHAFTSINFORMATIK 34 (1992) 1, S. 26-37.
- [SAM 97] Sametinger, J., Software Engineering with Reusable Components, Berlin u.a. 1997.
- [SCHU 92] Schumann, M., Betriebliche Nutzeffekte und Strategiebeiträge der großintegrierten Informationsverarbeitung, Berlin u.a. 1992, S. 6-52.
- [SPE 05] Speyerer, J., Flexible Integration der Informationsverarbeitung im Supply Chain Management mit Web Services unter besonderer Berücksichtigung von Logistikdienstleistern, Berlin 2005, S. 72-77.
- [STA 78] Stahlknecht, P., Strategien zur Implementierung von OR-gestützten Planungsmodellen in der Praxis, Die Betriebswirtschaft 38 (1978) 1, S. 39-50.
- [THO 96] Thome, R. und Hufgard, A., Continuous System Engineering – Entdeckung der Standardsoftware als Organisator, Würzburg 1996.
- [TUR 01] Turowski, K., Fachkomponenten – Komponentenbasierte betriebliche Anwendungssysteme, Habilitationsschrift, Magdeburg 2001.
- [WAR 97] Wargitsch, C. und Wewers, T., FLEXWARE: Fallorientiertes Konfigurieren, in: Müller, M., Schumann O. und Schumann, S. (Hrsg.), Beiträge zum 11. Workshop „Planen und Konfigurieren“, im Rahmen der 4. Deutschen Tagung „Wissensbasierte Systeme“ (XPS-97), Erlangen 1997, S. 45-55.
- [WOO 06] Woods, D. und Mattern, T., Enterprise SOA-Designing IT for Business Innovation, Sebastopol 2006, S. 323.

## 2 Integrationsmodelle und Informationsarchitekturen

### 2.1 Integrationsmodelle

Integrationsmodelle sollen helfen, einen strukturierten Rahmen für die Anwendungsentwicklung zu schaffen. Sie begünstigen die planvolle Entstehung von Anwendungssystemen, weil damit redundante Bausteine (Programme oder Daten) und Lücken in der Informationsstruktur eines Unternehmens erkannt werden können.

Integrationsmodelle lassen sich nach mehreren Kriterien gliedern. Eine Aufteilung orientiert sich teilweise an der Typologie Integrierter Informationsverarbeitung (IIV) (vgl. Abschnitt 1.1). Je nachdem, ob die Datenintegration oder die Funktionsintegration im Vordergrund steht, kann man **Unternehmensdaten-** und **Unternehmensfunktionsmodelle** unterscheiden. Will man die zeitlichen Abläufe stärker betonen, so ist ein **Prozessmodell** zu entwickeln.

Es sind weitere Ergänzungen möglich, z. B. die Verknüpfung von Funktionen mit **organisatorischen Einheiten** (vgl. dazu die ARIS-Architektur in [SCHE 01], [SCHE 02]) oder **Rollen** [WAL 05]. Diese sind Aufgaben, die alternativ mehrere Mitarbeiter ausfüllen können (so wie z. B. mehrere Schauspieler bei unterschiedlichen Aufführungen die Rolle einer Person der Handlung übernehmen). Rollen sind vor allem bei Workflow-Management-Systemen (vgl. Abschnitt 1.5.1) oder bei Führungsinformationssystemen (Band 2) wichtig. Eine große, noch nicht befriedigend gelöste Herausforderung besteht darin, bei den Instanzen des Organisationsplans und bei den Rollen die verfügbaren Kapazitäten abzuspeichern und zu verwalten.

Nach der Integrationsreichweite bzw. dem Geltungsbereich lassen sich Modelle für Unternehmen von solchen unterscheiden, die **Wirtschaftszweige**, **Branchen** oder **zwischenbetriebliche Integrationsbeziehungen** abbilden.

Wenn die Abbildung nur grundlegende Konzepte zum systematischen Aufbau betrieblicher Anwendungssysteme repräsentiert, spricht Scholz-Reiter von einem **konzeptionellen Modell** [SCHO 90]. Dieses stellt ein abstraktes Schema dar, das betriebliche Anwendungssysteme unternehmens- und branchenunabhängig beschreibt. Ein Abbild, auf das mehrere Unternehmen mit vergleichbaren Gegebenheiten Bezug nehmen können, wird als **Referenzmodell** bezeichnet [BEC 99], [SCHO 90]. Alle diese Modelle lassen sich um ein **Vorgehensmodell** ergänzen, das die Schritte zur Modellverwirklichung beschreibt.

Eine weitere Systematik ergibt sich, wenn man die **Abbildungshilfen** bzw. **Beschreibungsmittel** des Integrationsmodells sieht. Man kann danach unterscheiden, ob formale (ähnlich Programmiersprachen), grafische, verbale oder tabellarische Darstellungen überwiegen, ferner danach, ob zur Darstellung rechnergestützte Werkzeuge, wie z. B. Datenbanken, Methodenbanken oder Data Dictionaries (vgl. Band 2), herangezogen werden. Übersichten der Werkzeuge zur **Integrationsmodellierung** und zur Darstellung von **Informationsarchitekturen** (siehe unten) findet man bei [BER 06], [DEL 07], [LAN 05]. Die Wahl der Beschreibungsmittel hängt stark vom Integrationsgegenstand ab. So eignet sich z. B. für Unternehmensdatenmodelle die Entity-Relationship-Methode; hingegen kommen für funktions- oder prozessorientierte Modelle eher Funktionsbäume bzw. -übersichten oder Datenflusspläne in Verbindung mit tabellarischen Übersichten in Betracht. Dadurch wird es erleichtert, die Reihenfolge der Prozessschritte und den zeitlichen Ablauf zu demonstrieren; darüber hinaus lassen sich Funktionen oder Prozesse schwerer als Daten mit Symbolen repräsentieren. In

diesem Werk dominiert die Funktionsorientierung; daher wurden auch die letztgenannten Darstellungstechniken benutzt.

## 2.2 Informationsarchitekturen

Im Folgenden werden unter der Architektur eines Systems dessen Bauplan in Form einer Beschreibung seiner Komponenten und ihrer Beziehungen unter allen relevanten Blickwinkeln sowie die dem Bauplan zu Grunde liegenden Konstruktionsprinzipien verstanden [SIN 02] (vgl. auch [BER 06], [WAL 96, S. 26-46]). In der Fachliteratur werden zahlreiche Architekturbegriffe und -formen unterschieden [ACK 06], [BIE 06], [KEL 07], [WIN 06], [WOO 06]. Wir beschränken uns hier auf folgende drei:

- 1) Eine „Anwendungsarchitektur“ als stark verdichtete Sicht auf die Anordnung von Vorgängen bzw. Prozessen und Anwendungssystemen,
- 2) eine „Informationstechnikarchitektur“, welche die unterschiedlichen Hardware-Bausteine umfasst, und
- 3) eine „Sicherheitsarchitektur“, die unter anderem die Fragen beantwortet, welche Rollenträger auf welche Daten zugreifen dürfen [ITI 07], [FER 01] oder zwischen welchen Teilsystemen kein Datenaustausch stattfinden soll („Firewall“) (vgl. [WHI 05]).

Weitere Architekturvarianten diskutiert beispielsweise Krcmar [KRC 05].

Ein Beispiel für eine Informationsarchitektur als Zusammenspiel aus den Punkten 1) und 2) ist in Abbildung 3.5.2.8/3 dargestellt.

Eine grundlegende architektonische Alternative liegt darin, ob man große Programmkomplexe mit umfangreichen Funktionen oder kleinere, intensiv miteinander kooperierende („Modulbauweise“) schafft. Die Module lassen sich mehr „in der Fläche“ oder mehr „in der Höhe“ anordnen. Beispielsweise kann man ein Produktionsplanungssystem so zu konstruieren versuchen, dass es die Aufträge bis zu kleinsten Arbeitsschritten hin disponiert. Im Gegensatz dazu steht die hierarchische Produktionsplanung, bei der jeweils eine übergeordnete Komponente, ähnlich wie der Vorgesetzte in einer Führungspyramide, den untergeordneten Programmabausteinen einen Rahmenauftrag, z. B. eine Produktionsmenge samt Terminen, vorgibt und die Detaildisposition dem untergeordneten Teilsystem überlässt (vgl. Abschnitt 3.5.2.2).

Darüber hinaus wurden zur inner- und zwischenbetrieblichen Integration diverse Kopplungsarchitekturen entworfen. Man kann drei Erscheinungsformen unterscheiden [SCHI 02].

- 1) Eine ereignisorientierte Kopplungsarchitektur („Event-driven Architecture“) dient der Anzeige von Ereignissen und der Übertragung der zugehörigen Daten zwischen Anwendungssystemen durch Austausch von Nachrichten (lose Kopplung) [FER 05]. Dabei müssen die verwendeten Nachrichtenformate und Kommunikationsprotokolle definiert werden. Unter anderem sind Reihenfolgen festzulegen, mit denen Aufgaben bearbeitet werden (vgl. auch Punkt 5 in Abbildung 1.1/1).
- 2) Datenorientierte Kopplungsarchitekturen bezwecken die Manipulation gemeinsamer Daten mehrerer Anwendungssysteme. Die auf den Daten operierenden Funktionen sind zu verbinden, damit die Programme den gemeinsamen Datenspeicher nach einheitlichen Vorschriften füllen und ändern (enge Kopplung) [FER 05].
- 3) Funktionsorientierte Kopplungsarchitekturen ermöglichen die gemeinsame Nutzung von Funktionen und gegebenenfalls zugehöriger Daten durch mehrere Anwendungssysteme.

me. Beispielsweise ist bei zwischenbetrieblicher Integration festzulegen, ob man Programmmoduln, welche Funktionen realisieren, die in zwei oder mehreren Unternehmen benutzt werden, in allen Betrieben oder nur in einem hält.

Zur Entwicklung, Veränderung und Beschreibung sind zahlreiche formale Methoden bzw. Werkzeuge verfügbar. Bei Leist-Galanos sowie Leist und Zellner findet man Vergleiche [LEI 06a], [LEI 06b].

Zwischen Informationsarchitekturen und Integrationsmodellen bestehen Beziehungen, die sowohl in der Wissenschaft als auch in der Praxis unterschiedlich gesehen werden. Beispielsweise kann man Einzelheiten einer im Übrigen groben Architektur in detaillierten Integrationsmodellen abbilden.

## 2.3 Referenzmodell der Integrierten Informationsverarbeitung in der Industrie

### 2.3.1 Verarbeitungslogische Datentypisierung

Die in diesem Buch beschriebene Konzeption ist im Sinne von Abschnitt 2.1 als sehr allgemeines bzw. grobes Referenzmodell zu sehen. Ihr liegt die Typologie der Datenbestände gemäß Abbildung 2.3.1/1 zu Grunde.

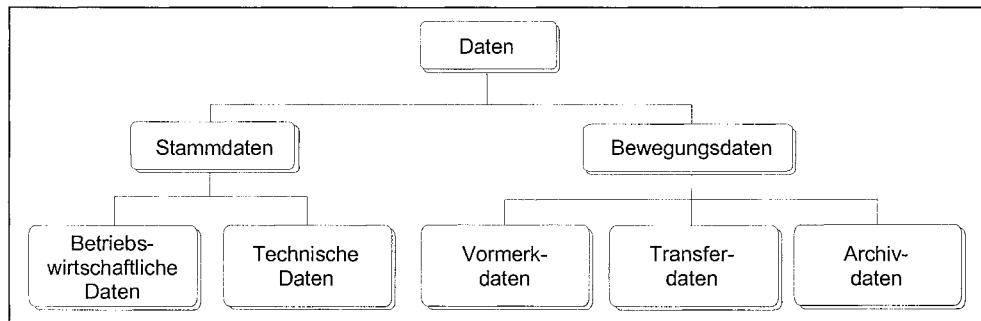


Abb. 2.3.1/1 Typologie der Datenbestände

#### 1) Stammdaten

Es handelt sich hierbei um all jene Datenbestände, die nur im Ausnahmefall verändert werden. Die wichtigsten Stammdaten einer IIV sind: Kunden, Lieferanten von Erzeugnissen und Dienstleistungen (z. B. Verkehrsträger), Material – unter dieser Bezeichnung sollen Roh-, Hilfs- und Betriebsstoffe sowie Halb- und Fertigfabrikate zusammengefasst werden –, Stücklisten (Erzeugnisstrukturen), Arbeitspläne (Fertigungsvorschriften), Betriebsmittel, Kostenstellen und Personal.

Stammdaten kann man in **betriebswirtschaftliche** und **technische** unterteilen. Zu den technischen Daten gehören insbesondere solche, die geometrische und physikalische Eigenschaften (z. B. Durchmesser eines Drehteils, Oberflächengüte, Härte eines Werkstoffes, chemische Zusammensetzung eines pharmazeutischen Erzeugnisses) beschreiben. Innerhalb von modernen integrierten IV-Systemen verwischt sich allerdings diese Unterscheidung; beispielsweise benötigt man technische Daten für die Vorkalkulation oder für Angebotssysteme (Produktpräsentation und -konfiguration, vgl. Abschnitt 3.2.2).

## 2) Bewegungsdaten

Die Bewegungsdaten lassen sich in die Vormerkdaten, die Transferdaten und die Archivdaten untergliedern.

**Vormerkdatenbestände** (Offene Posten) sind dadurch charakterisiert, dass sie nur vorübergehend benötigt werden und ein geplanter Zeitpunkt oder ein zu erwartender Vorgang existiert, bei dessen Eintreffen sie gelöscht werden. Die wichtigsten Vormerkbestände sind: eröffnete Angebote, erfasste, aber noch nicht abgerechnete Kundenaufträge, Offene Posten Kreditoren, Offene Posten Debitoren, veranlasste, aber noch nicht gemeldete Inventuren, veranlasste, aber noch nicht abgeschlossene Fertigungs- und Instandhaltungsaufträge, abgesandte Lagerüberweisungen, für die der Eingang im empfangenden Lager der Rechenanlage noch nicht gemeldet wurde, Wareneingänge, für die noch die Lieferantenrechnung aussteht, und offene Bestellungen an Lieferanten.

Mit Vormerkdaten verfolgt man zwei Ziele: Zum einen enthalten sie **Erwartungswerte**, die bei zukunftsorientierten Dispositionen in Rechnung gestellt werden müssen. Beispielsweise berücksichtigt das Programm Finanz- und Liquiditätsdisposition/Cash Management (vgl. Abschnitt 3.8.2) die zu erwartenden Verbindlichkeiten aus Bestellungen und liest diese aus dem Vormerkspeicher Bestellungen. Zum anderen werden Vormerkdaten **periodisch von Überwachungssystemen benutzt** und unterstützen dadurch pünktliche Veranlassungen. So dienen z. B. die Offenen Posten Debitoren zur Anmahnung überfälliger Zahlungen.

**Transferdatenbestände** bezeichnen solche Daten, die von einem Programm generiert oder bearbeitet wurden und nun einem anderen geliefert werden. Beispielsweise stellt das Programm Entgeltabrechnung die für die Hauptbuchhaltung wichtigen Daten in einem Transferspeicher zur Verfügung (vgl. Punkt 5.2 in Abbildung 1.1/1).

Als **Archivdaten** bezeichnet man abgespeicherte Vergangenheitswerte, insbesondere Zeitreihen und historische Aktionen. Beispiele sind Messwerte in der Qualitätskontrolle oder Ausfälle, Inspektionsergebnisse und Reparaturen bei einem Betriebsmittel.

In dem Maße, in dem Kunden und andere Geschäftspartner in die Datenbestände eines Betriebs (z. B. Produktkataloge, Lagervorräte, Stand einer Reklamationsbearbeitung) Einsicht nehmen können, ist zusätzlich zwischen extern zugänglichen und rein internen Informationen zu trennen (vgl. dazu z. B. die Abschnitte 3.3.3.2 über Quick Response oder 4.4 über Supply Chain Management).

Die hier eingeführte Unterscheidung verschiedener Datentypen ist eine logische. Physisch können mehrere Typen eine Einheit bilden. Zum Beispiel kann man die Lagerabgänge, die vom Programm Lagerbestandsführung (vgl. Abschnitt 3.4.3) mithilfe eines Transferspeichers dem Programm Lagerabgangsprognose (vgl. Abschnitt 3.3.2.1) zur Verfügung gestellt werden, ebenso wie die Zeitreihe der historischen Lagerentnahmen, in gesonderten Feldern der Teilestammsätze bzw. -relationen festhalten. Umgekehrt mögen logisch zusammengehörige Informationen physisch verteilt gespeichert sein.

### 2.3.2 Funktionsmodellierung

Unter einer Funktion begreifen wir eine Tätigkeit, die auf die Zustands- oder Lageveränderung eines Objekts ohne Raum- und Zeitbezug abzielt. Eine Funktionsbezeichnung besteht aus zwei Komponenten, einem Verb (Verrichtung) und einem Substantiv (Objekt), auf das sich dieses Verb bezieht (z. B. „Bestellgrenze ermitteln“).

Primäres Ziel der Funktionsmodellierung in diesem Werk ist, einen Überblick über das „Was“ in der IIV zu vermitteln. Daran schließen sich die Fragen nach dem „Wie“ (der Methodik) und dem „Wann“ (der Reihenfolge) an. In einem „reinen Funktionsmodell“ haben beide Betrachtungsweisen keinen Platz; jedoch würde ein solches Modell nur als erweiterte Checkliste dienen können, während in einem Lehrbuch auch methodische Alternativen (z. B. zur Ermittlung von Bestelpunkten in der Lagerwirtschaft) oder Reihenfolgeprobleme (Produktionsplanung vor oder nach der Instandhaltungsplanung?) aufgezeigt werden müssen. Insofern sind für unsere Darstellung Konzessionen notwendig.

Für ein ideales Funktionsmodell gelten unter anderem folgende Grundsätze [LUD 92]:

### 1) Prinzip der einheitlichen Dekomposition

Bei der Zerlegung von Funktionen innerhalb der Hierarchien kann man sich an **Objekten** (z. B. Qualitätskontrolle bei Eigenfertigungs- und bei Fremdbezugsteilen) oder wieder an **Funktionen** (Mengen-, Termin- und Qualitätskontrolle als Bestandteile der Produktionsüberwachung) orientieren. In unserer Darstellung dominiert die funktionsorientierte Dekomposition. Eine konsequente Einhaltung dieses Prinzips hätte allerdings dazu geführt, dass nahezu selbstverständliche oder gar triviale Teilfunktionen zu beschreiben wären, während andere reizvolle Aspekte keinen Platz fänden. An solchen Stellen wurde das Prinzip der einheitlichen Dekomposition zugunsten didaktischer Vorteile bewusst verletzt.

### 2) Prinzip der Vollständigkeit

Dieses bedingt vor allem die Darstellung der Hierarchien bis zu den Elementarfunktionen. Spang [SPA 91] definiert diese als „aus betriebswirtschaftlicher Sicht nicht weiter sinnvoll aufteilbare Vorgänge“. Die Elementarfunktion kann als Übergang zur IV-technischen Implementierung gesehen werden. Sie ist oft nicht deutlich zu isolieren. Vor allem aber muss schon aus pragmatischen Gründen bei der Modellierung auf höheren Hierarchieebenen abgebrochen werden, wie die folgende rechnerische Überlegung zeigt: Mit je fünf Unterfunktionen pro Funktion ergeben sich bei fünf Hierarchien  $5^4 = 625$  Elementarfunktionen und  $1 + 5^1 + 5^2 + 5^3 + 5^4 = 781$  Funktionen insgesamt. Macht man die Hierarchien flach, so sind pro Funktion mehr Unterfunktionen vorzusehen. Abgesehen davon, dass man so unter Umständen die Wirklichkeit „vergewaltigt“, leidet die Übersicht.

Im Sinne der Modellierungstheorie [MER 92] kann man dem vorliegenden Modell folgende Merkmale zuordnen:

### 1) Abbildungsmerkmale

- a) Modellreichweite: Industriebetrieb, innerbetrieblich, dazu verschiedene Hinweise auf zwischenbetriebliche Integration
- b) Behandelte Teilbereiche: alle Funktionalbereiche und Kernprozesse

### 2) Verkürzungsmerkmale

- a) Integrationsgegenstand: Funktion
- b) Modellangleichung an die Realität: Referenzmodell
- c) Abbildungshilfen: verbal – tabellarisch – grafisch

### 3) Pragmatische Merkmale

- a) Zweck: Funktionsintegration, darüber hinaus Ausgangspunkt für Programmintegration, Methodenintegration, Prozessintegration und Datenintegration
- b) Nutzung in den Entwicklungsphasen von Anwendungssystemen: Rahmenplanung, Ist-Analyse (Checkliste), Bewertung und Auswahl von Standardsoftware

#### 2.3.3 Prozessmodellierung

Eng verwandt mit dem Begriff Funktion ist der des **Prozesses**. Ein Prozess entsteht aus einer Folge von einzelnen Funktionen (Funktionsablauf) und weist einen definierten Anfangspunkt (Auslöser des Prozesses) sowie Endpunkt (Endzustand) auf. Umgekehrt setzt das Erfüllen einer komplexen Funktion (z. B. Personalwirtschaft, Anlagenmanagement, Controlling) viele einzelne Prozesse voraus.

Mit der detaillierteren Berücksichtigung von Reihenfolgen bzw. Ablaufbeziehungen würde man den Übergang zu einem **Prozessmodell** vollziehen. Prozessmodelle sind weit weniger generalisierbar als Funktionsmodelle, weil die Kombinatorik durch Wahlmöglichkeiten, z. B. bei der Reihenfolge von Schritten, stark wächst. Daher wird die Darstellung eines Prozessmodells hier primär nicht angestrebt. Sinnvoll ist eine solche Betrachtung überall dort, wo logistische Prozesse ablaufen und durch entsprechende Informationsflüsse unterstützt werden. Weniger zweckmäßig ist eine Prozessbetrachtung bei Querschnittsfunktionen wie Personal, Finanzen, Rechnungswesen oder Anlagenmanagement (vgl. Abbildung 1.1/4).

Im Folgenden sind die für einen Industriebetrieb wesentlichen Geschäftsprozesse (Vorgangsketten) in Anlehnung an Scheer [SCHE 97] und Wildemann [WIL 93] überblicksartig abgegrenzt. Unternehmen mit auftrags- bzw. kundenwunschorientierter Fertigung stehen im Vordergrund; die abgegrenzten Geschäftsprozesse ergeben sich – mit Ausnahme der Anfrage-/Angebotsabwicklung – auch grundsätzlich bei Vorratsfertigung (siehe Abbildung 2.3.3/1, die Zahlen lassen die zugehörigen Abschnitte in diesem Buch erkennen).

#### 1) Forschung sowie Produkt- und Prozess-Entwicklung („idea-to-product“)

Sie umfasst die technischen Aktivitäten von der Produktidee bis zur Produktausreifung für die Fertigung.

#### 2) Anfrage-/Angebotsabwicklung („customer-to-order“)

Bei kundenwunschorientierter Fertigung gehen den in der Produktion umzusetzenden Aufträgen in der so genannten Pre-Sales-Phase Kundenanfragen und Angebote voraus.

#### 3) Auftragsabwicklung im engeren Sinn („quote-to-cash“)

Dieser Geschäftsprozess soll die dem Produktionssektor unmittelbar vor- und nachgelagerten Prozessschritte, die sich direkt auf den Auftrag beziehen, umfassen.

#### 4) Materialbeschaffung („demand-to-warehouse“)

Der Beschaffungsprozess beinhaltet die für Bestellungen von Zulieferteilen (Roh-, Hilfs-, Betriebsstoffe, Einzelteile sowie Halb-/Fertigfabrikate) maßgebenden Aktivitäten und enthält wie die Anfrage-/Angebots- und Auftragsabwicklung eine Schnittstelle zu unternehmensexternen Stellen.

#### 5) Produktion („order-to-product“)

Im Zusammenhang dieses Buches interessieren vor allem die Planung und Steuerung der Fertigung, jedoch lassen sich diese Vorgänge vor allem in hoch automatisierten Be-

trieben kaum noch von der Durchsetzung trennen. Beispielsweise wachsen die Werkstatt- und die Maschinensteuerung oder die Betriebs- und die Prozessdatenerfassung im Sinne einer Funktionsintegration so eng zusammen, dass eine separate Analyse gekünstelt sein müsste.

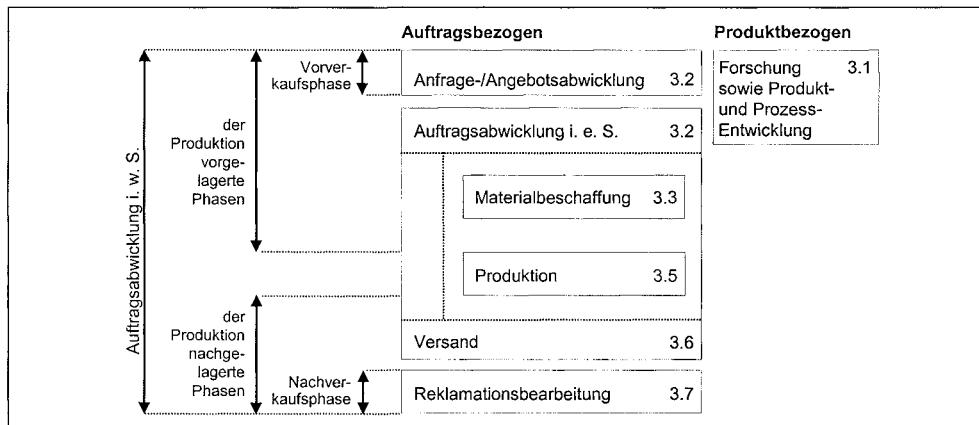


Abb. 2.3.3/1 Zusammenhang zwischen den Geschäftsprozessen

#### 6) **Versand („product-to-customer“)**

Hierin gehören alle Vorgänge von der Auslösung eines Warenversands über die Entnahme aus dem Lager und die Verpackung bis zum Abtransport aus dem Werk. Verlängerungen der Prozesskette zu Partnerbetrieben bieten sich oft an.

#### 7) **Reklamationsbearbeitung („failure-to-invoice“)**

Der Geschäftsprozess Reklamationsbearbeitung bezieht sich auf die Aktivitäten, die durch Beschwerden von Kunden über eine unsachgemäße Auftragserfüllung ausgelöst werden, und ist somit der Nachverkaufsstufe des Kundenbedienzyklus zuzuordnen.

Die so abgegrenzten Geschäftsprozesse sind natürlich nicht isoliert zu sehen. Abbildung 2.3.3/1 verdeutlicht den Zusammenhang. Fertigt ein Unternehmen ausschließlich kundenswuschorientiert, so ergibt sich die große Vorgangskette Auftragsabwicklung im weiteren Sinne, in der die Produktentwicklung und Materialbeschaffung wie auch die Produktionsplanung und -steuerung eines Auftrags vollständig einbezogen sind. Die Auftragsabwicklung wird vom Markt angestoßen. Hierbei stellen die Produktionsplanung und -steuerung die auftragsbezogene und die Produktentwicklung die produktbezogene Sichtweise des Vorgangs dar (vgl. Abbildung 4.3/1). Der Vorratsfertigung für einen anonymen Markt liegen keine konkreten Kundenaufträge zu Grunde, sodass die einzelnen Geschäftsprozesse weitgehend eigenständig gesehen werden können. Die Auftragsabwicklung wird durch das Produktionsprogramm angestoßen. Produktentwicklung, Materialbeschaffung und Produktion begründen sich aber immer aus dem Absatz, d. h. letztlich aus Käufen der Kunden.

### 2.3.4 Modelldarstellung

Für das Referenz- bzw. Funktionsmodell liefern wir neben der verbalen Beschreibung drei weitere Darstellungsformen:

- Zu Beginn jedes Sektors erscheint ein Überblick über seine Teifunktionen in einem entsprechenden Funktionsbaum. Die hierarchische Stellung der einzelnen Kapitel wird jeweils durch einen Ausschnitt aus dem Teifunktionsmodell verdeutlicht.

- 2) In den einzelnen Abschnitten zeigen wir in je einer Tabelle die Aufgaben der Anwendungssysteme mehr aus der Sicht des Benutzers in der Fachabteilung (wichtigste Eingaben, wichtigste Anzeigen und Ausdrucke, wichtigste Dialogfunktionen und Nutzeffekte). Unter „Wichtigste Dialogfunktionen“ werden nicht einfache Bildschirmeingaben oder reine Abfragen aus der Datenbank aufgeführt, sondern nur solche Vorgänge, bei denen Folgen von Ein- und Ausgaben, also Dialoge im engeren Sinn, zu Stande kommen.

## 2.4 Anmerkungen zu Kapitel 2

- [ACK 06] Ackermann, U., Eicker, S., Neuhaus, S. und Schuler, P.M., Das EPA-Modell – Ein Referenzmodell für prozessorientierte, dienstbasierte Unternehmensarchitekturen, in: Lehner, F., Nösekabel, H. und Kleinschmidt, P. (Hrsg.), Multikonferenz Wirtschaftsinformatik 2006, Band 2, Berlin 2006, S. 183-197.
- [BEC 99] Becker, J., Rosemann, M. und Schütte, R. (Hrsg.), Referenzmodellierung, Heidelberg 1999.
- [BER 06] Bernus, P. und Schmidt, G., Architectures of Information Systems, in: Bernus, P., Mertins, K. und Schmidt, G. (Hrsg.), Handbook on Architectures of Information Systems, 2. Aufl., Berlin u.a. 2006, S. 1-9.
- [BIE 06] Bieberstein, N., Bose, S. und Fiammante, M., Service Oriented Architecture (SOA) Compass, Upper Saddle River 2006, S. 22-24.
- [DEL 07] Delfmann, P. und Knackstedt, R., Konfiguration von Informationsmodellen, in: Oberweis, A., Weinhardt, C. und Gimpel, H. (Hrsg.), eOrganisation, Band 2, Karlsruhe 2007, S. 127-144.
- [FER 01] Ferraiolo, D.F., Sandhu, R., Gavrila, S., Kuhn, R.D., und Chandramouli, R., A proposed standard for role based access control, ACM Transactions on Information and System Security 4 (2001) 3, S. 224-274.
- [FER 05] Ferstl, O.K. und Sinz, E.J., Grundlagen der Wirtschaftsinformatik, 5. Aufl., München 2005.
- [ITI 07] Information Technology Industry Council: American National Standard for Information Technology -- Role Based Access Control. <http://csrc.nist.gov/rbac/rbac-std-ncits.pdf>. Abruf am 2007-05-09.
- [KEL 07] Keller, W., IT-Unternehmensarchitektur, Heidelberg 2007.
- [KRC 05] Krcmar, H., Informationsmanagement, 4. Aufl., Berlin u.a. 2005, S. 41-45 und S. 193-196.
- [LAN 05] Lankhorst, M. (Hrsg.), Enterprise Architecture at Work, Berlin u.a. 2005.
- [LEI 06a] Leist-Galanos, S., Methoden zur Unternehmensmodellierung, Berlin 2006.
- [LEI 06b] Leist, S. und Zellner, G., Architektur-Frameworks im Vergleich, WISU 35 (2006) 5, S. 681-687.
- [LUD 92] Ludwig, P., Unternehmensweite Funktionsmodellierung als Werkzeug der integrierten Informationsverarbeitung im Industriebetrieb, Diplomarbeit, Nürnberg 1992, S. 16-23.
- [MER 92] Mertens, P. und Holzner, J., Eine Gegenüberstellung von Integrationsansätzen der Wirtschaftsinformatik, WIRTSCHAFTSINFORMATIK 34 (1992) 1, S. 5-25.
- [SCHE 97] Scheer, A.-W., Wirtschaftsinformatik – Referenzmodelle für industrielle Geschäftsprozesse, 7. Aufl., Berlin u.a. 1997.
- [SCHE 01] Scheer, A.-W., ARIS – Modellierungsmethoden, Metamodelle, Anwendungen, 4. Aufl., Berlin u.a. 2001.

- [SCHE 02] Scheer, A.-W., ARIS – Vom Geschäftsprozess zum Anwendungssystem, 4. Aufl., Berlin u.a. 2002.
- [SCHI 02] Schissler, M., Mantel, S., Ferstl, O.K. und Sinz, E.J., Kopplungsarchitekturen zur überbetrieblichen Integration von Anwendungssystemen und ihre Realisierung mit SAP R/3, WIRTSCHAFTSINFORMATIK 44 (2002) 5, S. 459-468.
- [SCHO 90] Scholz-Reiter, B., CIM – Informations- und Kommunikationssysteme, München-Wien 1990, S. 30-31.
- [SIN 02] Sinz, E.J., Architektur von Informationssystemen, in: Rechenberg, P. und Pomberger, G. (Hrsg.), Informatik-Handbuch, 3. Aufl., München 2002, S. 1055-1068.
- [SPA 91] Spang, S., Ein integrierter Ansatz zur Unternehmensmodellierung, in: Scheibl, H.-J. (Hrsg.), Software-Entwicklungs-Systeme und -Werkzeuge, Esslingen 1991, S. 3.2.-1-3.2.-15, insbes. S. 3.2.-3.
- [WAL 96] Wall, F., Organisation und betriebliche Informationssysteme, Wiesbaden 1996.
- [WAL 05] Walther, I., Rollen- und Situationsmodellierung bei betrieblichen Dispositionss- und Planungssystemen, Dissertation, Nürnberg 2005.
- [WHI 05] Whittle, R. und Myrick, C.B., Enterprise Business Architecture – The formal Link between Strategy and Results, Boca Raton 2005.
- [WIL 93] Wildemann, H., Modulare Unternehmensstrukturen und schlanke Geschäftsprozesse als Voraussetzung für einen effizienten EDV-Einsatz, in: Ploenzke AG (Hrsg.), Tagungsband „EDM“, Frankfurt 1993, S. 14-36.
- [WIN 06] Winter, R., Ein Modell zur Visualisierung der Anwendungslandschaft als Grundlage der Informationssystemarchitekturplanung, in: Schelp, J. und Winter, R. (Hrsg.), Integrationsmanagement, Berlin u.a. 2006, S. 1-29.
- [WOO 06] Woods, D. und Mattern, T., Enterprise SOA – Designing IT for Business Innovation, Sebastopol 2006, S. 92.

### 3 Funktionen und Prozesse in den Bereichen des Industriebetriebs

#### 3.1 Sektor Forschung sowie Produkt- und Prozess-Entwicklung

##### 3.1.1 Überblick

Im Sektor Forschung sowie Produkt- und Prozess-Entwicklung („F&E“) begegnet man interessanten und ausbaufähigen Verbindungen zwischen der IV-Unterstützung von Experimenten und Analysen, die sich naturwissenschaftlicher Methoden bedienen, und technischen sowie betriebswirtschaftlichen Vorgängen.

Da die Unterstützung der Forschungs- und Entwicklungsplanung durch die IV im zweiten Band behandelt wird, wollen wir annehmen, dass das Ergebnis dieser Planung, die einzelnen Aktivitäten im Rahmen der Forschungs- und Entwicklungsprojekte mit ihren Netzplsterminen, den notwendigen Materialien (Teilen) und den zugehörigen Kapazitätseinheiten (diese werden im Forschungs- und Entwicklungssektor meist Personenstunden bzw. Arbeitsplätze sein), gespeichert ist.

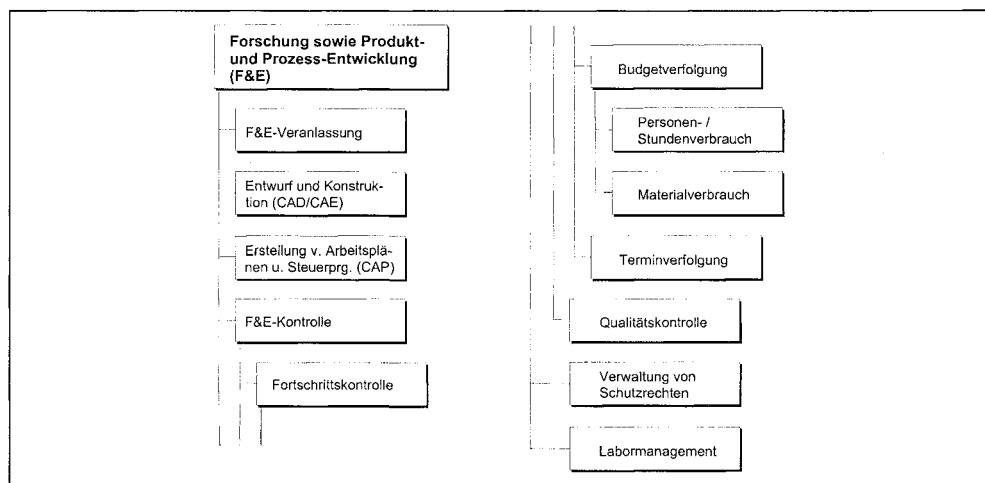
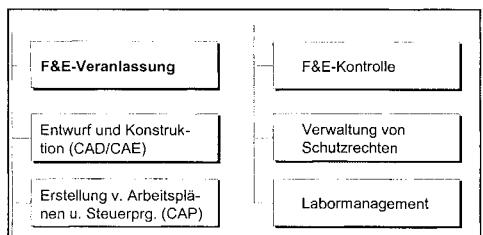


Abb. 3.1.1/1 Teifunktionsmodell Sektor Forschung sowie Produkt- und Prozess-Entwicklung

##### 3.1.2 Forschungs- und Entwicklungsveranlassung



So, wie sich an die Produktionsplanung die automatische Bereitstellung von Fertigungsdurchführungsdocumenten anschließt, kann man an die Forschungsplanung ein einfaches Programm anbinden, das vor dem Beginn der Aktivitäten Hinweise gibt. In diesen Hinweisen sollen die einschlägigen Netzplandaten (z. B. frühestmöglicher und spätestzulässiger Be-

ginn sowie frühestmögliches und spätestzulässiges Ende) und die ursprünglichen Schätzungen enthalten sein. Ferner werden Materialentnahmescheine sowie Beendigungs- und Verzögerungsmeldungen in Gestalt von Rücklaufdokumenten ausgegeben.

Die aus den Forschungs- und Entwicklungsabteilungen zurückgekehrten Dokumente liefern dem Programm Forschungs- und Entwicklungsfortschrittskontrolle (vgl. Abschnitt 3.1.5.1) die Daten zur Überwachung der Termin- und Kostensituation der Projekte. Die prozessbegleitende Dokumentation der Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten, z. B. in der **Pharmaindustrie**, beschreibt Fischer [FIS 94].

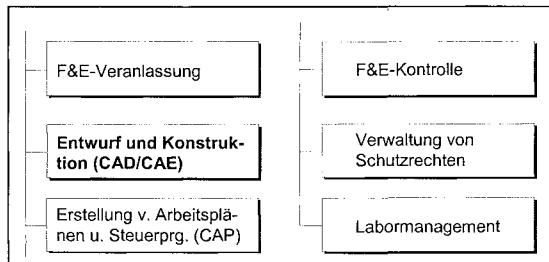
Wichtigste Eingaben:	
Wichtigste Anzeigen und Ausdrucke:	Forschungs- und Entwicklungsanweisungsdokumente, Materialentnahmescheine, Stundenmeldungen, Verzögerungsmeldungen, Beendigungsmeldungen (als Rücklaufdokumente)
Wichtigste Dialogfunktionen:	
Nutzeffekte:	In Verbindung mit den angrenzenden Programmen Rationalisierung der Verwaltung von Forschung und Entwicklung

Abb. 3.1.2/1      Forschungs- und Entwicklungsveranlassung

### 3.1.3 Entwurf und Konstruktion (CAD/CAE)

Bei der computergestützten Konstruktion (**Computer Aided Design, CAD**) lassen sich mehrere Ausbaustufen unterscheiden:

- 1) Im engeren Sinn versteht man unter CAD IV-Systeme zur Unterstützung des Konstruktionszeichnens. Der Konstrukteur kann bei seiner Arbeit am Bildschirm („intelligentes Zeichenbrett“) die Eigenschaften grafischer Systeme ausnutzen, etwa um Kreise und andere geometrische Figuren durch Eingabe weniger Parameter (z. B. beim Kreis: Koordinaten des Mittelpunkts und Radius; bei der Geraden: Koordinaten zweier Punkte) zeichnen zu lassen, verdeckte Kanten auszublenden, Schraffuren zu erstellen und vieles andere mehr. Insbesondere die rechnerinterne Darstellung von dreidimensionalen (3D-)Modellen erlaubt eine reizvolle Funktionsintegration im Grenzgebiet zwischen den Aufgabenbereichen von Betriebswirten, Informatikern, Ingenieuren und Wirtschaftsinformatikern, z. B. beim fertigungs- oder vertriebsgerechten Konstruieren. In der **Textil- und Schuhindustrie** ist es wichtig, mit Bildschirmgrafik erzeugte Flächen maßstabsgerecht in andere Größen zu überführen. So unterstützt z. B. der Damenschuhhersteller **Gabor Shoes AG** seine Modelleure beim Konstruieren aller für den Schuhgeschäft nötigen Obermaterial-, Futter- und Verstärkungsteile [KUF 05].
- 2) Elegantere Versionen, so genannte CAE-Systeme (**Computer Aided Engineering**), beinhalten auch die Simulation mithilfe von Modellen des zu entwerfenden Erzeugnisses. Beispielsweise kann so beim Design einer Limousine abgeschätzt werden, wie sich eine stärkere Neigung der Windschutzscheibe auf den Luftwiderstandsbeiwert  $c_w$  und damit auf Höchstgeschwindigkeit, Benzinverbrauch und CO<sub>2</sub>-Ausstoß sowie auf die Aufheizung des Fahrgastrums auswirkt [KLO 80]. In diesem Verständnis ist CAE eine Weiterentwicklung von CAD und ihm – zeitlich gesehen – nachgelagert. In einer anderen Deutung liegt CAE vor CAD. Man versteht dann darunter einen Grobentwurf, den ein Designer am Bildschirm vornimmt. Das Resultat geht anschließend zur Detailkonstruktion an den CAD-Arbeitsplatz. Mit der Konstruktion verbundene Berechnungen



werden dem Computer übertragen, der einen Vorrat an Formeln, Algorithmen und Tabellen (Methodenbank, siehe auch Band 2) nutzt. Diese IV-Aufgaben sind den Ingenieurdisziplinen zuzurechnen und werden hier nicht behandelt.

- 3) Im weiteren Sinne ist unter CAD ein umfassendes Konstruktionsinformationssystem zu verstehen, das starke Bezüge zur betriebswirtschaftlichen Informationsverarbeitung hat. Ein Funktionsbaum für den Konstruktionsprozess mit sehr feiner Gliederung findet sich bei [SCHE 97].

- Neben die konstruktiven Berechnungen treten Kalkulations- und weitere Bewertungstechniken, insbesondere Nutzwertanalysen, mit denen man die Konstruktionsvarianten auf Wirtschaftlichkeit und Vorteilhaftigkeit untersucht. Bei dem erwähnten Damenschuhhersteller **Gabor Shoes AG** kann der Modelleur z. B. sofort erfahren, welche Mehrkosten eine zusätzliche Ziernaht verursachen würde. Wenn die ausführliche Rechnung, etwa eine Zuschlagskalkulation, während des Konstruktionsprozesses zu aufwändig ist, kommen Schnellkalkulationsverfahren in Betracht, wie sie in Abschnitt 3.9.2.3 skizziert sind (vgl. auch [HOR 07]).
- Beim **Target Costing** (Zielkostenrechnung) ist die Wirkungskette nicht: „Technische Realisierung → Kosten → Preisuntergrenze“, sondern „Preisvorstellung → Kostenobergrenze → Technische Realisierung“. Will man diese Beziehungen am Entwurfsarbeitsplatz berücksichtigen, so kann ein Informationssystem im einfachsten Fall die vom Konstrukteur ins Auge gefassten Alternativen mit Kosten bewerten. Es lässt sich so parallel zum Entwurfsprozess feststellen, ob ein Kostenziel für das Erzeugnis oder daraus abgeleitet für eine Komponente überschritten wird („aufbauendes Verfahren“).

Eine zweite Methode, die die Denkweise von Konstrukteuren und oft auch praktische Gegebenheiten widerspiegelt, geht von einer den ursprünglichen Vorstellungen entsprechenden Konstruktion bzw. von einem schon existierenden Produkt aus, das das Kostenziel überschreitet. Dieses Produkt wird dann Schritt für Schritt „verschlankt“. Das Anwendungssystem muss nun aufzeigen, ob die Kostenobergrenze erreicht oder unterschritten wird („abbauendes Verfahren“). Diese Methode kommt vor allem bei Variantenfertigung in Betracht.

Probleme ergeben sich aus den technischen Verbundbeziehungen. Bei Verzicht auf eine Reihe von elektrischen Sonderausstattungen kommt das Fahrzeug mit einer schwächeren Stromversorgung aus. Da solche Relationen in Konfiguratoren abgebildet werden können (vgl. Abschnitt 3.2.2.3), mag sich die Kombination entsprechender Module mit Verfahren der Schnellkalkulation zu produkt- bzw. branchenspezifischen Entwurfshilfen empfehlen (vgl. [BOC 90]). Eine erste Einführung in das Anliegen des Target Costing bzw. des Zielkostenmanagements erhält man bei [HOR 06].

- Aus verschiedenen Datenbanken kann der Ingenieur Informationen über ähnliche Konstruktionsobjekte, verfügbare Teile, insbesondere Normteile, und über deren Verwendung in anderen Erzeugnissen abrufen. Dadurch will man schon in der Konstruktionsphase dazu beitragen, dass die Zahl der im Betrieb vorkommenden und damit in der Materialwirtschaft zu verwaltenden Teile nicht zu stark wächst, weil der Konstrukteur im Zweifel bereits vorhandene Bauelemente („Wiederholteile“) verwendet (vgl. dazu Band 2). Auch sollen nach Möglichkeit Teile eingebaut werden, die vorrätig sind (eventuell sogar zu stark bevorratet), und nicht solche, die

erst beschafft werden müssten. Ist der Fremdbezug nicht zu vermeiden, so interessieren die Lieferzeiten.

### PRAKТИСHE BEISPIELE

- 1) Ein Mercedes-LKW hat mehr als 10.000 Teile. Die **DaimlerChrysler AG** entwickelte den „*cvdPartFinder*“. Das System gibt Antwort auf Fragen wie: „Wer im Konzern verwendet das gleiche oder hat ein ähnliches Teil?“ oder „Wer hat für ein derartiges Teil den günstigsten Lieferanten?“ [UNG 05/UNG 07].
- 2) In Industriekonzernen, die sich immer wieder umstrukturieren, oder in virtuellen Unternehmen sind oft die Schlüssel und die Beschreibungen der Materialien nicht hinreichend vereinheitlicht. Hier versprechen Suchmaschinen, die dreidimensionale Formen miteinander vergleichen können, einen Fortschritt. Der Softwarehersteller **sd&m** erzeugt mithilfe seines Systems **geolus SHAPE** von jedem 3D-Modell einen „geometrischen Fingerabdruck“, mit dessen Hilfe ähnliche Bauteile aufgefunden werden können [KRI 03]. **geolus SHAPE** wird beispielsweise von dem LKW-Produzenten **Mitsubishi Fuso Truck and Bus Corporation** und dem Druckmaschinenhersteller **Koenig & Bauer AG** eingesetzt [PÖT 05]. Ein solches System kann auch zur Vorkalkulation von Baugruppen und Endprodukten dienen (vgl. Abschnitt 3.9.2.3.1).

Neben internen Quellen kommen auch solche infrage, die im Internet abgerufen werden können (Beispiele: <http://www.mcmaster.com/>, <http://www.amp.com/>). So weit die Internet-Datenbanken mit elektronischen Marktplätzen verbunden sind, besteht sogar die Chance, bereits während der Konstruktion jene Teile zu präferieren, die aktuell am günstigsten eingekauft werden können (vgl. Abschnitt 3.3.2.5).

- Es ist denkbar, dass ähnlich wie die Verfügbarkeit von Teilen auch die von Betriebsmitteln oder von Steuerungsprogrammen für Maschinen abgefragt wird.
- In gleicher Weise mag der Konstrukteur Recherchen in der Fachliteratur bzw. im Internet anstellen, z. B. um Informationen über das Verhalten eines Werkstoffes in einer bestimmten Umgebung zu gewinnen (darauf wird in Band 2 ebenfalls eingegangen). Auch Normvorschriften und technische Regelwerke kann er mittlerweile über das Internet beziehen (<http://www.beuth.de/>).
- Verwandt mit den Datenbanken zu Konstruktionsobjekten, Normen usw. sind solche mit Informationen zum betrieblichen Sicherheits- und Umweltmanagement. Sie helfen dem Konstrukteur etwa beim Einhalten von Vorschriften zum Umweltschutz. **SAP** bietet hierzu das Modul „Environment, Health & Safety“ an [HAR 04, S. 521-527].
- In enger Verbindung mit dem Konstruktionsvorgang werden Stücklisten und gegebenenfalls Arbeitspläne in einer solchen Form erzeugt, dass sie in der zugehörigen Datenbasis abgespeichert und für die Produktionsplanung zur Verfügung gestellt werden können.
- Durch Kombination eines CAD-Systems mit einem Desktop-Publishing-System wird es möglich, die Konstruktion mit der Erstellung der technischen Dokumentationen, Handbücher, Bedienungsanleitungen und Werbematerialien zu integrieren (vgl. Abschnitt 3.7.2). So wird z. B. verhindert, dass man ein neues Fabrikat freigibt, obwohl die Betriebsanleitung noch aussteht [SEN 05, S. 166-167].

### PRAKТИСHES BEISPIEL

Eine integrierte Zeichnungsverwaltung und -bereitstellung hat die **MTU Friedrichshafen GmbH** realisiert. Die Gesellschaft produziert Investitionsgüter, z. B. Motoren und Gelenkwellen, in großer Variantenvielfalt und oft auf einzelne Aufträge hin oder in kleinen bis mittleren Serien.

Die ca. 500.000 Zeichnungen werden außerhalb der Entwicklung und Konstruktion unter anderem von den Abteilungen Arbeitsvorbereitung, Einkauf, Produktion, Qualitätssicherung und Kundendienst gebraucht. Auch unternehmensexterne Partner, wie z. B. Lizenznehmer oder öffentliche Auftraggeber, benötigen einzelne Zeichnungen. Es wurde eine eigene Datenbank konzipiert, die unter anderem folgende Informationen enthält: Zeichnungsnummer, -datum, letzter Änderungsstand, interner und externer Verteiler. Freigegebene Zeichnungen können auf Anforderung online eingesehen bzw. angefordert werden, andere werden nach der Freigabe in einem Standardverteiler versandt, wiederum andere aktionsorientiert in Abhängigkeit von bestimmten Phasen der Produktionsplanung und -steuerung, z. B. wenn sie beim Durchlauf eines Auftrags in der Fertigung benutzt werden [NÜB 05].

Eine Zukunftsaufgabe liegt darin, auch die Datenvoraussetzungen für elektronische Produktkataloge (vgl. Abschnitt 3.2.2.3) und für Konfiguratoren schon in der Produkt- und Prozess-Entwicklungsphase zu schaffen (**Computer Aided Design – Computer Aided Selling, CADCAS** [STÜ 01a]). Ziel ist es generell, neben dem eigentlichen Erzeugnis auch das sonstige zum Zeitpunkt des Verkaufs bzw. des Versands benötigte Zubehör rasch und gleichzeitig zur Verfügung zu haben.

- 4) Im Sinne eines **Kritiksystems** warnt der Rechner, wenn gegen faktisch begründete oder vom Betrieb mit dem Ziel der Standardisierung erlassene Konstruktionsrichtlinien verstoßen wird (vgl. auch das Beispiel unten zum Treppenbau).
- 5) Unter günstigen Voraussetzungen ist es möglich, den Entwurfsvorgang noch stärker zu automatisieren und den Computer das Produkt weitgehend allein konstruieren zu lassen. Hierzu verwendet man auch wissensbasierte Systeme bzw. Expertensysteme (XPS).

### PRAKТИСHE BEISPIELE

- 1) **Kennametal** ist einer der weltweit führenden Hersteller für Werkzeuge für die **Metalzersetzung**, z. B. Fräser, Bohrer und Drehwerkzeuge. Die Kunden des Unternehmens sind unter anderem Betriebe aus der Automobilbranche, der Luftfahrtindustrie, dem Maschinenbau oder der Schwerindustrie. Für den Sonderwerkzeugbau hat man das Expertensystem **TESS** (*Tool Expert Software System*) geschaffen. In seiner Wissensbasis sind die Erfahrungen aus mehr als 100 Personenjahren von Werkzeugentwicklern, mehr als 10.000 Bearbeitungsfällen und mehr als 100.000 produzierten Stücken „geronnen“. Die Datenbasis enthält unter anderem Informationen über mehr als 300 Werkstoffe, z. B. zu den Zerspanungseigenschaften, und über mehr als 1.000 Wendeschneidplatten (Inserts).

Die vom Kunden gewünschten Merkmale des Werkzeugs, z. B. seine Kontur bzw. Geometrie einschließlich der Maßtoleranzen oder der Verlauf des Kühlstroms im Werkzeug, fragt das System in einer Folge von Menüs vom Auftragsbearbeiter ab, ebenso, in welche Werkzeugmaschine beim Kundenbetrieb das Kennametal-Erzeugnis eingespannt werden soll. Das wissensbasierte System liefert unter anderem eine Zeichnung für den Abnehmer, ein Kalkulationsblatt zur Vorbereitung der

Preisentscheidung, einen Roh-Arbeitsplan zur Abfolge in der Fertigung, das NC-Programm und ein 3D-CAD-Modell.

Im Bereich Bohr- und Senkwerkzeuge werden im Jahresdurchschnitt mehr als 2.000 Werkzeuge konstruiert. Das XPS braucht ca. 10 bis 15 Minuten pro Werkzeug. Die personelle Konstruktion ohne TESS hätte ca. 50.000 Arbeitsstunden benötigt. Da mehr als 75 Prozent dieser Werkzeuge mit TESS (oder TESS-Unterstützung) konstruiert werden können, sinkt der Wert auf rund 10.000 Stunden. Vor allem aber geht die Durchlaufzeit für die Angebotsbearbeitung um etwa 8 Tage zurück [KÖH 05].

- 2) Bei der **Demag Cranes & Components GmbH**, Wetter/Ruhr, konstruiert man die vom Kunden gewünschten Erzeugnisvarianten, z. B. Laufkrane, mithilfe eines wissensbasierten Produktkonfigurationssystems [KLE 90/PRI 05]. Die Spezifikationen des Kundenauftrags (z. B. Tragkraft, Spannweite usw. bis hin zu der Sprache, in der das Typenschild abgefasst sein soll) werden in eine Bildschirmmaske eingegeben. Die eingelesenen Daten werden einer Prüfung unterzogen, sodass Fehler unmittelbar während des Eingabedialogs korrigierbar sind. Dann verarbeitet ein System zur rechnerunterstützten Gewinnung der Stücklisten und Fertigungsvorschriften sowie zur Kalkulation diese Daten. Beispielsweise ermittelt das Anwendungssystem unter Benutzung der Angaben „Spannweite“ und „Tragkraft“ das Rohmaterial, die Lagerteile und die Maße für die Kranträger. Ebenso werden aus einem gespeicherten Vorrat von wenigen Basisarbeitsgängen die notwendigen Arbeitsgänge sowie Parameter für die programmierten Formeln zur Berechnung der Rüst- und Stückzeiten ausgewählt. Das System baut rechnerintern die Ausdrucke der Stücklisten, Materialscheine, Arbeitsbegleitkarten und Lohnscheine auf. Der Ausdruck selbst erfolgt erst kurz vor dem Bedarfszeitpunkt (z. B. dem Beginn der Fertigung), sodass Änderungen lange möglich sind. Wünscht der Konstrukteur eine Modifikation, so erfährt er am Bildschirm, in welchem Stadium sich der Auftrag befindet; beispielsweise wird der Ingenieur eventuell auf den Austausch eines Einkaufsteils verzichten, wenn er sieht, dass die Bestellung schon an den Lieferanten abgesandt ist. Bildschirmein- und -ausgaben sowie -abfragen können von allen deutschen Demag-Werken aus erfolgen. Es ist auch leicht möglich, dem Kunden in der Angebotsphase mehrere Angebotsvarianten (einschließlich Kalkulation) zu unterbreiten.

Darüber hinaus ist für einige Produkte die Nutzung des Systems direkt durch die Kunden möglich. Eingebettet in ein internetbasiertes Bestellsystem können ausgewählte und geprüfte Varianten online vom Kunden als Bestellung platziert werden, wobei den Kunden Preis und Lieferzeit direkt angezeigt werden.

Bei ausgeprägter kundenindividueller Variantenfertigung wird die Kombinatorik so groß, dass man nicht für alle Varianten Stücklisten vorrätig halten kann. Schönsleben hat das für ein zunächst relativ einfach anmutendes Erzeugnis wie Brandschutzklappen demonstriert [SCHÖ 89]. Daher strebt man an, die Stücklisten erst dann computergestützt zu generieren, wenn der Kundenauftrag eindeutig beschrieben werden kann.

Der Konstrukteur sieht sich in der Regel einem komplizierten Zielgemisch, verbunden mit erheblichen Zielkonflikten, gegenüber, das man mit „**Design for X**“ bezeichnet. Beispiele für X sind [HUA 96]: Produktion/Montage, Kosten, leichte Inspektion und Wartung, Logistik, Supply Chain Management (vgl. Abschnitt 4.4), einfache Lagerung, Robustheit, Kombinierbarkeit, Modulstruktur, Umwelt/ Recycling. In der Theorie des Maschinenbaus wird versucht, Algorithmen und Dialogsysteme zu entwickeln, die es erlaub-

ben, den Menschen beim Produktentwurf so zu beraten, dass das Erzeugnis einen möglichst hohen Zielwert erreicht.

In verschiedenen Branchen haben sich interessante Varianten von CAD ausgeprägt:

- 1) Besondere Möglichkeiten, die der rechnergestützte Entwurf in der **Textilindustrie**, vor allem in der modischen **Textilindustrie**, bietet, sind unter anderem [DEC 92]:
  - Dessin-Umcolorierung: Der Designer kann am Bildschirm verschiedene Varianten der Farbgebung sehen. Er erspart sich das frühere manuelle Zeichnen von Bildern oder Folien, eventuell auch das Herstellen von Mustern, die der Stofflieferant erst anfertigen müsste.
  - Entwicklung von Varianten eines Dessins, z. B. mit dem Ziel, ein Exklusivdessin für einen einzelnen Kunden zu schaffen.
  - Anfertigung von Stoffcollagen, Produktkatalogen (vgl. Abschnitt 3.2.2.3) und anderen Verkaufsunterlagen; gezeigt werden Eindrücke, die ein Kollektionsthema vermitteln soll. Beispielsweise werden Collagen auf verschiedene Größen projiziert, sodass man Displays für Ausstellungsräume leicht anfertigen kann.
- 2) Auch in der **Elektro- und Elektronikindustrie** hat CAD einige spezielle Aufgaben, insbesondere die Stromlaufplan-Erstellung und -Dokumentation [SCHÄ 99]. Als Pendant zur Bezeichnung **M-CAD** für das klassische Maschinenbau-CAD hat sich hierfür auch der Begriff **E-CAD** (als Kürzel für Elektro-CAD-Systeme) herausgebildet.
- 3) In der **Chemieindustrie** entspricht dem CAD das **CASP** (Computer Assisted Synthesis Planning). Es werden Reaktionswege und Vorprodukte ermittelt, die für ein Endprodukt mit gewünschten Eigenschaften infrage kommen. Ähnlich wie man in der **Maschinenbauindustrie** Teile oder Baugruppen als Materialstammdaten speichert, können in der **Chemieindustrie** Vorprodukte in **Molekulardatenbanken** gesucht werden. Dort wird festgestellt, ob ein solches Vorprodukt bereits im eigenen Unternehmen vorhanden ist, gekauft werden kann oder neu synthetisiert werden muss [WOL 86]. So wie im Zusammenhang mit CAD denkt man auch bei CASP an den Einsatz von wissensbasierten Systemen, die helfen sollen, Ähnlichkeitsbeziehungen zwischen Substanzen zu nutzen, um die Entwicklung völlig neuer Stoffe zu vermeiden.

Verwandt mit CASP sind **CAMD** (Computer Aided Molecular Design) und **CAGE** (Computer Aided Genetic Engineering) [HER 89]. CAMD unterstützt den Forscher bei der Suche nach neuen Molekülen durch Visualisierungen. Weiterhin können automatisch gewisse physikalische und chemische Eigenschaften ermittelt werden. Als Nutzeffekte dieser Systeme gibt Leutenegger vor allem die Zeiteinsparung im Forschungsprozess an [LEU 94].

### **PRAKTISCHES BEISPIEL**

*In mehreren Großunternehmen in Deutschland und in der Schweiz übernimmt ein an der Stanford University entwickeltes Expertensystem CASP-Aufgaben.*

*Einzugeben ist das vom Chemiker gewünschte Zielmolekül in grafischer Form. Anschließend errechnet das System mögliche Eingangsmoleküle und chemische Reaktionen, aus denen sich das Zielmolekül synthetisieren lässt. Der Benutzer wählt dann eines der Eingangsmoleküle erneut als Zielmolekül und lässt wieder neue Eingangsmoleküle und chemische Reaktionen berechnen. Er setzt diesen Prozess so lange fort, bis*

er zu einem Basismoleköl gelangt. Die so „errechnete“ Synthese wird danach im Labor getestet.

- 4) CAD-Systeme im Bereich **Bauwesen/Architektur** (dieses Anwendungsfeld wird auch als **AEC** für „Architecture, Engineering and Construction“ bezeichnet [SAN 99]) profitieren einerseits davon, dass man es hier mit relativ einfachen Geometrien zu tun hat (verglichen etwa mit komplexen Flächenmodellen für die Außenhüllen von Fahrzeugen). Andererseits sollen aber schon während des Konstruktionsvorganges Bau- und Sicherheitsvorschriften geprüft werden (beispielsweise interveniert das System, sobald beim Einfügen einer Treppe in ein Gebäude deren Stufenhöhe, -länge oder -breite eine Vorschrift verletzt). Hinzu kommen besondere Integrationsnotwendigkeiten (vgl. etwa die Verwendung von CAD beim Anlagenmanagement in Abschnitt 3.11.3).

Wenn die Konstruktion eine Zeichnung freigegeben hat, muss diese für zahlreiche Aktionsstellen im Unternehmen vorrätig gehalten und bei Bedarf übermittelt werden. Hier bietet sich ein WMS (vgl. Abschnitt 1.5.1) an.

Vor allem bei der Kleinserienfertigung muss es ein Ziel sein, gleichzeitig mit der Produkt- und Prozess-Entwicklung notwendige Betriebsmittel (z. B. spezielle Vorrichtungen) zu konstruieren und gegebenenfalls Produkt und Betriebsmittel aufeinander abzustimmen. Auf diese Weise wird maßgeblich zur Reduzierung der Durchlaufzeit im Entwicklungsbereich beigetragen. Ansätze in diese Richtung bezeichnet man als **Simultaneous Engineering**.

Im Interesse einer rationellen Bereitstellung der Eingabedaten gilt es, möglichst schon während des Verkaufsgesprächs die Kundenspezifikationen im Rechner (Laptop) zu erfassen bzw. in einer Form festzuhalten, die die rasche Erstellung eines maschineninternen Dokuments gestattet. Die Vorlage dazu kann vom System selbst unter Berücksichtigung der neuesten Entwicklungen hinsichtlich der Teilelogik und der Kosten aufbereitet werden. Verwandt damit ist die sukzessive Abfrage der gewünschten wahlfreien Komponenten im Bildschirmdialog. Der Rechner wird nach jeder Eingabe prüfen, ob die Kombination der Merkmale zulässig ist.

**Engineering-Data-Management-** bzw. **Produkt-Daten-Management-Systeme (EDMS** bzw. **PDMS**; vgl. auch [IND 00], [SCHI 02]) agieren als Integrationsplattformen, die CAD-Systeme mit anderen datenerzeugenden Anwendungssystemen – wie z. B. CAE-, CAM- (vgl. Abschnitt 3.5.2.8) oder PPS-Systemen (vgl. Abschnitt 3.5.2) – über Schnittstellen zu einem Gesamtsystem verbinden („Mittler zu den unterschiedlichen CAx-Welten“). Im Wesentlichen verwalten, konfigurieren und verteilen sie alle produktdefinierenden Daten (z. B. zum Generieren von Zeichnungen, Stücklisten, NC-Programmen, Bedienungsanleitungen).

Die Produktdaten können in Nutzdaten (z. B. Testergebnisse) und Metadaten, das sind die Nutzdaten beschreibenden Daten (z. B. Zugriffsrechte), untergliedert werden. All diese Informationen werden als Produktmodell gespeichert, auf das alle Teilsysteme zugreifen. Moderne PDMS bilden über diese Produkteigenschaften hinaus auch Prozessschritte wie die zur Freigabe oder Änderung eines neuen Erzeugnisses ab [STÜ 01b].

Es zeigen sich Überschneidungen zwischen EDMS/PDMS und dem in Abschnitt 4.1 behandelten Produkt-Lebenszyklus-Management (vgl. die Skizze zum Produkt-Lebenszyklus-Management bei der **Schaeffler KG** [STÜ 05]).

Besonders leistungsfähige PDM-Systeme benötigt die **Flugzeugindustrie** (vgl. auch [WIR 01]). Ursächlich dafür sind zum einen die Sicherheitsanforderungen; beispielsweise müssen nach Unfällen Details der Produktentwicklung und der Fertigung genau rekonstruierbar sein. Zum anderen haben die heutigen Flugzeuge eine Lebensdauer von ca. 40 Jahren. Während

dieser Zeitspanne ändern sich Organisation und Personal der Herstellerbetriebe immer wieder, sodass man besonders darauf angewiesen ist, einen wohl geordneten zentralen Speicher zu haben. Weiter ist die Anzahl der Teile eines Flugzeuges extrem groß. Rieckmann gibt sie für den Airbus A340 mit ca. 2 Mio. an [RIE 01].

Wichtigste Eingaben:	Beschreibung von Kundenanfragen bzw. -aufträgen
Wichtigste Anzeigen und Ausdrucke:	Untersuchung von Konstruktionsalternativen, Teilebeschreibungen und -verwendungen, Produktbeschreibungen/Bedienungsanleitungen, Zeichnungen, Stücklisten, Grobkalkulation, Nutzwertanalysen
Wichtigste Dialogfunktionen:	Suche nach Materialien/Normen, Änderung von Kalkulationsansätzen mit Anzeige der Gesamtkosten, Analyse von Konstruktionsalternativen
Nutzeffekte:	Rationalisierung der Konstruktion und Angebotsbearbeitung, Verkürzung der Durchlaufzeit von Aufträgen und kürzere „Time-to-Market“, Beschränkung des Änderungsdienstes auf verhältnismäßig wenige Grunddaten, Beschränkung des Teilespektrums, gute Alternativenwahl

Abb. 3.1.3/1 Entwurf und Konstruktion (CAD/CAE)

Unternehmen, die schon bei der Konstruktion eines Erzeugnisses eng kooperieren, wie z. B. **Hersteller von Automobilen und Lenkungen**, können die Konstruktionsdaten in maschinenlesbarer Form austauschen. Ähnliches gilt in Branchen, in denen kurze Produktlebenszyklen üblich sind und als Folge Neuentwicklungen sehr rasch auf den Markt kommen müssen („Time-to-Market-Problematik“). Hier sind mehrere Entwicklungsteams fast simultan einzusetzen (**Concurrent Engineering**). Sie können IT-Werkzeuge zur Gruppenarbeit verwenden, wie z. B. **Computer Supported Cooperative Work (CSCW)** [KLE 02/MAA 02]. Für den zwischenbetrieblichen Konstruktionsdatenaustausch wurden verschiedene Normen, wie z. B. der **IGES**-Standard (Initial Graphics Exchange Specification), die **VDA-Flächenschnittstelle** oder die internationale Norm **STEP** (Standard for the Exchange of Product Model Data), entwickelt [ABE 97/GRA 93/PRO 06].

Wenn nach der Entwicklung auch die Produktion kompletter Fahrzeuge an große Zulieferer fremdvergeben oder in Zusammenarbeit mit anderen Herstellern vollzogen wird, nähert man sich virtuellen Unternehmen mit den entsprechenden IT-Problemen [MER 98].

### PRAKTISCHES BEISPIEL

Ein Beispiel ist die Entwicklung und Produktion des BMW X3, bei der die **BMW Group** mit der **Magna Steyr Fahrzeugtechnik Österreich (MSF)** kooperiert (vgl. [MAI 05]). MSF verantwortet die Gesamtintegration der Serienentwicklung, die Freigabe, die Integration der Serienentwicklung in die Produktion sowie die Einhaltung der Qualitätsvorgaben. Das Design des Fahrzeugs, die Vorentwicklung, die Erprobung, der Einkauf, der Vertrieb und der Kundendienst liegen weiterhin bei der **BMW Group** in München. Das Geschäftsmodell wurde über eine so genannte Leistungsschnittstellenvereinbarung vertraglich geregelt. Das Vorhaben setzt ein teilweise gemeinsames Produktdatenmanagement einschließlich gemeinsamer Stücklisten und einheitlichem Änderungsmanagement sowie eine kooperative Primärbedarfsplanung (vgl. Abschnitt 3.5.2.4) voraus.

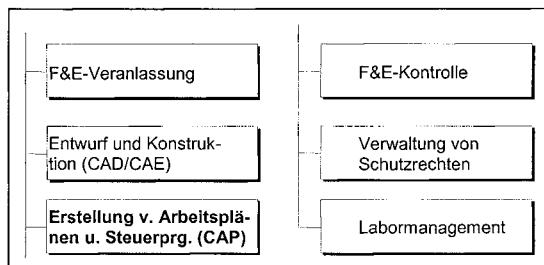
Wenn im Zuge des Entwurfsprozesses Produktideen und/oder Zwischenstadien von mehreren Instanzen (z. B. Produktionsplanung, Einkauf, Marketing, Schutzrechtsabteilung) beurteilt werden müssen, bietet es sich an, diese Entwürfe per E-Mail zu verteilen, den Fach- oder Führungskräften am Bildschirm Masken zu präsentieren, in denen sie ihr Urteil in qualitativer oder auch in Form von Punktwerten eintragen können, und vom IV-System eine Art Urteilsspiegel generieren zu lassen. Diese Übersicht dient den Produktentwicklern als Orientierung für die weiteren Arbeiten. Ein Beispiel für **Büro- und Kosmetikprodukte** findet

sich bei Kaczmarek u.a. [KAC 85]. Bei Salo und Käkölä [SAL 05] ist beschrieben, wie in der weltweiten Organisation des **Nokia-Konzerns** mittels Groupware die Anforderungen an ein neues Produkt zusammengetragen werden können. Müßig u.a. [MÜS 88] deuten an, wie derartige Systeme mit in Japan üblichen Prozeduren zur Konsensbildung verbunden werden können.

In manchen Branchen, z. B. in der **Automobilindustrie**, ist es wünschenswert, Mitgliedern der Unternehmensleitung, des Verkaufs bzw. der Händlerschaft oder auch Kunden, die als Versuchspersonen dienen, möglichst realistische Eindrücke der alternativen Produktentwürfe zu vermitteln, ohne dass ein physikalischer Prototyp gebaut werden muss. Die Designer der **Ford-Werke** benutzen hierzu leistungsstarke Grafik-Computer und „Designer-freundliche“ Gestaltungssoftware, die es erlaubt, sowohl digitale Skizzen als auch dreidimensionale Konzeptmodelle effizient zu erstellen. Die Entwurfsvarianten werden mithilfe von so genannter **Realtime Rendering Software** auf Großbildprojektionen in voller Größe erfahrbar. Fahrzeug-Entwickler und Testkunden können sich selbst hinter das "virtuelle Lenkrad" setzen und die Eigenschaften des Fahrzeug-Innenraums in der stereoskopischen Live-Darstellung bewerten [GRE 05].

### 3.1.4 Erstellung von Arbeitsplänen und Steuerprogrammen (CAP)

Mit **CAP** (Computer Aided Planning), zum Teil auch als Process Engineering bezeichnet, wird der Übergang vom Entwurf des Erzeugnisses zur Produktion vorbereitet, und zwar sowohl was die Planung der Arbeitsschritte als auch was die physische Steuerung der Maschinen angeht.



Mit der rechnergestützten Ableitung der Arbeitspläne (Fertigungsvorschriften) und Steuerprogramme aus den Merkmalen des Erzeugnisses will man nicht nur Kosten für die Arbeitsplaner sparen; vielmehr soll vor allem bei kundenindividueller Fertigung die Zeitspanne zwischen Entwurf/Konstruktion und Produktionsbeginn verkürzt werden. Schließlich würde es bei variantenreichem Produktionsprogramm sehr viel Pflegeaufwand und Speicherplatz erfordern, für jede Variante einen Arbeitsplan vorrätig zu halten.

Man unterscheidet drei Arten von CAP:

- 1) Im einfachsten Fall der **Wiederholplanung**, auch **Ähnlichteilplanung** genannt, werden meist in Datenbanken gespeicherte Arbeitspläne möglichst weitgehend wieder verwendet.
- 2) Bei der **Variantenplanung** erstellt man vorab für genau spezifizierte Werkstückgruppen (so genannte Teilefamilien wie z. B. Zahnräder) Variantenarbeitspläne. Der Arbeitsplan für ein konkretes Teil entsteht dann vollautomatisch durch die Eingabe teilespezifischer Parameter. Variantenarbeitspläne sind nicht einfach darzustellen. Sie kommen für fertigungstechnisch und geometrisch ähnliche Teile in Betracht. Grundlage ist ein Standardarbeitsplan. Die Variabilität kann sich beziehen auf: Zahlenwerte für Variable (z. B. Rüst- und Stückzeiten), Arbeitsgangtexte, Arbeitsgangfolgen, Kann-/Muss- und Alternativarbeitsgänge. Es gibt zahlreiche Versuche und auch praktische Systeme, bei denen geeignete Arbeitsschritte mithilfe von Entscheidungstabellen oder wissensbasierten Systemen aus einer Übermenge ausgewählt werden [DAN 01].

- 3) Bei der **Neuplanung** oder auch **generativen Arbeitsplanung** entwickelt eine Entscheidungslogik den Arbeitsplan aus der Interpretation des CAD-Werkstückmodells. Während die Wiederholplanung und Variantenplanung Stand in der Industriepraxis ist, befindet sich die generative Arbeitsplanung noch weitgehend im Forschungsstadium.

Ein erster Schritt besteht darin, die Erstellung und Pflege von Arbeitsplänen am Bildschirm zu rationalisieren. Beispiele sind:

- 1) Eine Fertigungsvorschrift wird dadurch erzeugt, dass der Bearbeiter durch Manipulationen am Bildschirm den Arbeitsplan für ein ähnliches Produkt soweit als möglich kopiert und nur einzelne Bestandteile ändert. Es darf auch der Befehl gegeben werden, in einer großen Zahl von Produktionsvorschriften jeweils die gleiche Änderung durchzuführen, z. B. ein Werkzeug gegen ein neues auszutauschen oder einen Prüfvorgang zu löschen.
- 2) Das Programm legt für die in den Arbeitsplänen vorkommenden Maschinen, Werkzeuge, Vorrichtungen und Materialien Verzeichnisse (Sekundärindizes) an, die angezeigt werden. So mag der Sachbearbeiter z. B. bei der Erstellung neuer Arbeitspläne das Ziel verfolgen, möglichst schon vorhandene und vielfach verwendete Vorrichtungen zu benutzen.

Es ist auch denkbar, dass in einer einfachen **Methodenbank** Hilfsmittel für die Bearbeitung von Fertigungsvorschriften bereithalten werden, wie z. B. Tabellen und Formeln (etwa Regressionsfunktionen), die den Zusammenhang zwischen den Maßen eines Werkstücks und den Bearbeitungszeiten herstellen.

Bei CAP in der **Prozessindustrie** stehen die Steuerung des Materialflusses, die Austaktung der Fließstraßen (die Zwischenprodukte sind oft nur sehr begrenzt lagerbar) und die Reihenfolgeoptimierung unter Beachtung der gerade in diesen Branchen wichtigen Rüst- und Reinigungszeiten im Vordergrund.

### **PRAKTISCHES BEISPIEL**

Bei der **Beiersdorf AG**, einem Unternehmen der **Kosmetikindustrie**, schließt sich an die Entwicklung des Rezepts („Laborformel“) zunächst die verfahrenstechnische Entwicklung im so genannten Technikumsmaßstab an. Daraus entsteht im dritten Schritt eine „finale Herstellanweisung“, die auf die Besonderheiten der Produktionsstätte ausgerichtet ist. Bei Beiersdorf wird die Technikumsphase, die vereinfachte Geräte (unter anderem Mischer, Homogenisatoren, Rührwerke, Kühlgeräte) benutzt, wie ein rechnergestützter Produktionsprozess (z. B. Prozessführung, PDE) gesteuert und kontrolliert. Die zugehörigen Arbeitspläne erzeugt man interaktiv, wobei das System bereits gespeicherte Anweisungen oder Merkmale der Betriebsmittel bereitstellt [NEB 05/SCHÖ 99].

Bei der Produktion von gedruckten Schaltungen in der **Elektronik** führen oft geringe Modifikationen des Erzeugnisses dazu, dass die Produktionsanlage mit hohen Kosten angepasst werden muss; wegen der kurzen Produktlebenszyklen ist dies sehr häufig. Eine Alternative besteht darin, mit alten Anlagen nicht optimal zu produzieren, oder man verzichtet auf die Verbesserung des Erzeugnisses. Teng und Garimella zeigen für die **Autotrol Corporation**, wie man dieses Problem mit einem Gleichungsmodell behandeln kann [TEN 98].

Eine wichtige Integrationsbeziehung besteht zwischen CAD (vgl. Abschnitt 3.1.3), CAP (vgl. diesen Abschnitt) und CAM (vgl. Abschnitt 3.5.2.8). Im Idealfall werden aus den Geometrie-, Werkstoff- und anderen Daten des Erzeugnisses automatisch NC-Programme abgeleitet und diese in die DNC- bzw. CNC-Maschinen geladen. Für die **Roboterprogrammierung**

gibt es Simulationspakete, die mit einem dreidimensionalen Umweltmodell operieren. Dieses Modell wird mithilfe von CAD-Systemen generiert [MEN 90]. Derartige Konzepte bezeichnet man auch als **CADCAM**. Einen systematischen Überblick über Varianten der CAD/ NC-Kopplung geben Mesina [MES 90] und Grabowski [GRA 94].

Bisher sind wir davon ausgegangen, dass CAP eingesetzt, wenn das Produkt bereits konstruiert ist. Es können sich aber Rückkopplungen oder gar Schleifen ergeben, wenn sich bei der Planung der Fertigung herausstellt, dass das Erzeugnis nicht fertigungsgerecht ist. Besonders weitreichend sind neuere Systeme, bei denen die Konstruktion, der Fertigungsablauf und die Fabrik gleichzeitig IT-gestützt im Wege des „Digital Mock-up“ entwickelt werden. Anspruchsvolle Simulationen der Handgriffe bei der Montage im Rahmen einer Digitalen bzw. Virtuellen Fabrik (Digital Manufacturing) [WEN 05] zeigen z. B., dass sich ein Montagearbeiter sehr schwer tut, eine zu wenig kompakt gestaltete Cockpit-Einheit in die Karosserie eines PKW einzubauen, oder dass Baugruppen zu eng gedrängt im Motorraum liegen und bei Montage und Gebrauch Kollisionen drohen. Im **DaimlerChrysler-Konzern** experimentiert man mit einem derartigen System und kann auf ermutigende Ergebnisse (z. B. Einsparen von 30 Prozent der Montagezeit) verweisen [OV 07], [UNG 05/UNG 07].

Auch das Passagierflugzeug **Boeing 777** („Dreamliner“) wurde in der Frühphase der Entwicklung vollständig digital und dreidimensional beschrieben. So konnten unter anderem die Zahl der Änderungen und die Entwicklungszeiten reduziert werden [OV 07].

Mit sinkender Wertschöpfungstiefe im Industriebetrieb wird es wichtiger, 3-D-Darstellungen auch den Lieferanten und den Kunden zugänglich zu machen. Daher muss versucht werden, diese Funktionalität in Groupware, wie z. B. **Lotus Notes**, einzubauen. Der **VDMA** (Verband Deutscher Maschinen und Anlagenbau) strebt einen Standard **Mumasy** (Multimediales Maschineninformationssystem) an.

Wichtigste Eingaben:	
Wichtigste Anzeigen und Ausdrucke:	Ausweicharbeitsplätze, Arbeitspläne, Betriebsmittelverwendungsnachweis
Wichtigste Dialogfunktionen:	Auswahl von Ausweicharbeitsplätzen nach Anzeige der aktuellen Kapazitätsauslastung und der Kosten, selektives Kopieren von Arbeitsgängen in Arbeitspläne, Auswahl von ähnlichen Arbeitsgängen
Nutzeffekte:	Einsparung von Arbeiten zur Gewinnung und Pflege von Stammdaten, Verkürzung der Durchlaufzeit von Kundenaufträgen, Einsparung von Speicherplatz zur Stammdatenspeicherung, Beschleunigung der Angebotsabgabe

Abb. 3.1.4/1 Erstellung von Arbeitsplänen und Steuerprogrammen (CAP)

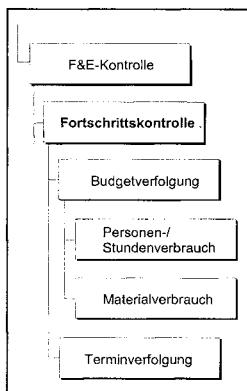
Auch im Rahmen des Concurrent Engineering werden bereits Kombinationen aus CAD und Digitaler Fabrik eingesetzt.

### PRAKTISCHES BEISPIEL

*Mehr als zwei Dutzend Unternehmen in sieben Ländern simulierten das von dem französischen Luftfahrtkonzern **Dassault** produzierte Flugzeug Falcon 7X anhand eines digitalen Modells. Alle 40.000 Bauteile werden bei **Dassault** in Paris in einer Datenbank gehalten. Das System ahmt z. B. auch die Presse nach, wie sie das Flügelblech formt, und den Roboter, wie er es später am Flügel befestigt. In das System sind Elemente der Künstlichen Intelligenz integriert: Wollen beispielsweise die Ingenieure die Reichweite erhöhen, so werden automatisch das zusätzliche Treibstoffgewicht, die Spannweite der Flügel sowie Zahl und Gestalt von Streben errechnet [DWO 07].*

### 3.1.5 Forschungs- und Entwicklungskontrolle

#### 3.1.5.1 Forschungs- und Entwicklungsfortschrittskontrolle



Unter dem Begriff „Forschungs- und Entwicklungsfortschrittskontrolle“ wollen wir die Budget- und die Terminverfolgung zusammenfassen.

Die **Budgetverfolgung** erstreckt sich üblicherweise zum einen auf den Personen-/Stundenaufwand und zum anderen auf den Verbrauch von Material (Materialkosten). Den Dateninput über die benötigten Stunden erhält das Teilsystem über die in Forschungs- und Entwicklungsabteilungen üblichen Stundenaufzeichnungen, in denen die Mitarbeiter angeben, wie sich ihre Tages- oder Wochenarbeitszeit auf die einzelnen Projekte verteilte.

Den für einen Forschungs- und Entwicklungsauftrag entstandenen Materialverbrauch erfährt das Fortschrittskontroll- vom Materialbewertungsprogramm (vgl. Abschnitt 3.4.2). Die offenen Bestellungen

(Bestellobligo für die Forschung und Entwicklung) können dem Vormerkspeicher Bestellungen entnommen werden, die bereits getätigten Zahlungen werden vom Kreditorenbuchhaltungsprogramm (vgl. Abschnitt 3.9.5.2) gemeldet.

Die Akkumulation der geleisteten Stunden und Kosten kann bei den Vormerkdaten des Forschungs- und Entwicklungsauftrags geschehen.

Das Programm mahnt, wenn das Stunden- und/oder Kostenbudget überschritten ist, jedoch mag man auch Erinnerungen vorsehen, die der Computer ausgibt, sobald ein bestimmter Prozentsatz des jeweiligen Stunden- oder Materialkostenbudgets erreicht wird oder sich eine ungünstige Relation zwischen Termin- und Budgetfortschritt einstellt.

Zur **Terminverfolgung** werden dem Fortschrittskontrollprogramm – gegebenenfalls als Rücklaufdatenträger gestaltete – Beendigungs- und eventuell auch Verzögerungsmeldungen für die einzelnen Aktivitäten zugeführt. Verzögerungsmeldungen können im (hier nicht behandelten) Teilsystem Forschungs- und Entwicklungsplanung (vgl. Band 2) Umterminierungen auslösen, etwa wenn Aktivitäten auf dem kritischen Pfad des Projektplans zu spät abgeschlossen werden.

Wichtigste Eingaben:	Stundenmeldungen, Beendigungsmeldungen, Verzögerungsmeldungen
Wichtigste Anzeigen und Ausdrucke:	Terminmahnungen, Budgetmahnungen, Erinnerungen, Übersichten über den Projektstand
Wichtigste Dialogfunktionen:	Suche nach Ursachen von Plan-Ist-Abweichungen
Nutzeffekte:	Sichere Termin- und Budgetkontrolle, rechtzeitiges Einleiten von Umdispositionen

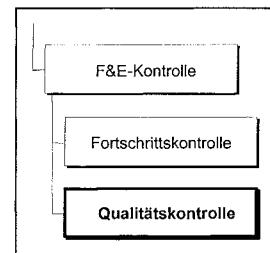
Abb. 3.1.5.1/1 Forschungs- und Entwicklungsfortschrittskontrolle

#### 3.1.5.2 Qualitätskontrolle beim Produktentwurf

Erkenntnisse aus Branchen bzw. Zweigen der Technik, in denen Fehler besonders schlimme Konsequenzen haben (z. B. **Kern-, Medizin-, Weltraum-** oder **Umwelttechnik**), spektakuläre Rückrufaktionen in der **Automobilindustrie**, aber auch das Produkthaftungsgesetz haben eine Reihe von Methoden zur Qualitätssicherung im Produktentwurf

hervorgebracht, die zumindest teilweise formalisierbar und mithin der Rechnerunterstützung zugänglich sind.

Die Methode **FMEA** (Failure Mode and Effects Analysis, „Fehler-möglichen- und Einflussanalyse“) (vgl. Abbildung 3.1.5.2/1) stellt eine systematische Zusammenfassung der Gedankengänge dar, die ein qualitätsbewusster Konstrukteur durchläuft, wenn er sich vorstellt, welche Fehler auftreten und welche Konsequenzen sie haben können. Hilfsmittel sind unter anderem umfangreiche Checklisten [SCHU 91]. Die kommerziellen Softwarepakete zu FMEA enthalten darüber hinaus Strukturbäume mit Ereignissen und Abläufen bei Fehlern und auch Elemente eines WMS (vgl. Abschnitt 1.5.1), mit denen zur Qualitätsanalyse fehlende Informationen eingeholt werden können. Beispiele hierzu finden sich bei [PAU 94].



- 1) Es ist jeder potenzielle Fehler (z. B. Leistungsabfall, Kurzschluss, Farbunterschied, Vibration, Wassereintritt) aufzulisten. Hierzu kann das IV-System Auswahlmenüs und statistische Beobachtungen anbieten.
- 2) Man beschreibt die Folgen des Fehlers in der Weise, wie der Kunde sie bemerkt oder empfindet (z. B. Geräusche, übermäßiger Kraftaufwand erforderlich, Geruchsbelästigung, Fahrzeug außer Kontrolle). Das IV-System kann auf der Grundlage von gespeicherten Zuordnungen und Strukturen zu jedem typischen Fehler die potenziellen Folgen anzeigen.
- 3) Es sind jede denkbare Fehlerursache und die eventuell verantwortlichen Instanzen aufzuführen (z. B. unzureichende Schmierung, Materialverunreinigung, Verformungsrisse, schlechte Schweißnaht, Überbeanspruchung, Einzelteil vergessen). Auch hierzu mag das System Verknüpfungen liefern, die die Ursache an den typischen Fehler binden.
- 4) Alle derzeitigen Kontrollmaßnahmen, die dazu dienen, Fehlerursachen bzw. Fehler zu entdecken, sind aufzulisten. Grundlage hierfür sind im Anwendungssystem hinterlegte Qualitätsspezifikationen.
- 5) Die Wahrscheinlichkeit für das Auftreten der potenziellen Fehlerursache wird geschätzt und anhand einer von 1 bis 10 reichenden Skala bewertet. Dabei werden umso mehr Bewertungspunkte vergeben, je wahrscheinlicher es ist, dass ein Fehler auftritt.
- 6) Die Bedeutung der Folgen eines Fehlers für den Kunden wird ebenfalls anhand einer Skala von 1 bis 10 bewertet.
- 7) Anhand einer weiteren Skala von 1 bis 10 ist die Wahrscheinlichkeit zu schätzen, dass ein Fehler nicht entdeckt wird, bevor das Teil oder das Aggregat den Kunden erreicht.
- 8) Das System multipliziert die Bewertungspunkte gemäß 5) bis 7) und gelangt so zu einer Risiko-Prioritäts-Zahl **RPN** (Risk Priority Number). Für Ursachen mit der höchsten RPN sind vorrangig Abstellmaßnahmen einzuleiten. An dieser Stelle kann ein Vormerksspeicher eröffnet werden. Es ist denkbar, dass die an der Abstellung des potenziellen Fehlers beteiligten Instanzen im Wege des Workflow-Managements eingeschaltet werden.

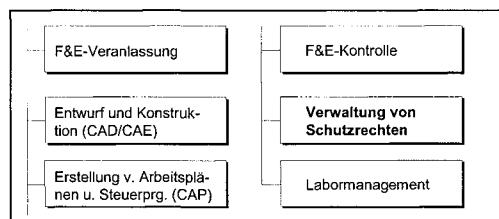
Abb. 3.1.5.2/1 Module der FMEA

### 3.1.6 Verwaltung von Schutzrechten

In Unternehmen mit lebhafter Produkt- und Prozess-Entwicklung und internationaler Orientierung fallen bei der Anmeldung und Pflege der Schutzrechte vielfältige Verwaltungsarbeiten und Dispositionen an.

#### PRAKTISCHES BEISPIEL

Die Rechtsabteilung der **adidas International B.V.**, Amsterdam, setzt ein Anwendungssystem des Herstellers **Computer Packages, Inc. (CPI)** ein, das die mit dem gewerblichen Rechtsschutz verbundenen Dispositionen



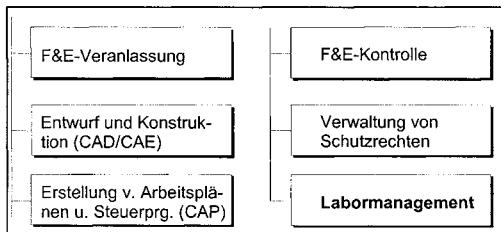
und Verwaltungsmaßnahmen unterstützt [BER 05]. Es sind für Warenzeichen, Geschmacksmuster, Gebrauchsmuster und Patente verschiedene Informationen, wie beispielsweise Art (z. B. Wort, Bild), Land, Rechtsinhaber (Muttergesellschaft, Konzern Tochter), erfasst. Das System kennt die einschlägigen Vorschriften in verschiedenen Ländern und die jeweils benötigten Antragsformulare. Außerdem gibt man ihm so genannte Festtermine an. Wird ein solcher Festtermin versäumt, so geht ein Recht verloren. Auf der Grundlage dieser Daten zeigt der Rechner Terminübersichten, sodass rechtzeitig über Verlängerungen und ähnliche Maßnahmen entschieden werden kann.

Das Patentwesen ist auch ein Beispiel für zwischenbetriebliche Integration. Beispielsweise nehmen das **Europäische und das Deutsche Patentamt** elektronisch Anmeldungen entgegen und versenden per E-Mail Empfangsbescheinigungen. In Zukunft soll der gesamte Schriftverkehr elektronisch erfolgen. Auch das **Bundespatentgericht** plant den mit digitaler Signatur gesicherten Rechtsverkehr. Es ist abzusehen, dass die Patentabteilungen der Industriebetriebe und Anwaltskanzleien einen integrierten Workflow mit einer durchgehenden elektronischen Akte anstreben. Die Patentämter bieten im Internet weitreichende Recherchemöglichkeiten an, die es den Erfindern erlauben, den Stand der Technik zu ermitteln und Erfindungen gut zu beurteilen.

Wichtigste Eingaben:	Informationen über Warenzeichen/Geschmacksmuster/Gebrauchsmuster/Patente, Termine
Wichtigste Anzeigen und Ausdrucke:	Schutzrechte, Terminübersichten, Durchschnittskosten (Erfahrungswerte), Merkmalsbeschreibungen, Standardbriefe/Formulare für Patentämter, Anwälte
Wichtigste Dialogfunktionen:	Variable Recherchen, Bewertung von Rechten
Nutzeffekte:	Rationalisierung der Schutzrechtsverwaltung, Entscheidungsunterstützung bei der Schutzrechtsanmeldung bzw. -pflege, reduzierte Gefahr von Terminüberschreitungen

Abb. 3.1.6/1 Verwaltung von Schutzrechten

### 3.1.7 Labormanagement



Labormanagement-Systeme, auch als Labor-Informations- oder Labor-Informations-Management-Systeme (**LIMS**) bezeichnet, unterstützen die Administration von Versuchen, z. B. in der **Chemie-, Nahrungsmit- oder Metallindustrie**. Die Versuche müssen nicht nur im Rahmen der Forschung bzw. der Produkt- und Prozess-Entwicklung stattfinden. Vielmehr können sie auch Bestandteil der Qualitätsprüfung in Wareneingang, Produktion und Warenausgang oder auch des Reklamationsprozesses sein [PAC 96].

Der Auftrag für eine Laboruntersuchung kann automatisch erteilt werden, etwa wenn ein System zur Wareneingangskontrolle (vgl. Abschnitt 3.3.5) die Stichproben bestimmt, die aus einer Fremdlieferung gezogen werden sollen. Abbildung 3.1.7/1 enthält typische Module eines Labormanagement-Systems und zeigt deren chronologische Folge.

- 1) Eröffnen eines Vormerkspeichers „Offene Laboraufträge“
- 2) Gewinnen eines Arbeitsplans; bei Routineaufträgen sind nur die Vorgabezeiten aus der Stichprobengröße abzuleiten; schwieriger ist das Generieren von Arbeitsplänen, wenn es sich um Varianten bisheriger Untersuchungen handelt. Hier kommen Algorithmen in Anlehnung an die Variantenplanung bei der Generierung von Fertigungsvorschriften in Betracht (vgl. Abschnitt 3.1.4)
- 3) Statistische Versuchsplanung. Hierfür sind zahlreiche Modelle entwickelt worden. Mit ihrer Hilfe soll der Versuchsumfang minimiert werden, ohne dass man vorgegebene Zuverlässigkeitsgrenzen der Ergebnisse verletzt. Das System kann solche Modelle in einer Methodenbank (Band 2) vorrätig halten und in Abhängigkeit von der Versuchssituation anbieten
- 4) Anstoß von automatischen Prozessen, z. B. zur Mischung von Substanzen oder zur Messung physikalischer Parameter
- 5) Messen von Ergebnissen
- 6) Statistische Behandlung der Ergebnisse, z. B. Diskriminanzanalysen oder Hochrechnung der Stichproben, gegebenenfalls Auslösen von Folgestichproben, wenn aus den bisherigen Resultaten keine genügend signifikanten Schlüsse gezogen werden können
- 7) Dokumentation der Ergebnisse, z. B. Feststellen von Abweichungen zu früheren Befunden, Soll-Ist-Vergleiche, Generieren von Grafiken oder Expertisen (Band 2)
- 8) Ermitteln des Versuchsaufwands für die innerbetriebliche Leistungsverrechnung und Schließen des Vormerkspeichers

Abb. 3.1.7/1 Module und Ablauf in einem Labormanagement-System

### PRAKTISCHES BEISPIEL

Bei der **Degussa AG** ist ein rechnergestütztes „Qualitäts- und Labormanagementsystem“ (QLM) eingeführt [PEC 97/PEC 05]. Es erstellt Arbeitslisten für die Laboranten und wählt dynamisch die zu prüfenden Merkmale (z. B. Viskosität) aus einem Standard-Prüfplan aus. Der Probendurchlauf wird terminiert. Das System erstellt prozessbegleitende Qualitätsregelkarten, in denen Qualitätsmerkmale über der Zeit grafisch dargestellt werden.

Wichtigste Eingaben:	Zu prüfende Lose/Stichproben (z. B. identifiziert über die Materialnummer), statistische Parameter
Wichtigste Anzeigen und Ausdrucke:	Vorschriften („Arbeitspläne“) für die Durchführung von Versuchen/Analysen, NC-Programmierung, z. B. für Mischer, Messergebnisse, statistische Auswertungen, Expertisen
Wichtigste Dialogfunktionen:	Aufbau einer Dokumentation von Messergebnissen („Messhistorie“), Stichprobenplanung in Abhängigkeit der Messergebnisse
Nutzeffekte:	Rationalisierung der Versuchsausarbeitung, Durchlaufzeitreduzierung von Laboraufträgen, Senkung von Prüfkosten, Fehlervermeidung (geringere Fehlerrate, weniger Verwechslungen)

Abb. 3.1.7/2 Labormanagement

### 3.1.8 Anmerkungen zu Abschnitt 3.1

- [ABE 97/GRA 93/PRO 06] Abeln, O., Innovationspotentiale in der Produktentwicklung, Das CAD-Referenzmodell in der Praxis, Stuttgart 1997; Grabowski, H., Anderl, R. und Polly, A., Integriertes Produktmodell, Berlin u.a. 1993; ProSTEP iViP Verein (Hrsg.), ProSTEP iViP Association - Was ist STEP?, <http://www.prostep.org/de/standards/was/>, 2006-01-03, Abruf am 2007-05-09.
- [BER 05] Persönliche Auskunft von Frau R. Bergsma, adidas-Salomon AG.
- [BOC 90] Bock, M. und Bock, R., Konzeption einer Expertensystemshell zur konstruktionsbegleitenden Kalkulation, in: Ehrenberg, D., Krallmann, H. und Rieger, B. (Hrsg.), Wissensbasierte Systeme in der Betriebswirtschaft, Berlin 1990, S. 133-149.
- [DAN 01] Dangelmaier, W., Fertigungsplanung, 2. Aufl., Berlin u.a. 2001, Kap. 7.3.

- [DEC 92] Decker, B., Einführung und Einsatz eines Design-Systems, in: VDI-Gesellschaft Textil und Bekleidung (Hrsg.), Informationssysteme für die Bekleidungsindustrie, Düsseldorf 1992, S. 79-93.
- [DWO 07] Dworschak, M., Flieger aus dem Netz, <http://www.spiegel.de/spiegel/0,1518,369565,00.html>, Abruf am 2007-05-09.
- [FIS 94] Fischer, J. und Möcklinghoff, M., Computerunterstützung kooperativen Arbeitens im Forschungs- und Entwicklungsbereich, Information Management 9 (1994) 1, S. 46-52.
- [GRA 94] Grabowski, H., CAD/CAM-Kopplung, in: Corsten H. (Hrsg.), Handbuch Produktionsmanagement, Wiesbaden 1994, S. 639-660.
- [GRE 05] Persönliche Auskunft von Herrn B. Gregory, Ford.
- [HAR 04] Hartmann, G. und Schmidt, U., mySAP Product Lifecycle Management, 2. Aufl., Bonn 2004.
- [HER 89] Hermanni, S., CIM in der Prozeßindustrie, CIM-Management 5 (1989) 5, S. 10-14; weitere Übersichtsbeiträge und Hinweise auf Einsätze in der Praxis findet der Leser in diesem Schwerpunkttheft.
- [HOR 06] Horváth, P., Controlling, 10. Aufl., München 2006, S. 513-524.
- [HOR 07] Horváth, P. und Möller, K., Konstruktionsbegleitende Kalkulation – Methoden und IT-Unterstützung, in: Hausladen, I. (Hrsg.), Management am Puls der Zeit, Band 2, München 2007, S. 1245-1270.
- [HUA 96] Huang, G.Q. (Hrsg.), Design for X, London u.a. 1996.
- [IND 00] Industrie Management 16 (2000) 2 ist ein Schwerpunkttheft zum PDM.
- [KAC 85] Kaczmarek, H., Plattfaut, E., Scheuch, N. und Schumann, M., Rechnergestützte Auswahl von Produktideen mit dem Bürokommunikationssystem EMS 5800, Office Management 33 (1985) 10, S. 1036-1046.
- [KLE 90/PRI 05] Kleine Büning, H., Kleinjohann, N. und Schmitgen, S., Wissensbasierte Produktkonfiguration, VDI-Zeitschrift 132 (1990) 10, S. 161-164; persönliche Auskunft von Herrn H. Prior, Demag Cranes & Components GmbH.
- [KLE 02/MAA 02] Klein, M., Sayama, H., Faratin, P. und Bar-Yam, Y., A Complex Systems Perspective on Computer-Supported Collaborative Design Technology, Communications of the ACM 45 (2002) 11, S. 27-31; Maamar, Z. und Shen, W., Computer-Supported Cooperative Work in Design, Communications of the ACM 45 (2002) 11, S. 25-26.
- [KLO 80] Klosterman, A.L., Lemon, J.R. und Tolani, S.K., Integration and Implementation of Computer-Aided Engineering and Related Manufacturing Capabilities into the Mechanical Product Development Process, in: Wilhelm, R. (Hrsg.), CAD-Fachgespräche, London 1980, S. 161-183.
- [KÖH 05] Persönliche Auskunft von Herrn W. Köhler, Kennametal Deutschland GmbH.
- [KRI 03] Kriegel, H.-P., Kröger, P., Mashael, Z., Pfeifle, M., Pötke, M. und Seid, T., Effective Similarity Search on Voxelized CAD Objects, Proceedings 8<sup>th</sup> International Conference on Database Systems for Advanced Applications (DASFAA'03), Kyoto 2003; Interne Unterlagen der Firma sd&m AG.
- [KUF 05] Persönliche Auskunft von Herrn T. Kuffler, Gabor Shoes AG.
- [LEU 94] Leutenegger, J.-M., Wettbewerbsorientierte Informationssysteme in der Schweizer Pharma-Branche, Bern u.a. 1994, S. 203-204.
- [MAI 05] Maidel, J., Axtner, H. und Arlt, M., Virtualisierung in der Automobilindustrie, HMD 42 (2005) 242, S. 84-92.

- [MEN 90] Menges, R., Rechnergestützte Robotereinsatzplanung, in: Mesina, M., Bartz, W.J. und Wippler, E. (Hrsg.), CIM-Einführung, Ehningen 1990, S. 119-133.
- [MER 98] Mertens, P., Ehrenberg, D. und Giese, J. (Hrsg.), Virtuelle Unternehmen und Informationsverarbeitung, Berlin-Heidelberg 1998.
- [MES 90] Mesina, M., Die Kopplung der CA-Komponenten am Beispiel des CAD/NC-Datentransfers, in: Mesina, M., Bartz, W.J. und Wippler, E. (Hrsg.), CIM-Einführung, Ehningen 1990, S. 172-186.
- [MÜS 88] Müßig, M., Nußpickel, M. und Thome, R., Kreativität und Computer, Office Management 36 (1988) 9, S. 46-52.
- [NÜB 05] Persönliche Auskunft von Frau J. Nübel, MTU Friedrichshafen GmbH.
- [OV 07] O.V., Computergestützte Automobil-Entwicklung, HEITEC Kundeninformation, Januar 2007, S. 9.
- [PAC 96] Packowski, J., Betriebsführungssysteme in der Chemischen Industrie – Informationsmodellierung und Fachkonzeption einer dezentralen Produktionsplanung und -steuerung, Dissertation, Wiesbaden 1996.
- [PAU 94] Paulic, R.P. und Starke, A.G., Rechnergestützte Fehlermöglichkeits- und Einflußanalyse (FMEA) – Methodik und Softwaremarkt, Frankfurt u.a. 1994.
- [PEC 97/PEC 05] Peckart, J., Das Qualitäts- und Labormanagementsystem bei Degussa/Agomer, CHEManager 6 (1997) 4, S. 220; persönliche Auskunft von Herrn J. Peckart, Degussa AG.
- [PÖT 05] Persönliche Auskunft von Herrn M. Pötke, sd&m AG.
- [RIE 01] Rieckmann, W., Airbus Concurrent Engineering, Virtuelle Produktentwicklung am Beispiel Airbus, in: Buhl, H.U., Huther, A. und Reitwiesner, B. (Hrsg.), Information Age Economy, Heidelberg 2001, S. 897-904, hier S. 897.
- [SAL 05] Salo, A. und Käkölä, T.K., Groupware Support for Requirements Management in New Product Development, Journal of Organizational Computing and Electronic Commerce 15 (2005) 4, S. 253-284.
- [SAN 99] Sandhop, J., Byte-Entwurf statt Holzmodell – Architektur-CAD im Bauprozess, CAD World o.Jg. (1999) 1, S. 48-51.
- [SCHÄ 99] Schäfer, D. und Roller, D., Elektro-CAD am Wendepunkt – Stand der Technik im ECAD, CAD World o.Jg. (1999) 5, S. 36-38.
- [SCHE 97] Scheer, A.-W., Wirtschaftsinformatik – Referenzmodelle für industrielle Geschäftsprozesse, 7. Aufl., Berlin u.a. 1997, S. 554.
- [SCHI 02] Schichtel, M., Produktdatenmodellierung in der Praxis, München u.a. 2002.
- [SCHÖ 89] Schönsleben, P., Product Configuration with many Variants Using Expert System Techniques, in: Roubellat, F. (Hrsg.), Advanced Information Processing in CIM, Proceedings of Esprits CIM – CIM Europe SIG 2 Workshop vom 1989-09-20 bis 1989-09-22 in Bremen.
- [NEB 05/SCHÖ 99] Persönliche Auskunft von Herrn K.-P. Nebel, Beiersdorf AG; Schöllhorn, M. und Müller, U., Integrierte computergestützte Verfahrensentwicklung in der Kosmetikindustrie – Von der Rezeptur zur fertigen Herstellanweisung, atp 41 (1999) 2, S. 49-51.
- [SCHU 91] Schuler, W., FMEA: Das „Geheimnis“ der ersten beiden Spalten, Qualität und Zuverlässigkeit 36 (1991) 8, S. 474-479.
- [SEN 05] Sendler, U. und Wawer, V., CAD und PDM: Prozessoptimierung durch Integration, München-Wien 2005.

- [STÜ 01a] Stürken, M., Möglichkeiten und Grenzen der Integration von computergestützten Konstruktions- und Verkaufssystemen (CADCAS), Berlin 2001.
- [STÜ 01b] Stürken, M., Produktdatenmanagement, in: Mertens, P. u.a. (Hrsg.), Lexikon der Wirtschaftsinformatik, 4. Aufl., Berlin u.a. 2001, S. 376-377.
- [STÜ 05] Stürken, M., Product Lifecycle Management (PLM): Beispiel INA-Schaeffler KG, in: Scheer, A.-W., Boczanski, M., Muth, M., Schmitz, W.-G. und Segelbacher, U. (Hrsg.), Prozessorientiertes Product Lifecycle Management, Berlin u.a. 2005, S. 147-151.
- [TEN 98] Teng, S.-H.G. und Garimella, S.S., Manufacturing Cost Modeling in Printed Wiring Board Assembly, Journal of Manufacturing Systems 17 (1998) 2, S. 87-96.
- [UNG 05/UNG 07] Unger, S., DaimlerChrysler – der Weg zum Echtzeitunternehmen, in: Kuhlin, B. und Thielmann, H. (Hrsg.), Real-Time Enterprise in der Praxis, Berlin 2005, S. 81-89; Unger, S., IT Sets the Pace in the Global Contest, sd&m-Konferenz 2005, Frankfurt 2005, [http://www.sdm.info/kundenbereich/download/index.php?link=/download/kunden/sdmkonf\\_Unger\\_Sue\\_u9fs.pdf](http://www.sdm.info/kundenbereich/download/index.php?link=/download/kunden/sdmkonf_Unger_Sue_u9fs.pdf), Abruf am 2007-05-09 (Registrierung erforderlich).
- [WEN 05] Wenzel, S., Die Digitale Fabrik – Wirtschaftliche Notwendigkeit und wissenschaftliche Faszination, in: Mönch, L. und Beyer, J. (Hrsg.), Aspekte der Wirtschaftsinformatik, San Diego-Erlangen 2005, S. 205-222.
- [WIR 01] Wirtz, J., Ein Referenzmodell zur integrationsgerechten Konzeption von Produktdatenmanagement, München 2001, S. 210-212.
- [WOL 86] Wolf, T. und Unkelbach, H.D., Informationsmanagement in Chemie und Pharma, Stuttgart 1986, S. 19-20.

## 3.2 Vertriebssektor

### 3.2.1 Überblick

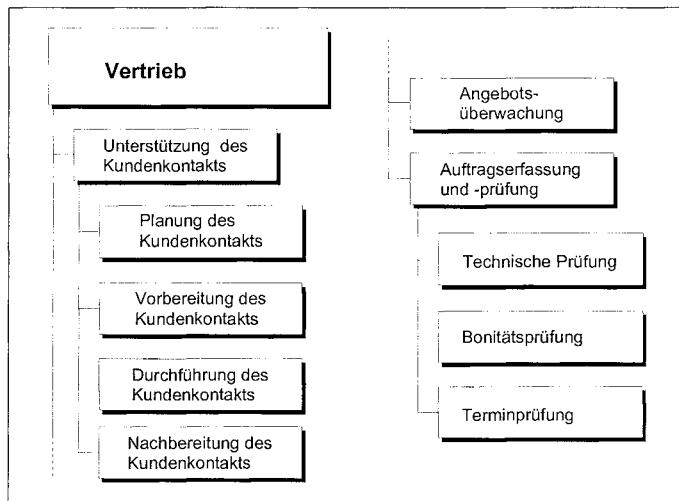


Abb. 3.2.1/1 Teilfunktionsmodell im Sektor Vertrieb

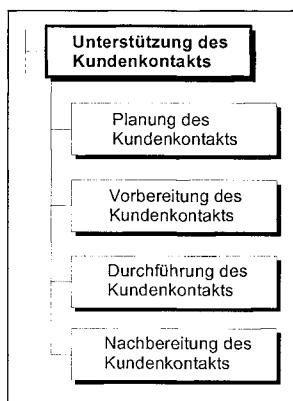
Für die folgende Betrachtung eines typischen Geschäftsprozesses im Verkaufssektor ist zunächst angenommen, dass der Betrieb stark kundenwunschorientiert fertigt:

- 1) Eine Vielzahl von Anwendungssystemen unterstützt die Vertriebs- bzw. Außendienstmitarbeiter (ADM) bei der Planung, Vorbereitung, Durchführung und Nachbereitung der Kundenkontakte. Resultat ist in der Regel ein Angebot. Die Angebotsüberwachung sorgt durch Ausgabe entsprechender Hinweise dafür, dass die Angebote „gepflegt“ werden. Man verwendet in diesem Zusammenhang auch den Begriff **CAS** (Computer Aided Selling) [WIN 04].
- 2) Der Programmkomplex Auftragserfassung und -prüfung liest den Kundenauftrag ein und prüft, ob er angenommen werden kann oder abgelehnt werden muss. Letzteres kann der Fall sein, weil technische Probleme auftreten, der Kunde nicht kreditwürdig ist, der vom Kunden gewünschte Liefertermin nicht eingehalten werden kann oder ein Verlust entstehen würde. Für die akzeptierten Aufträge gibt das Anwendungssystem Auftragsbestätigungen aus und baut Vormerkdatenbestände auf.

Es gibt jedoch gerade im Vertriebsbereich zahlreiche Konzeptionen, die von der oben geschilderten abweichen. Die zweckmäßigste Kombination von AS hängt vor allem davon ab, inwieweit Kundenwunsch- oder Vorratsfertigung vorliegt. Bei reiner Vorratsfertigung genügen in der Regel die Auftragserfassung und -prüfung sowie die Verkäufereinsatzsteuerung, wohingegen die Kundenanfrage- und Angebotsbearbeitung sowie die Angebotsüberwachung wegfallen.

Dem Sektor Marketing und Verkauf ließe sich auch ein AS „Zollabwicklung“ zuordnen. Ein entsprechendes System wird spiegelbildlich im Beschaffungssektor skizziert (vgl. Abschnitt 3.3.3.3).

### 3.2.2 Unterstützung des Kundenkontakts



Die Unterstützung des Vertriebsmitarbeiters beginnt bei der Planung des Kundenkontakte, wobei die Auswahl der zu besuchenden Kunden im Mittelpunkt steht. Mit der Selektion der zu präsentierenden Produkte geht der Prozess in die nächste Stufe, die Vorbereitung des Kundenkontakte, über. Zu diesem Zeitpunkt sind dem ADM detaillierte Informationen über den Kunden, bisherige Angebote und Wettbewerber bereitzustellen sowie Reiserouten auszuarbeiten. Bei der eigentlichen Durchführung des Kundenkontakte unterstützt ein Angebotssystem den ADM, damit möglichst schon beim ersten Besuch des Vertriebsmitarbeiters ein konsistentes Angebot entsteht. In der letzten Phase helfen AS bei der Nachbereitung und schließen den Informationskreis (vgl. Abbildung 3.2.2/1). Die gesamte Pflege der Kundenbeziehungen, insbesondere soweit IV-Systeme hierfür eingesetzt werden, welche alle Phasen der Abbildung 3.2.2/1 umfassen, bilden auch einen wichtigen Bestandteil des **Customer Relationship Management (CRM)**. Dieses beinhaltet allerdings eine erheblich größere Funktionalität als CAS (Abschnitt 4.2).

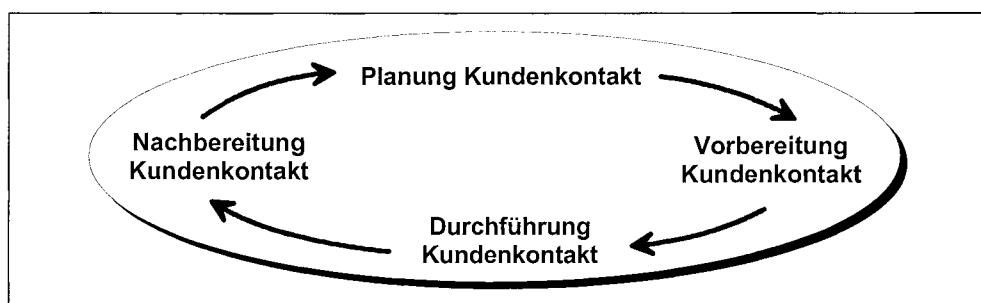


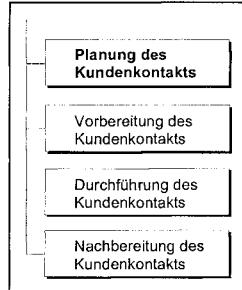
Abb. 3.2.2/1 Phasen im Verkaufsaußendienst

Wichtigste Eingaben:	Kunde, Beschreibung von Kundenanfragen, Parameter für Angebots- und Sonderaktionen, „Lost Orders“
Wichtigste Anzeigen und Ausdrucke:	Angebotsinformationen (Checklisten zur Angebotsauswahl, individuelle Angebote, selektiv gestreute Massenangebote, Angebotsentwürfe, Kundenportfolios, Einsatzweisungen an die Verkäufer), Produktinformationen (Textbausteine und (multimediale) Produktbeschreibungen, Wirtschaftlichkeitsrechnungen, technische Verfahrensvergleiche, Alternativprodukte), Kundeninformationen (Unternehmensgröße, Marktstellung, bereits installierte Infrastruktur, bisherige Angebote, bisherige Aufträge, Lost-Order-Statistiken, Ablehnungsgründe), Finanzierungsinformationen (Subventionsmöglichkeiten, Finanzierungsvorschläge), Wettbewerberinformationen (Produktspektrum, Preise)
Wichtigste Dialogfunktionen:	Änderung der Parameter von Angebotsaktionen mit Anzeige der resultierenden Zahl der Angebote, Bewertung von Checklistenpositionen, Auswahl von Kunden für Sonderaktionen nach Anzeige von Kundenstammdaten, Verkäuferstammdaten und Fertigungskapazitäten
Nutzeffekte:	Beschleunigung der Angebotsabgabe, größere Übereinstimmung zwischen Kundenwunsch und Angebot, Vermeiden personeller Schreib- und Rechenarbeiten, automatische Erfassung der Angebotsaktionen für die Zwecke der Führungsinformation und Prognose, verbesserte Ausschöpfung des Marktpotenzials, verbesserte Auslastung der Produktionskapazität, verbesserte Auslastung der Vertriebskapazität, Senkung der Vertriebskosten

Abb. 3.2.2/2 Unterstützung des Kundenkontakte

### 3.2.2.1 Planung des Kundenkontakts

Kundenkontakte kommen in der Regel durch die Anfrage eines Kunden oder ein unaufgefordertes Angebot (z. B. durch das Database-Marketing gesteuert, vgl. Band 2) zu Stande. Die Aufnahme einer Kundenanfrage- und Angebotsbearbeitung (Angebotsbeschreibung) in die IIV ist dann sinnvoll, wenn eine sehr große Anzahl von Kundenanfragen und Angeboten bearbeitet werden muss (z. B. wenn öfter Angebotsaktionen durchgeführt werden oder in der Branche üblicherweise auf einen Auftrag sehr viele Anfragen und Angebote entfallen) und/oder die Kundenanfragen und Angebote im Hinblick auf die Produktspezifikationen und auf die Angebotskalkulation aus weitgehend standardisierten Elementen (Bausteinen) konfiguriert werden können (vgl. Abschnitt 3.1.3). In solchen Fällen genügt die Eingabe dieser Spezifikationen, damit das Programm aus Tabellen oder Datenbanken die Bauelemente entnehmen, sie nach vorgegebenen Regeln zusammensetzen und das so definierte Produkt kalkulieren kann. Vielfach bietet man Mehrwertdienste an, so etwa die Abschätzung der Folgekosten einer Investition im Kundenbetrieb.



Sehr schwierig, aber auch sehr wichtig ist es, die Entscheidung zu unterstützen, ob ein Kunde überhaupt auf seine Anfrage hin ein Angebot erhalten soll (**Angebotsauswahl**). Gerade bei stark kundenwunschorientierter Produktion verlangt das einzelne Angebot einen hohen Aufwand, sodass die Ressourcen der beteiligten Instanzen, etwa der Konstruktionsabteilung, sorgfältig zugeteilt werden müssen. Es gilt, Informationen über solche Abnehmer bereitzustellen, die in der Vergangenheit immer wieder angefragt und Angebote erhalten, aber keine Aufträge erteilt haben.

In manchen Großunternehmen gibt es Checklisten, die „durchzugehen“ sind, bevor ein Angebot gestellt wird. Sie enthalten Kriterien wie z. B., ob eine Haftungsbegrenzung erforderlich ist, ob der Kunde eine Finanzierung fordert, inwieweit der Lieferumfang standardisiert ist oder wie hoch das Marktpreisniveau liegt. Solche Checklisten können am Bildschirm abgearbeitet werden.

Wenn ein Angebot das Interesse des Kunden findet, schließt sich gegebenenfalls ein ADM-Besuch an. Verschiedentlich wird vorgeschlagen, die Kundenbesuche der Verkäufer rechnergestützt zu terminieren und zu disponieren. Es stellt sich die Frage, welche Kunden in welcher Planperiode besucht werden sollen. Dazu lassen sich folgende programmierbare Entscheidungsregeln formulieren: Auszuwählen sind jene Kunden,

- 1) die im Vergleich zu einer entsprechenden Vergangenheitsperiode (z. B. bis zur gleichen Woche des Vorjahrs) und/oder zum Branchendurchschnitt wenig angefragt oder geordert haben und/oder
- 2) die seit einem bestimmten Zeitpunkt nicht mehr besucht worden sind bzw. nicht geordert haben und/oder
- 3) bei denen man einen besonders geringen Anteil am durch die Marktforschung ermittelten bzw. geschätzten Einkaufsvolumen hat und/oder
- 4) von denen zu vermuten ist, dass sie solche Produkte abnehmen werden, deren Absatz aus Produktlebenszyklus-, Lager- oder Kapazitätsauslastungsgründen erwünscht ist bzw. für die gerade Angebots-Schwerpunkt-Aktionen laufen und/oder
- 5) die aufgrund eines vordefinierten Zyklus an der Reihe sind und/oder

- 6) bei denen ein Angebot nachzufassen ist und/oder
- 7) bei denen sich ein Grund für den Besuch („Türöffner“) leicht finden lässt, z. B. die Ankündigung eines neuen, für den Kunden infrage kommenden Produkts, die bevorstehende Auslieferung eines offenen Auftrags, eine lokale Ausstellung bzw. Vortragsveranstaltung oder ein demnächst zu erwartender Ersatzbedarf, den der technische Kundendienst dem Vertrieb signalisiert hat.

Bei Kriterium 1) kann ein IV-System auf der Basis von Vergangenheitsdaten ermitteln, in welchem zeitlichen Vorlauf kunden- oder produktbezogen welcher Anfragewert vorhanden sein muss, damit ein definierter Auftragsbestand oder ein gewünschtes Wachstum zu realisieren ist.

Für die Regeln 2) und 5) muss in einer einmaligen Untersuchung eine geeignete Soll-Besuchsfrequenz für jeden Kunden ermittelt werden. Im Fall 5) ist aus dieser Besuchsfrequenz darüber hinaus ein Zyklus zusammenzustellen, wie es etwa für Verkaufsfahrer in der **Lebensmittelbranche** üblich ist. Dieser Zyklus wird in der Regel personell festgelegt; es ist jedoch vorstellbar, dass man die Eignung verschiedener alternativer Zyklen mithilfe von Simulationsmodellen überprüft, in die dann auch einige jener Gesichtspunkte aufgenommen werden können, die wir anschließend andeuten.

Eine rationelle Form, Kundenkontakte zu knüpfen, bietet die so genannte **Computer Telephony Integration (CTI)**. Am PC können eine Liste von Telefonnummern (Distributionsliste) angewählt und eine Folge von Verbindungen hergestellt werden. Werden dem Mitarbeiter zuvor Name und Adresse des Anzurufenden angezeigt, mit der Option, diesen anzuwählen oder abzulehnen, so spricht man von **Preview Dialing**. Gleichzeitig können Informationen über Inhalte aus dem Vormerksspeicher Angebote und Aufträge, frühere Geschäftsverbindungen, Zahlungsbedingungen, spezielle Rabatte oder bisherige Präferenzen zur Verfügung gestellt werden [BLI 01/HAM 97].

In stark divisionalisierten Unternehmen stellt sich das Problem, dass ein Kunde womöglich binnen kurzer Zeit unkoordiniert von mehreren Außendienstmitarbeitern besucht wird. Eine einfache Lösung besteht in einem reinen Informationssystem: Die ADM melden ihre personell ausgearbeiteten Besuchspläne an einen zentralen Rechner. Dieser stellt solche Überschneidungen fest und übermittelt sie auf die mobilen Geräte der ADM. So könnte sich z. B. in einem Unternehmen der **Sportartikelindustrie** ein Reisender für Sporttextilien mit dem für Sportschuhe abstimmen, wenn beide ein Sportgeschäft besuchen wollen.

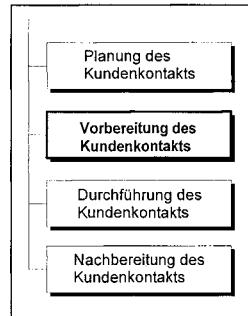
Unter Umständen ist bei der Besuchspräparation eine Reihe von terminlichen Restriktionen zu beachten. So gibt es z. B. Kunden, die Vertreter nur an bestimmten Tagen („Windows“) empfangen, oder die Besuchstermine dürfen sich nicht mit Verkaufsmessen, Schlussverkäufen und Ähnlichem überschneiden (blockierte Termine). Verschiedene Standardsoftware-Pakete gestatten die Formulierung derartiger Nebenbedingungen [ALQ 97].

Aktuelle Kommunikationstechnik, etwa die Integration von Internet und Mobiltelefonie, erlaubt es, Außendienstmitarbeiter rasch und aktiv zu informieren, wenn kurzfristig umdisponiert werden muss. Hat beispielsweise ein Kunde per E-Mail einen Besuch erbettet, so erhält der Vertreter, der sich in der Nähe befindet, einen Terminhinweis mit Informationen aus den Kundenstammsätzen und aus den Auftrags-Vormerksspeichern (vgl. auch [OV 97]).

### 3.2.2.2 Vorbereitung des Kundenkontakts

Nachdem die zu besuchenden Kunden feststehen, kann sich der ADM mithilfe von Kunden-, Angebots- und Marktdatenbanken anhand detaillierter Informationen über den Kunden, historische Angebote und Wettbewerber auf den Besuch vorbereiten.

Sofern die anzubietenden Erzeugnisse nicht schon durch eine Anfrage oder in der Planungsphase bestimmt wurden, dürften vor allem diejenigen Produkte zu beachten sein, die überbevorratet oder geeignet sind, die unterbelasteten Kapazitäten bei maximalem Deckungsbeitrag zu füllen. Um diese Artikel herauszufinden, bestehen grundsätzlich zwei Möglichkeiten:



- 1) In einfacheren Fällen stellt ein Programm durch Konsultation der gespeicherten Arbeitspläne (Fertigungsvorschriften) fest, welche Produkte auf den ungenutzten Kapazitäten bearbeitet werden.
- 2) Die vereinfachte Lösung gemäß 1) birgt jedoch die Gefahr, dass die so gefundenen Erzeugnisse zwar die unterbelasteten Kapazitäten nutzen, jedoch gleichzeitig auch solche Maschinen beanspruchen, die bereits voll ausgelastet sind. Will man diese Schwierigkeit vermeiden, so kann man mithilfe der linearen Programmierung das optimale Ergänzungsprogramm bestimmen. In die Nebenbedingungen dieses Ansatzes gehen als Kapazitätsschranken die Differenzen zwischen der insgesamt verfügbaren Kapazität und der Kapazität ein, die bereits durch die vorhandenen Kundenaufträge genutzt ist.

Als weitere Kriterien zur Auswahl von Produkten, die in Verkaufsgesprächen bevorzugt werden sollten, kommen infrage:

- 1) Solche, die der Kunde in der Vorperiode stärker, in der laufenden Periode jedoch noch nicht oder nur schwach geordert hat
- 2) Solche, die der Kunde seit längerer Zeit nicht mehr gekauft hat

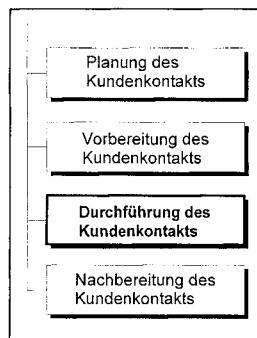
**SAP** offeriert im Rahmen **SAP Mobile Services** Werkzeuge, um die ADM zu unterstützen: Zur Vorbereitung des Kundenkontakts kann der Verkäufer Informationen über den Kunden (Anfragen, Aufträge, Reklamationen, Hinweise zur Kreditwürdigkeit, Öffnungszeiten etc.) anlegen, abrufen sowie bearbeiten und andere Informationen, z. B. über Produkte oder günstige Gelegenheiten, erhalten. Die Artikeldarstellung erfolgt über einen Produktkatalog, in dem auch multimediale Elemente (z. B. Videosequenzen) vorgesehen sind. Der Konfigurator („Configuration Engine“; vgl. Abschnitt 3.2.2.3) erlaubt eine Zusammenstellung auf dem Notebook. Hierzu wird das im **mySAP ERP** enthaltene wissensbasierte System genutzt. Der Außendienstmitarbeiter kann nicht nur operative Daten, sondern auch Extrakte aus dem **Business Information Warehouse (BW)** des **SAP**-Systems auf seinen portablen Rechner übernehmen und mit den dort verfügbaren Analyse-Werkzeugen Informationen aufbereiten.

Schließlich ermittelt ein Modul einen geeigneten Rundreiseweg. Dazu stehen die Algorithmen zum so genannten „Handelsreisendenproblem“ [NEU 02] zur Verfügung. Zwar sind für größere Datenmengen brauchbare exakte analytische Lösungsmöglichkeiten noch nicht vorhanden, jedoch führen die bekannten und zum Teil einfachen Näherungsmethoden in der Regel zu sehr guten Ergebnissen.

Bei der Detailkonzeption von derartigen Modellen ist zunächst festzulegen, welche Ziele verfolgt werden sollen [KIE 94]. Dabei dürfte die Hauptschwierigkeit in der Kombination und Gewichtung der Einzelkriterien liegen. Vor allem aber ist zu beachten, dass die beschrie-

bene sequenzielle Vorgehensweise theoretisch nicht exakt ist, weil Wechselbeziehungen zwischen den einzelnen Stufen bestehen. Beispielsweise möge ein bestimmter Kunde in der ersten Stufe nicht ausgewählt werden, weil nach den Auswahlkriterien der Besuch anderer Abnehmer dringlicher ist. Dieser Kunde wird demnach in der zweiten Stufe gar nicht beachtet, obwohl er vielleicht an einer Reiseroute liegt. Es sind uns keine Optimierungsmodelle bekannt, die dieses Problem lösen können.

### 3.2.2.3 Durchführung des Kundenkontakts



Eine Herausforderung für die IV liegt darin, das Gespräch von Mitarbeitern des Außendienstes mit dem Kunden in der Angebotsphase wirksam zu unterstützen. Vor allem bei stark erklärbungsbedürftigen Produkten, wie sie für die **Investitionsgüterindustrie** im weitesten Sinne typisch sind, sitzt der Außendienstmitarbeiter oft einer Gruppe von Spezialisten („Buying Front“) gegenüber und erreicht bald seine Kompetenzgrenzen. Üblicherweise muss dann der Kundenkontakt unterbrochen werden, damit der Verkäufer sich im eigenen Hause Rat holen und gegebenenfalls einen weiteren Besuch zusammen mit Experten vereinbaren kann. Besonders unvorteilhaft ist ein solcher Prozess im internationalen Vertrieb, aber auch im Inlandsverkauf wirken sich die so ausgelöste Verlängerung der Gesamtdurchlaufzeit eines Auftrages und die wiederholten Rüstzeiten nachteilig aus.

Prinzipiell sind zwei Formen der IV-Unterstützung möglich:

- 1) Der Mitarbeiter im Vertriebsaußendienst holt sich über E-Mail Rat aus der Zentrale oder ruft den Inhalt von Datenbanken ab (z. B. Know-how-Datenbanken, Informationen über dem gleichen Kunden früher gewährte Rabatte oder Listenpreise von Wettbewerbern, vgl. Band 2).
- 2) Dem Mitarbeiter werden verkaufsunterstützende Systeme, auch Angebotssysteme genannt, zur Verfügung gestellt.

Die Funktionen eines gut ausgebauten Angebotssystems zeigt Abbildung 3.2.2.3/1.

Wählt der Kunde nur Produkte aus einem Katalog, vor allem im Internet-Kontext, so spricht man auch von „Click & Buy“ [GÜN 01]. Stehen eine Vielzahl von Komponenten mit hinterlegten Beziehungen und Kombinationsregeln Modell zur Verfügung, die schrittweise und über Parameter zu einem individuellen Produkt montiert werden, so handelt es sich um **Konfiguration** („Configure & Buy“). Der Lösungsraum kann extrem groß sein. Das Verfahren muss Konsistenz oder gar Optimalität einer erarbeiteten Lösung sicherstellen (vgl. auch [WOL 06]).

Präsentationsoberfläche eines Angebotssystems bei komplexeren Erzeugnissen kann ein **elektronischer Produktkatalog (EPK)** sein [TIM 99]. Er tritt an die Stelle dicker Papierkataloge oder Lose-Blatt-Werke, in denen sich der Benutzer nicht mehr zurechtfindet. Besonders elegante Möglichkeiten eröffnen hierzu Multimedia- bzw. Hypermediasysteme (so etwa die Kombination von Text, Grafik, Videobildern und Sprachausgabe). Der Vertriebsmitarbeiter oder der Kunde führt die Merkmale des gewünschten Erzeugnisses zu, z. B. Maße, Bruchfestigkeit, Korrosionsbeständigkeit bei bestimmten Umgebungsbedingungen, Preisobergrenzen. Das System sucht dann in der Datenbank passende Fabrikate. In solchen Konfiguratoren, die mit Entscheidungsbäumen und Beschränkungen (Constraints) arbeiten, müssen die

Merkmale nicht in einem Zug eingegeben werden; vielmehr erhält der Benutzer Vorschläge zu weiteren Merkmalen, wenn das System das vorher Eingegebene verarbeitet hat. Beispiel: Wählt ein Benutzer die Leistung aus, die ein Steckverbinder maximal „vertragen“ kann, so werden ihm für die Auswahl des nächsten Merkmals „Leistungsquerschnitt“ nur noch die Produkte angeboten, die das Kriterium der maximalen Leistung erfüllen [IAH 03]. EPKs zeigen eine gewisse Verwandtschaft zu den in Band 2 beschriebenen Know-how-Datenbanken. Sie sind jedoch weniger auf bisherige Angebote bzw. Problemlösungen bei einzelnen Kunden und Sonderanfertigungen bezogen, sondern mehr auf Standarderzeugnisse. Der elektronische Katalog der **Festo AG & Co. KG** kann auch von chinesischen Kunden in Mandarin abgerufen werden.

- 1) Präsentation des Produkts, und zwar entweder in einer Schemaskizze oder anhand von ruhenden und bewegten Bildern, fotografischen Aufnahmen, Videos usw.
- 2) Selektion von Bauteilen, Extras usw.
- 3) Konfiguration
- 4) Kalkulation (vgl. Schnellkalkulationsverfahren in Abschnitt 3.9.2.3.1)
- 5) Ermittlung eines Angebotspreises (z. B. unter Berücksichtigung von Sonderrabatten oder Ideen des Yield-Managements (vgl. unten))
- 6) Nachweis und Analyse von möglichen Subventionen, die der Kunde beim Kauf des Wirtschaftsguts in Anspruch nehmen könnte
- 7) Ausarbeitung eines Finanzierungsvorschlags (Financial Engineering), in dem eine eventuelle Subvention, Eigenmittel, Kredite und ein Leasing-Vertrag gemischt sind; dabei stellt die Wahl einer Leasing-Variante zusammen mit ihrer Parametrisierung ein eigenes Konfigurationsproblem dar.
- 8) Abschätzung der Folgekosten oder gar der Wirtschaftlichkeit des Investitionsguts im Kundenbetrieb (siehe unten)
- 9) Vorschläge zu das Hauptangebot ergänzenden Produkten und Komponenten („Cross-Selling“, „Up-Selling“)
- 10) Erfassung von Angeboten bzw. Aufträgen

Abb. 3.2.2.3/1 Funktionen eines Angebotssystems

Bei der Arbeitsteilung zwischen Mensch und Maschine in einem interaktiven Konfigurator lassen sich die in Abbildung 3.2.2.3/2 skizzierten vier Varianten unterscheiden.

Abbildung 3.2.2.3/3 enthält ausgewählte Funktionalitäten fortschrittlicher Konfiguratoren, die über die bloßen Konfigurationsvorschläge hinausreichen [HÜL 03], [KUR 05].

Das Konfigurationswissen kann in Gestalt von Regelwerken bzw. ähnlichen Wissensbasen oder als Modell hinterlegt sein. Bei Letzterem speichert man zu jedem Produkt-Baustein seine Eigenschaften und die Beziehungen zu anderen Komponenten (z. B. „A setzt B voraus“; „C und D dürfen nicht zusammen vorkommen“). Auch die Suche nach ähnlichen, bewährten Konfigurationen aus früheren Aufträgen im Wege des Case-Based Reasoning (Fallbasiertes Schließen) mag helfen [BLE 05], [BUT 05].

Bei sehr komplexen Produkten, die aus wählbaren Komponenten montiert werden, stößt man wegen der „kombinatorischen Explosion“ oft an Grenzen. Mit Blick auf den Speicherbedarf des Produktmodells und die begrenzten Konfigurationskenntnisse des Kunden werden so genannte Punch-Out-Modelle vorgeschlagen: Nur ein Teil der produktbeschreibenden Daten wird den Kunden überlassen. Diese Daten dienen dazu, die Produkte innerhalb eines Produktkatalogs zu finden und so zu beschreiben, dass der Partner in geeigneter Form seine Wünsche an den Lieferanten übermitteln kann. Dort mag ein besonders „intelligenter“ Konfigurator für die endgültige Konfiguration zur Verfügung stehen [DOR 02].

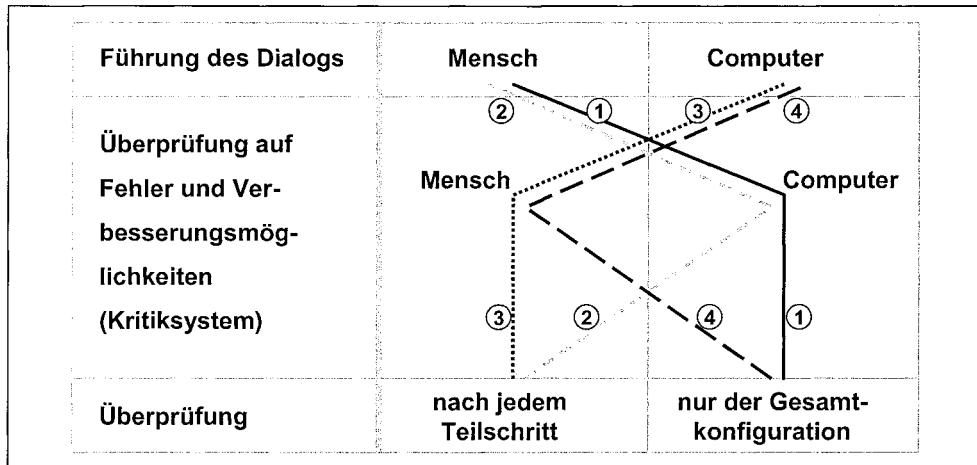


Abb. 3.2.2.3/2 Varianten von Konfiguratoren

- 1) Automatische Erklärung von Fehlern und Widersprüchen
- 2) Grafische Darstellung des konfigurierten Produkts, Manipulation direkt in der Grafik
- 3) Integrierte technische Berechnungen
- 4) Automatische Generierung des Angebotstexts einschließlich Geschäftsbedingungen
- 5) Prüfung der Verfügbarkeit und des Liefertermins über eine Schnittstelle zum Lagerhaltungssektor bzw. mit einer ATP-Logik (vgl. Abschnitt 4.4)

Abb. 3.2.2.3/3 Ausgewählte Funktionalitäten von Konfiguratoren

### PRAKTISCHE BEISPIELE

- 1) Der Geschäftsbereich Chassis Systems Control der **Robert Bosch GmbH** entwickelt und vertreibt Anti-Blockier-Bremssysteme (ABS), Antischlupfregelungen (ASR) und Elektronische Stabilitäts-Programme (ESP) für die Erstausrüstung von Pkws. Kunden sind Automobilhersteller. Die Systeme besitzen bis zu 200 konfigurierbare Parameter. Um diesem Anstieg der Komplexität Herr zu werden, definierten die Entwicklungsabteilungen einen Elektronischen Produktkatalog; in ihm wird festgelegt, welche Produktkonfigurationen überhaupt technisch machbar sind und wie hoch die voraussichtlichen Entwicklungs- und Stückkosten liegen würden. Die Verkäufer benutzen den Katalog, um auf dieser Grundlage Angebote zu schreiben. Sie sind dazu gezwungen, da die Entwicklungsabteilungen keine Kundenprojekte mehr annehmen, die nicht mit dem Katalog erstellt worden sind. Um das neue Produkt dem Kunden und dem auszurüstenden Fahrzeug anzupassen, werden die Kunden meist nach Innovationsneigung und die Fahrzeuge nach der Zielregion, in der sie verkauft werden sollen, und nach dem Marktsegment unterschieden. Beispielsweise macht es keinen Sinn, ein voll ausgestattetes ESP für einen Pkw-Hersteller anzubieten, der sich eher im unteren Innovationssegment befindet. Außerdem soll die Wiederverwendbarkeit gefördert werden, um so Skaleneffekte zu erreichen. Im Durchschnitt werden 50 Angebotsvarianten erstellt, bevor man einen Kundenauftrag gewinnt. Der Angebotsprozess wird mit dem **System PRAG** (**PRojetmanAGement**) abgewickelt. **PRAG** enthält neben dem Angebotssystem im engeren Sinn eine Datenbank, in der man sowohl abgelehnte als auch durchgeführte Kundenprojekte ablegt (die Gründe für die Ablehnung werden festgehalten (z. B.: zu teuer, zu lange Entwicklungszeit, fehlende Kapazitäten bei Bosch)). Ferner gehört zu

*PRAG ein WMS, welches verschiedene Instanzen zu Prüfungen auffordert, ob sie die erforderlichen Kapazitäten besitzen, den Terminplan einhalten können und welche Kosten entstehen [FRI 07].*

- 2) Der Sportartikelproduzent **adidas-Salomon AG** entwickelte das System „mi adidas“, über das in einem 3-stufigen Prozess ein kundenindividueller Schuh mit idealen Sitz für den jeweiligen Fuß herstellbar ist. Auf Marketing-Veranstaltungen im Einzelhandel (z. B. in Sportgeschäften) bekommt der Endverbraucher die Möglichkeit, den adidas-Artikel seinen eigenen Wünschen und Bedürfnissen anzupassen. Mithilfe einer Vermessung und eines Fuß-Scans werden Größe und Druckverteilung exakt ermittelt. Aus der Kombination der beiden Messwerte bestimmt „mi adidas“ präzise, welche Unterstützung der Fuß für die perfekte Passform benötigt. Das Aussehen, die Farbe und eine individuelle Stickerei kann der Kunde selbst festlegen [VOG 05].
- 3) Unter <http://www.bmw.de/de/shortcuts/configurator/> stößt man auf den „**BMW Konfigurator**“ und darf sich seinen „Traum-BMW“ zusammenstellen. Das Werkzeug richtet sich betont an den Laien. Er kann Tipps zur Bedienung aufrufen. Ferner erhält er Erläuterungen, z. B. zur CO<sub>2</sub>-Emission.

Die Selbstkonfiguration im Internet wird dem Kunden erleichtert, wenn das System prüft, welche Wahl andere Kunden mit ähnlichem Bedarf und/oder ähnlichen persönlichen Merkmalen getroffen hatten (Recommender Systems, Collaborative Filtering) [BLE 05], [SCHW 97].

Nach einer entsprechenden Verbesserung des Preis-Leistungs-Verhältnisses der Hard- und Software mag es in ausgewählten Branchen reizvoll sein, sich im Angebotsprozess der Virtual-Reality-Technik (VR) zu bedienen.

### **PRAKTISCHES BEISPIEL**

*Das Versandhaus **Quelle AG** hat ein mit einigen VR-Elementen angereichertes Programm „T Raumplan“ für den Küchenverkauf im Direktvertrieb im Einsatz. Dieses erlaubt es dem Verkäufer, gemeinsam mit seinem Kunden eine Küche zu konfigurieren. Der Kunde kann dann die Anordnung der Küchenelemente, die Ausstattung und den verbliebenen Platz im Raum sehen („Fotorealismus“). Videosequenzen veranschaulichen z. B. Stauräume. Ein Regelwerk weist den Planenden etwa darauf hin, wie groß ein Unterschrank beim Einbau eines Drehbodens sein muss. Hieraus lassen sich ein CAD-Plan für den Teilezulieferer und ein Installationsplan für den Wasser- und Stromanschluss ableiten. Man kann auch die Küche vom heimischen PC aus (vor)planen, dann allerdings mit reduzierten Funktionen [GRÜ 03/WAR05].*

Haben Kunden noch keine präzisen Vorstellungen von den benötigten Produkten, so ist es sinnvoll, mithilfe einer vorgelagerten Bedarfsanalyse das Produktspektrum einzugrenzen. Eine **Produktberatungskomponente (PBK)** hilft, die oft beträchtliche Lücke zwischen Kundenbedarf und Produktangebot zu überbrücken, indem sie zuerst Methoden zur Problemlösung und später die dafür benötigten Produkte aus dem Sortiment aussucht [ROS 01].

### **PRAKTISCHES BEISPIEL**

*In einem Kooperationsprojekt zwischen einem **Büromaschinenhersteller** und dem **FORWISS** entstand ein vielseitiges prototypisches System zur Angebotsunterstützung (vgl. Abbildung 3.2.2.3/4) mit dem Namen Verkaufs-Assistent. Das Programm bietet umfassende Hilfe bei der Erstellung von Angeboten für Hilfsmittel der Büroautomation (Hardware und Software) sowie für deren Finanzierung [LÖD 94].*

Zur Ermittlung der Kundenanforderungen (Bedarfsanalyse) betrachtet das System unter anderem die Branche, den Beruf oder die betriebliche Funktion des Kunden. Mittels gespeicherter **Anwenderstereotypen** (z. B. „Freier Handelsvertreter“ = „Mobiler Standard-User mit geringem Erweiterungsbedarf“) schließt es z. B. darauf, ob ein angebotener PC tragbar sein muss, und gibt Empfehlungen für mögliche Anwendungen (Branchenpakete und/oder Standardsoftware zur Büroautomation). Beides kann vom potenziellen Kunden noch verfeinert werden. Hieraus resultieren je nach Beratungsdauer mehr oder weniger genaue Werte für die Leistungsanforderungen (Prozessortyp, Hauptspeicherbedarf etc.) des vorzuschlagenden Computers.

Mit dem Ergebnis der Beratungskomponente wird zur Vorstellung der gewünschten Produkte eine Sequenz von Seiten aus den entsprechenden Kapiteln eines multimedialen EPKs generiert, die auf den Benutzer zugeschnitten ist. Hierzu verwendet das Beratungssystem unter anderem zusätzlich den kognitiven Typ (schneller Generalist, langsamer Spezialist) und die Kompetenz des Kunden (Laie, Könner oder Profi). Um den Kunden in dieser Hinsicht einstufen zu können, baut es durch Beobachtung des Dialogverhaltens ein Benutzermodell (vgl. Band 2) auf.

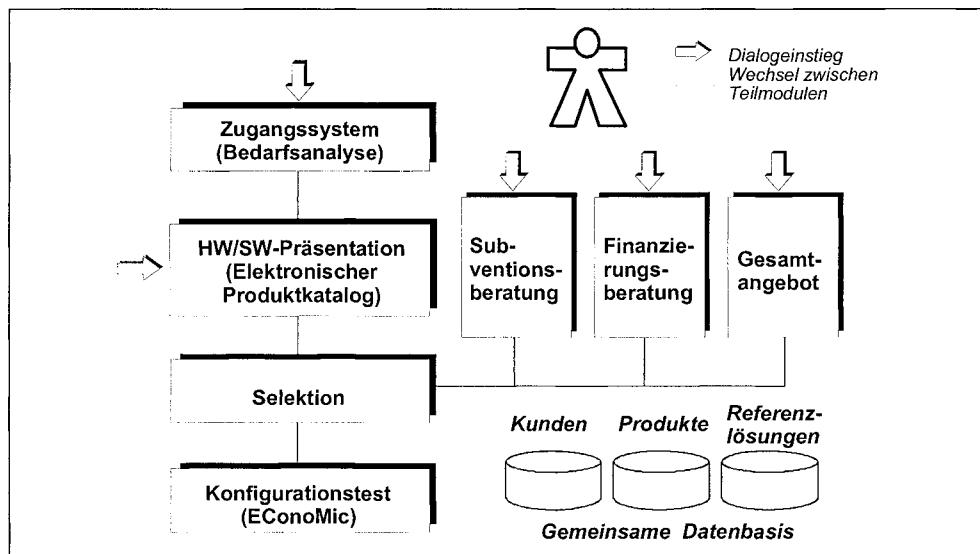


Abb. 3.2.2.3/4 Gesamtarchitektur Verkaufs-Assistent

Der EPK dient der Präsentation des Sortiments. Neben technischen Produktdaten über Eigenschaften, Optionen und Zubehör werden auch Marketing- und Vertriebsinformationen angeboten. Dazu gehören unter anderem ein Werbefilm zur Vorstellung neuer Produkte oder eine Tabelle, die übersichtsartig die Einsatzschwerpunkte der unterschiedlichen Rechner zeigt.

*In der Selektion generiert der Kunde ein Angebot mit allen Preisen und Bestellnummern. Während der Auswahl kontrolliert das Modul Konfigurationstest, ob die vom Benutzer ausgewählten Produkte zu den bereits selektierten passen.*

Die Subventionsberatung überprüft den Anspruch des Kunden auf staatliche Fördermittel und gibt sie an das Modul zur Finanzierungsberatung („Financial Engineering“) weiter. Mit

diesem vergleicht der Interessent verschiedene Finanzierungsformen (Kauf, Mietkauf und mehrere Leasingvarianten) und „schnürt ein Finanzierungspaket“.

Die Gesamtlösung, bestehend aus den einzelnen Hardware-/Software-Produkten und einer maßgeschneiderten Finanzierung, bereitet das Modul Gesamtangebot sowohl für den Kunden als auch für die betriebsinterne Weiterverwendung auf.

Auf längere Sicht mag sich eine Aufgabenteilung dergestalt ausprägen, dass der EPK mehr der eleganten Präsentation dient, während die Produktdaten in einer eigenen Produktdatenbank abgelegt werden. Diese wäre als Erweiterung der Produktionsgrunddaten (vgl. Abschnitt 3.5.2.3) zu begreifen und würde auch der Entwicklung und Konstruktion sowie der Dokumentation für interne und externe Institutionen dienen (z. B. für Behörden, die die Informationen über die Produktqualität und -geschichte aus medizinischen, ökologischen oder sicherheitstechnischen Gründen anfordern können). Verfügt das Industrieunternehmen über ein ausgereiftes EDM-System (vgl. Abschnitt 3.1.3), so kann man sich bei der Pflege des Konfigurators („Konfigurationsmanagement“) die EDM-Funktionen, z. B. zur systematischen Freigabe neuer Komponenten, zu Nutze machen [GRA 00].

Weitergehend sind Werkzeuge bzw. Werkzeugsätze („Toolkits“), die es Abnehmern erlauben, Erzeugnisse nach ihrem Bedarf bzw. Geschmack nicht nur auf der Grundlage vordefinierter Bausteine zu konfigurieren, sondern individuell zu konstruieren („Guest Engineering“, „User Engineering“) [BRO 05], [REI 06]. Gelingt dies, so ist diese Kommunikation zwischen Anbieter und Abnehmer oft zuverlässiger als wenn im Rahmen der Marktforschung nach Kundenwünschen gefragt wird [FRA 03], [LIN 06]. Diese Werkzeuge sind freilich schlecht zu verallgemeinern und stark branchenabhängig. Die Beispiele reichen von Softwareprodukten über integrierte Schaltkreise, individualisierte Telefon-Anrufbeantworter, Werkzeugmaschinen bis zu Nahrungsmitteln (z. B. Pizzen oder Saucen bei der **Nestlé USA Food Services Division** [HIP 02, S. 828]). Zu den Instrumenten zählen Programme, die es dem Kunden gestatten, eine vom Lieferanten vorgegebene Konstruktionszeichnung zu modifizieren, Software umzuschreiben oder Schaltkreise zu entwerfen. Zuweilen handelt es sich um besonders benutzungsfreundliche Varianten von Entwurfshilfen, wie sie auch Außendienstmitarbeitern oder anderen Kundenbetreuern (etwa Ingenieuren in Niederlassungen von Industriebetrieben) zur Verfügung gestellt werden. Wichtige Elemente können Hilfsmittel sein, mit denen der Kunde die Funktionsfähigkeit seines Entwurfs simuliert (z. B. Schaltkreis-Simulation, Abschätzung, ob eine Weiterleitungsfunktion im Telefon Engpässe erzeugt) oder Modulbibliotheken aufruft, um die Bausteine in seinen Entwurf zu integrieren. Im Allgemeinen sollen sich in den vom Abnehmer benutzten Werkzeugen nur die Kundenwünsche im Rahmen seiner Freiheitsgrade niederschlagen. Beispielsweise möge er einem Elektrowerkzeug eine neue äußere Form geben wollen, jedoch darf er den Motortyp nur aus einem Katalog auswählen und nicht neu konstruieren. Aus der Sicht der zwischenbetrieblichen Integration besteht ähnlich wie bei Konfiguratoren eine Herausforderung darin, das Resultat des Kundenentwurfs dem Kundenauftragserfassungssystem des Lieferanten so zur Verfügung zu stellen, dass dort möglichst ohne menschliche Intervention die Fertigung eingeleitet werden kann („User Manufacturing“) [HIP 02].

Elektronische Verkaufshilfen sind eine wichtige Voraussetzung für die so genannte **Mass Customization** („Massen-Maßfertigung“). Hierunter versteht man eine Synthese aus Massenproduktion einerseits und der Befriedigung individueller Kundenbedürfnisse durch Produkte und Dienstleistungen, die der Abnehmer nach seinem Wunsch gestaltet, andererseits. Weitere Merkmale sind: Die Kosten der Erzeugnisse sollen in etwa denen einer massenhaften Fertigung eines Standardprodukts entsprechen und die Lieferung soll rasch erfolgen

[DIE 05/PIL 06]. Man geht davon aus, dass im Anschluss an die vom Kunden vorgenommene Konfiguration ein „machbares“ Erzeugnis definiert ist. Der Kundenwunsch wird in der Regel per Internet oder andere elektronische Kommunikationswege in den Fertigungsbetrieb gesandt und löst dort sofort die Produktion aus (**assemble-to-order**). IV-Systeme zur Unterstützung des Einkaufs und des Transports von Komponenten, insbesondere auch von fremdbezogenen, sorgen dafür, dass möglichst rasch die benötigten Teile in der Fertigung eintreffen [PIL 05/PIL 07/REI 03].

Mass Customization kommt vor allem infrage, wenn die Kernleistungen stark digitalisierbar sind (z. B. Kfz-Armaturen) und der Abnehmer ausreichende Produktkenntnisse hat, sodass er nur in Ausnahmefällen mit dem Produzenten in Interaktion treten muss (z. B. Armbanduhren).

### PRAKTISCHE BEISPIELE

- 1) 1997 wurde von der **tecmath AG**, einem Hersteller von 2D-Body-Scannern, zusammen mit dem Herrenbekleidungshersteller **Bernhardt** das Joint Venture **M-Plus** gegründet und in Mainz ein Pilotgeschäft eröffnet. Es war dies das erste Geschäft in Deutschland, welches Maßkonfektion über berührungslose Vermessung anbot. Die Fertigung der Anzüge und der Hemden erfolgt in zwei Werken von Bernhardt [MPL 07/SEI 01].
- 2) Die **Bremer Goldschlägerei (Bego)** stellt Zahnersatz her. Der Gebissabdruck wird in ein Gipsmodell der benötigten Kronen und/oder Brücken überführt. Dieses Modell legt man in einen Scanner. Daraufhin erscheint am Monitor ein Bild, welches korrigiert werden kann. Danach überträgt man das Bild in einen Rechner, der wiederum eine Maschine steuert, die mithilfe eines gebündelten Laserstrahls das Teil aus einer Pulvermasse, z. B. aus einer Kobalt-Chrom-Legierung, schmilzt [ASE 03/KLA 05].

Soweit wegen stark kundenwunschorientierter Fertigung Listenpreise allein nicht benutzt und die Preisangebote auch nicht durch Vorkalkulation unter Einbezug eines Gewinnzuschlags gewonnen werden können, sondern Markteinflüsse stark wirken, kann sich ein Anwendungssystem empfehlen, das das auszuarbeitende Angebot in Relation zu früheren an den gleichen oder ähnlichen Kunden setzt.

Ein solches System ist der Prototyp PREBEX [SCHO 92]. Das System sucht in einer Datenbank historischer Angebote nach Vergleichsfällen, die als Anhaltspunkt dienen können, so etwa, ob es einen Preis findet, der dem gleichen Kunden für den gleichen Artikel mitgeteilt wurde. Ist dies nicht der Fall, so recherchiert es nach einem Angebot an den gleichen Kunden, aber für ein verwandtes Erzeugnis, dehnt dann die Recherche auf einen Preis aus, der für dasselbe Produkt einem vergleichbaren Abnehmer gestellt wurde, usw.

In Industriebetrieben noch kaum verbreitet, jedoch in Branchen mit nicht lagerfähigen oder verderblichen Gütern (vor allem **Energieversorgung**, **modische Textilien** oder **Nahrungsmittel**) erwägenswert, ist das so genannte **Yield-Management**. Es wurde für Dienstleistungsbetriebe entwickelt, die immer wieder vor der Frage stehen, ob sie Kapazitäten (etwa Hotelbetten oder Plätze auf einem Charterflug), die ungenutzt zu bleiben drohen, „in letzter Minute“ besonders preiswert, d. h. mit sehr geringen Deckungsbeiträgen, abgeben sollen [BOD 99]. Dabei müssen zunächst durch ein Prognosemodul Informationen darüber verfügbar gemacht werden, mit welcher Wahrscheinlichkeit in welchem Zeitabschnitt vor dem Verfall der Kapazitäten bzw. dem Verderb der Produkte welche Aufträge kommen. Diese Wahrscheinlichkeiten lassen sich unter Umständen aus Aufzeichnungen der Ankunftsdaten vergangener Aufträge, Auftragsstornierungen und historischen Kapazitätsauslastungen ableiten. Das IV-System wird diese Wahrscheinlichkeiten, die noch nicht vergebenen Kapazi-

täten bzw. die gefährdeten Vorräte, Kostendaten (Leerkosten, Grenzkosten) sowie die Kundenanfragen anzeigen, um die Entscheidung des Vertriebs über Sonderangebote zu fundieren. Denkbar ist auch die Programmierung von Entscheidungsregeln, mit denen Richtlinien der Unternehmensleitung Rechnung getragen wird [KRÜ 90].

Bei regem Datenaustausch von Industriebetrieben mit ihren Kunden ist es erwägenswert, kurzfristig gültige Sonderangebote unmittelbar dem Kundenrechner zu übermitteln. Die Möglichkeiten der DFÜ bzw. der elektronischen Post begegnen hier dem Yield-Management. Beispiele findet man bei [BRE 86]. Allerdings wäre im Rahmen der zwischenbetrieblichen Integration dafür zu sorgen, dass dieses Angebot nicht einfach im Materialstamm abgespeichert und dann bei der Lieferantenauswahl (vgl. Abschnitt 3.3.2.5) berücksichtigt wird; vielmehr müsste der Einkäufer von seinem Rechner auf das eingetroffene Sonderangebot sofort hingewiesen werden, sodass er unter Umständen eine außerplanmäßige Bestellung veranlassen könnte.

In vielen Fällen kann man durch das Angebot von Mehrwertdiensten entscheidende Wettbewerbsvorteile erzielen. Neben den bereits im Beispiel Verkaufs-Assistent geschilderten Subventions- und Finanzierungsberatungen lassen sich durch die IV vor allem technische Verfahrens- und Kostenvergleiche gut unterstützen.

### **PRAKTISCHES BEISPIEL**

Besondere Probleme bei der Angebotsbearbeitung stellen sich der **Maschinenfabrik Rieter AG** in Winterthur, die unter anderem Spinnmaschinen herstellt. Es ist branchenüblich, dass der Maschinenlieferant den Käufer der Spinnmaschine sehr intensiv berät. Diese Beratung erstreckt sich bis zur Ermittlung der Produktionskosten (Garnherstellkosten), die im Käuferbetrieb anfallen werden. Gerade dadurch ist die Angebotsabgabe mit erheblichen Rechenarbeiten verbunden, sodass sich Nutzeffekte eines Computereinsatzes von vornherein vermuten lassen.

Ausgangspunkt für die Berechnung einer Anlage ist der Spinnplan. Entsprechend der gewünschten Garnnummer, der Rohmaterialqualität und der vorgesehenen Maschinenkombination werden für die einzelnen Maschinen Auslaufnummer, Doublierung, Verzug, Abgänge usw. festgelegt. Diese textiltechnologischen Daten bilden die Basis für die Berechnung der effektiven Produktion pro Betriebsmittel und damit der benötigten Anzahl von Maschinen. Für die Auswahlentscheidungen, z. B. bei der Ermittlung der günstigsten Spindelzahl, werden auch Optimierungsmodelle benutzt. Die so gewonnenen Daten der Betriebsmittel sind die Basis für die Errechnung der Angebotspreise der Firma Rieter und die Bestimmung der im Kundenbetrieb anfallenden Kosten, wie z. B. Personal-, Energie-, Raum-, Wartungs-, Ersatzteil- sowie Kapitalkosten für Maschinen, Zubehör und Gebäude. Dabei werden teilweise statistische Daten und Relationen, z. B. über das Verhältnis von Ersatzteilkosten zum Kaufpreis der Maschinen, herangezogen, die in mehreren anderen Betrieben empirisch ermittelt wurden. Die Ausgabe des Programms enthält die technischen Spezifikationen, die Offertpreise, den Betriebsaufwand sowie die daraus resultierenden Fertigungskosten.

Das Programm ist PC-lauffähig und vor Ort einsetzbar. Unter Berücksichtigung administrativer Nebenarbeiten ist es möglich, einem Kunden eine halbe Stunde, nachdem er seine Wünsche vorgebracht hat, die kompletten Unterlagen zu überreichen. Die personelle Berechnung erfordert hingegen rund zwei Personenwochen. Ganz besondere Nutzeffekte ergeben sich, wenn mehrere Varianten eines Kundenwunschs kalkuliert werden sollen [BAL 05].

In Unternehmen, in denen die Kommunikation zwischen Sachbearbeitern und Kunden vielfach mithilfe von Zeichnungen geschieht, kann sich die Archivierung der Zeichnungen (z. B. Kunden-, Bestell-, Angebotszeichnungen) auf optischen Platten lohnen. Eingesetzt werden dazu meist Dokumenten-Management- oder Content-Management-Systeme, die das Archivieren und Wiederauffinden elektronischer Dokumente ermöglichen.

### PRAKTISCHES BEISPIEL

Die **Schaeffler KG** in Herzogenaurach verwaltet einen Großteil ihrer Dokumente in einem **SAP-System** zum Produkt-Lebenszyklus-Management (vgl. Abschnitt 4.1). Circa neun Millionen Zeichnungen (unter anderem Kunden-, Fertigungs- und Angebotszeichnungen), Normen (Werksnormen, DIN-Normen usw.), elektronische Formulare (z. B. Datenblätter, Kalkulationshinweise) und andere Dokumente, wie Versuchs- und Kundenbesuchsberichte, Patente, FMEAs (vgl. Abschnitt 3.1.5.2) oder Arbeitssicherheitsdokumente, können gesucht, angezeigt und ausgedruckt werden. Sowohl technische Funktionsbereiche (Anwendungstechnik, Konstruktion, Arbeitsvorbereitung und Qualitätssicherung) als auch kaufmännische, etwa der Vertrieb, nutzen die weltweite Verfügbarkeit dieser elektronischen Dokumente unter anderem bei Kundenanfragen, welche man als Projekte führt.

Bei Sonderprojekten, in denen nach Kundenwunsch Varianten oder vollständige Neuentwicklungen angeboten werden, ist der Workflow umfangreicher als bei Standardprojekten. So sind vor der Kalkulation die Herstellbarkeit und die Funktionserfüllung besonders zu prüfen. Weiterhin werden das kaufmännische, das technische Risiko bei der Anwendung und das technische Risiko für die Produktion abgeschätzt (**Risk Level Assessment, RLA**). Ergebnis des Prozesses ist entweder ein kundenindividuelles Angebot, eine Ablehnung der Anfrage oder auch ein Alternativvorschlag, falls das Risiko zu hoch erschien [MER 94/STÜ 07]. Ein Projektssystem steuert den Geschäftsprozess für diese Produkte. Im **SAP-PS-System** werden Netzpläne für die einzelnen Projekte angelegt und diesen elektronische Dokumentenmappen zugeordnet, welche alle notwendigen Unterlagen enthalten. Für die Durchführung der einzelnen Aktivitäten sind verschiedene Anwendungssysteme der **SAP AG** integriert, unter anderem für den Vertrieb (**SD, Sales & Distribution**), das **Produktdatenmanagement (PDM)**, die **Materialwirtschaft (MM, Material Management)**, die **Produktionsplanung und -steuerung (PP, Production Planning)** sowie für den Änderungsdienst (**ECM, Engineering Change Management**), das **Qualitätsmanagement (QM)**, für **Controlling** und **Finanzen (CO FI)**.

Wenn im Rahmen von Angebotsabgaben ein möglicher Liefertermin oder ein spätest notwendiger Auftragseingangstermin genannt werden muss, ist das Problem zu lösen, dass nicht bekannt ist, wie die Kapazitätssituation beim Eintreffen des Auftrags aussehen wird, weil vorher noch andere Aufträge erteilt werden können. Obwohl Heuristiken hierfür vorgeschlagen wurden [BRA 73/BRA 03/ OPI 70], wird man es im Allgemeinen bei einem einfachen Mensch-Maschine-Dialog mit einer Datenbankabfrage zur gegenwärtigen Kapazitätssituation und zu den übrigen offenen Angeboten belassen. Eventuell kann man zur schon vorhandenen Kapazitätsauslastung einen Erfahrungswert über die durchschnittliche Ausbeute aus den Angeboten addieren. Führt z. B. im Mittel jedes zehnte Angebot zum Auftrag, so wäre dieser Erfahrungswert ein Zehntel der Kapazitätsbeanspruchung, die sich aus der Summe aller offenen Angebote ergibt.

Es ist denkbar, für unterbreitete Angebote eine bestimmte Zeit lang automatisch Produktionskapazität zu reservieren, jedoch führt dies zu sehr komplizierten Lösungen.

Intermediäre nutzen das Internet offensiv, um sich zwischen Hersteller und Käufer zu platzieren.

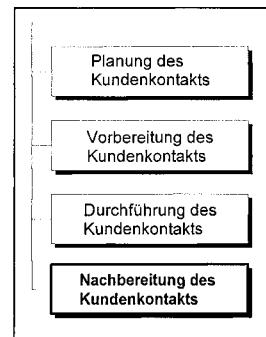
### PRAKTISCHES BEISPIEL

Das Angebot von **Autobytel** (<http://www.autobytel.com/>) an potenzielle Käufer von Automobilen umfasst unabhängige Testberichte, die Möglichkeit, den niedrigsten Preis ermitteln zu lassen, Produktinformationen für alle wichtigen Automarken, eine umfangreiche Leasing- und Kaufberatung inklusive der Kalkulation monatlicher Belastungen, Bilder, Finanzierungs- und Versicherungsanträge und Produktkonfiguratoren. Zusätzlich wird der Kunde zu dem am nächsten gelegenen Händler verwiesen, der wiederum gehalten ist, den niedrigsten Preis anzubieten [STR 99].

Abschließend stellt das Programm Kundenanfrage- und Angebotsbearbeitung die Angebote in den Vormerkdaten für das Programm Angebotsüberwachung bereit.

#### 3.2.2.4 Nachbereitung des Kundenkontakts

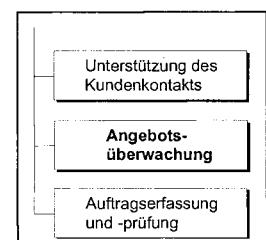
Um das Besuchsberichtswesen für den Außendienstmitarbeiter rationell und gleichzeitig zuverlässiger zu machen, ist zu erwägen, ein spezielles Modul an die Auftragserfassung anzuschließen: Der Rechner stellt situationsspezifische Fragen (Branche und Größe des Kunden, Zeitreihe der bisherigen Verkäufe bzw. „Nicht-Verkäufe“ von einzelnen Produkten, aktuelle Werbemaßnahmen), wobei nach Möglichkeit die Auswahl in einem Menü von Antworten genügen sollte. Die Antworten können dann in der Vertriebsleitung bzw. Hauptverwaltung auf elektronischem Weg in die Postkörbe der betroffenen Instanzen verteilt werden.



Aufgrund der Rückmeldungen vom Außendienst entsteht eine inhaltsreiche Vertriebsdatenbasis, die vom Computer für periodische Berichte, Ausnahmemeldungen sowie Sonderauswertungen genutzt wird (vgl. Band 2) und auch eine Grundlage für das Kundenbeziehungsmanagement (Abschnitt 4.2) bildet.

#### 3.2.3 Angebotsüberwachung

Dieses Programm überprüft die von der Kundenkontaktunterstützung bereitgestellten Angebote und gibt periodisch Angebotserinnerungen an die Sachbearbeiter aus. Solche Erinnerungen führen dazu, dass der Sachbearbeiter beim Kunden „nachfasst“ oder das Angebot löscht.



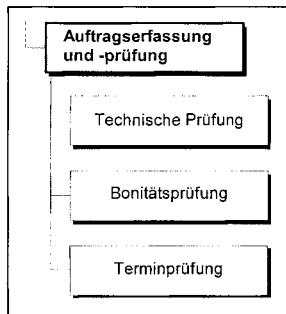
Wichtigste Eingaben:	Löschanweisungen
Wichtigste Anzeigen und Ausdrucke:	Anzeige von offenen Angeboten, Angebotserinnerungen
Wichtigste Dialogfunktionen:	Auswahl von Angeboten/Kunden
Nutzeffekte:	Unterstützung des Vertriebs bei der Angebotsüberwachung, Sicherstellen des Nachfassens

Abb. 3.2.3/1 Angebotsüberwachung

### 3.2.4 Auftragserfassung und -prüfung

Die Auftragserfassung ist ein wichtiger Eingangskanal von externen Daten in die IIV. Es muss daher versucht werden, die Daten möglichst effizient zu erfassen.

Prinzipiell existieren folgende Möglichkeiten:



- 1) Offline-Eingabe über maschinell lesbare Markierungs- bzw. Klarschriftdokumente.
- 2) Online-Eingabe über Bildschirme. Soweit die Kundenaufträge telefonisch entgegengenommen und unmittelbar in ein Terminal eingegeben werden, können Verbindungen von Telefonanlage und IV-System sinnvoll sein (vgl. zur CTI Abschnitt 3.2.2.1).

In der **Arzneimittelbranche** ist folgende Lösung bekannt: Ein Telefoncomputer wählt nach einer Vorschrift die Stammkunden an und überträgt zunächst per maschineller Sprachausgabe neue Meldungen, z. B. über

ein neues Produkt. Dann wird der Abnehmer aufgefordert, seine Routinebestellungen in sein Bestellterminal einzugeben. Schließlich kann für Sonderfälle eine Sprachverbindung zwischen einem Vertriebssachbearbeiter und dem Kunden hergestellt werden, wobei der Sachbearbeiter während des Telefonats einschlägige Informationen am Bildschirm erhält. Eine solche Konzeption ist dort sinnvoll, wo zyklisch Bestellungen erwartet werden, wie z. B. in der **Lebensmittelindustrie**, oder wo der Kunde an Abnahmeverpflichtungen erinnert werden muss, wie sie **Brauereien** mit **Gastwirten** vereinbaren.

- 3) Fernübertragung der Auftragsdaten, die von Mitarbeitern des Vertriebs mithilfe von mobilen Terminals oder Heimterminals erfasst werden. In Sonderfällen (z. B. stark standardisierbare Aufträge von Vertragshändlern) kommt die Eingabe über Tastaturtelefone in Verbindung mit elektronischer Sprachausgabe infrage. Auch das Internet kann genutzt werden. Der Vertriebsmitarbeiter verwendet hierzu einen beliebigen Internet-Zugang, ruft die WWW-Adresse des Unternehmens auf und gibt die Daten über passwortgeschützte Eingabeformulare ein.
- 4) Organisation des Datenflusses von der IV des Kunden zur eigenen Auftragserfassung dergestalt, dass die Kundenbestellungen bereits in einer technischen Form vorliegen, die die unmittelbare maschinelle Verarbeitung gestattet (zwischenbetriebliche Integration, vgl. Abschnitt 3.3.3.2).

Soweit Kundenaufträge als Abrufe, die wiederum Teil eines Rahmenvertrags sind, eintreffen, kann geprüft werden, ob die Bedingungen des Abrufs mit denen des Rahmenkontrakts harmonieren [SCHÖ 07]. Das liefernde Unternehmen wird durch das Modul darauf aufmerksam gemacht, dass die vereinbarte Menge überschritten oder wahrscheinlich nicht ausgeschöpft wird.

#### **PRAKTISCHES BEISPIEL**

Die Kommunikation zwischen der Industrie und den Zentralregulierern im Handel geschieht vorwiegend mithilfe des internationalen Standards EANCOM, der einen auf die Konsumgüterwirtschaft zugeschnittenen Auszug (Subset) aus der internationalen EDIFACT-Norm (vgl. Abschnitt 3.3.3.2) darstellt. Es existieren unter EANCOM rund 50 der wichtigsten Nach-

richtentypen (wie z. B. Rechnungen, Bestellungen) für den überbetrieblichen Geschäftsdatenaustausch.

Zum Transfer der Geschäftsdaten bedienen sich die Anwender der verschiedensten Netzwerke, die alle untereinander verbunden sind. Die Daten werden dem Mailbox-System des jeweiligen Netzes übergeben, dort auf die Empfänger-Mailboxen verteilt und können dann bedarfsgerecht „rund um die Uhr“ von den Adressaten abgerufen werden.

Wichtigste Eingaben:	Matchcodes, Kundenaufträge, Stornierungen von Kundenaufträgen, Versandangaben
Wichtigste Anzeigen und Ausdrucke:	Kundenstammdaten, Tabellen zu Preisen und Konditionen, abzulehnende Kundenaufträge, Auftragsbestätigungen, Auftragsstornierungen, Rückstandslisten („wartende Aufträge“), Stand der Abrufe bei Rahmenaufträgen
Wichtigste Dialogfunktionen:	Suchen von Kunden- und Teilestammdaten nach Matchcodeeingabe, Umreservierungen nach Anzeige von Reservierungen für andere Kunden
Nutzeffekte:	Entlastung von Schreib-, Prüf- und Überwachungsarbeiten, Vermeiden von Verlusten durch zukünftige Zahlungsausfälle, Ablehnung nicht kostendeckender Aufträge

Abb. 3.2.4/1 Auftragserfassung und -prüfung

Eine besondere Ergänzung ist die Übergabe von **Artikelstammdaten** durch die Lieferanten an den Abnehmer in maschinenlesbarer Form. Der von der **SINFOS GmbH** betriebene SINFOS-Datenpool zählte 2005 über 2.100 Teilnehmer und enthielt Daten zu rund 1.370.000 Artikeln. Solche Daten sind beispielsweise Voraussetzung für das Scanning an der Kasse des Handelsgeschäfts [SIN 07].

Bevor ein Auftrag angenommen und abgespeichert wird, müssen neben den üblichen Ein-gabedatenkontrollen eine Reihe von **Prüfungen** vorgenommen werden. Diese können allerdings dann entfallen, wenn sich der Auftrag auf ein kürzlich übermitteltes Angebot bezieht, die Kontrollen in der Angebotsphase durchgeführt wurden und anzunehmen ist, dass seither keine wesentlichen Änderungen eintraten.

### 1) Technische Prüfung

Soweit das zu liefernde Produkt kein Standarderzeugnis ist, sondern eine kundenwunschabhängige Variante, muss gewährleistet sein, dass diese Variante geliefert werden kann. Diese Prüfung erstreckt sich z. B. auf ungewöhnliche Abmessungen, Toleranzen, Leistungswerte oder auf seltene Merkmalskombinationen. In Betrieben mit raschem Produktwechsel, wie z. B. in der **Textil- oder Möbelindustrie**, ist sicherzustellen, dass keine ausgelaufenen Modelle geordert werden können. Wegen der unterschiedlichen Umweltgesetzgebung mag es in der **Chemieindustrie** erforderlich werden, vor Annahme eines Exportauftrags zu prüfen, ob das Produkt eine Substanz oder eine Mischung von Substanzen enthält, die im Land des Kunden verboten ist. Programmtechnisch kann diese Prüfung mithilfe von Tabellen, insbesondere Entscheidungstabellen, erfolgen.

### 2) Bonitätsprüfung

In der Regel speichert man im Kundenstammsatz ein Limit für die Summe aus den Forderungen und dem Wert der noch nicht fakturierten Aufträge, das nicht überschritten werden darf. Diese statische Betrachtungsweise genügt jedoch vielen Ansprüchen nicht, denn es ist denkbar, dass der Kunde bis zu dem Zeitpunkt, zu dem der Auftrag ausgeliefert wird, durch Zahlungen die Kreditinanspruchnahme wesentlich reduziert haben wird. In einer integrierten Konzeption hat man die Möglichkeit, eine „dynamische“ Prüfung vorzunehmen; dabei stellt das Programm für die Zeitspanne bis zur Bezahlung des gerade zu prüfenden Auftrags fest, ob die Kreditgrenze voraussichtlich irgendwann

überschritten wird. Zu diesem Zweck muss das Debitorenprogramm bei jedem Zahlungsvorgang die Zeit berechnen, die zwischen dem Rechnungsstellungsdatum und dem Zahlungsdatum verstrichen ist. Dieser Zeitwert wird einer Glättungsrechnung unterzogen und der so ermittelte neue Erwartungswert der Zielanspruchnahme durch den Kunden im Kundenstammsatz gespeichert. Der Wert dient nun im Bonitätsprüfungsmodul dazu, Zeitpunkte von Zahlungseingängen zu prognostizieren.

Nunmehr kann das Teilsystem aus der Kenntnis

- a) der laufenden Forderungen an den Kunden,
- b) des Erwartungswerts für das in Anspruch genommene Zahlungsziel,
- c) der bereits von einem Kunden hereingenommenen Auftragswerte und der zugehörigen Liefer- bzw. Fakturierzeitpunkte sowie
- d) des voraussichtlichen Auslieferungstermins des infrage stehenden Auftrags

herausfinden, ob wahrscheinlich zu irgendeinem Zeitpunkt in der gesamten Laufzeit eines gerade geprüften Auftrags das Kreditlimit überschritten wird.

Bei größeren, risikobehafteten Geschäften mag eine verfeinerte Kreditwürdigkeitsprüfung unter Nutzung von Informationen aus dem Internet erwägenswert sein. Hinweise dazu findet man bei Schumann [SCHU 02].

### 3) Terminprüfung

Aufgabe des Terminprüfungsmoduls im Rahmen des Programms Auftragserfassung und -prüfung ist es festzustellen, ob der im Auftrag angegebene Kunden-Wunschtermin eingehalten werden kann. Dazu ist zunächst die Beständesituation, startend mit den Fertigfabrikaten über die Zwischenfabrikate bis zum Fremdbezugsmaterial, abzufragen. Falls sofort vom Fertilager geliefert werden kann, erübrigt sich eine weitere Terminprüfung (jedoch muss man unter Umständen Richtlinien der Reservierungspolitik beachten, vgl. Abschnitt 3.4.3). Im anderen Fall sind Produktionswege, ausgehend vom reifsten verfügbaren Zwischenprodukt bis zur Fertigstellung, zu durchlaufen, im Extremfall reiner Kundenauftragsfertigung also alle Arbeitsgänge, beginnend mit der ersten Bearbeitung des Rohstoffs. Es ist gegebenenfalls die Zeit zur Beschaffung von Fremdbezugsteilen zu berücksichtigen. Dabei ist das Auftragsvolumen, das sich bei Annahme des fraglichen Auftrags ergeben würde, der jeweiligen Produktions- und eventuell der Versandkapazität gegenüberzustellen, um so die möglichen Liefertermine zu ermitteln. Streng genommen müsste der vollständige Fertigungsablauf einschließlich aller Losbildungen unter Einschluss des fraglichen Auftrags durchgerechnet sein, bevor über die Einhaltung eines Kunden-Wunschtermins geurteilt werden kann. Diese Lösung ist jedoch nicht praktikabel.

In der Folge werden einige vereinfachte Verfahren der Terminprüfung skizziert:

- a) Es werden die Verfügbarkeit von Rohstoffen oder Zwischenprodukten und die Kapazitäten von **Engpassbetriebsmitteln** abgefragt. Das Programm rechnet mithilfe der in den Fertigungsvorschriften gespeicherten Durchlaufzeiten durch Rückwärtsterminierung (vgl. Abschnitt 3.5.2.6.1) aus, wann ein Auftrag die kritische Anlage **spätestens** belegen **muss**, um den Kunden-Wunschtermin zu halten, und durch Vorwärts terminierung, wann er **frühestens** dort bearbeitet werden **kann**. Ist in der so ermittelten Periode Kapazität frei, so wird der Termin akzeptiert. Diese Prozedur ist nur sinnvoll, wenn jeder Auftrag auf nicht mehr als zwei, höchstens drei seriöse Engpässe treffen kann. In vielen Betrieben ist diese Voraussetzung erfüllt, da im

Zuge der Automation wenige der automatisierten, hoch ausgelasteten und nur schwer auf eine größere Leistung umzustellenden Anlagen das Termingeschehen bestimmen.

- b) Eine sehr einfache Lösung besteht darin, für bestimmte Produktgruppen die mittlere Durchlaufzeit vom Beginn der Fertigung bis zum Versand fortzuschreiben (z. B. mit dem Verfahren der exponentiellen Glättung erster Ordnung) und anhand dieser Werte die Terminprüfung vorzunehmen. Die Hilfsgröße Durchlaufzeit kann im Rahmen der IIV gemessen werden, z. B. indem bei den Vormerkdaten des Kundenauftrags zu Beginn des ersten zugehörigen Betriebsauftrags und bei Versand der Ware ein Kennzeichen mit Datum gesetzt wird. Vor der Löschung des Vormerkspeichers wird die so festgehaltene Durchlaufzeit in den Stammsatz der Produktgruppe gebracht.
- c) Wenn die einzelnen Aufträge sehr unterschiedlich sind und daher die Verfolgung einer mittleren Durchlaufzeit pro Produktgruppe aufgrund von Ex-post-Betrachtungen der Aufträge statistisch zu ungenau wäre, ist in Erwägung zu ziehen, die Durchlaufzeit vor der Fertigung eines Auftrags durch Summation der in den Fertigungsvorschriften zu findenden Rüst- und Stückzeiten genauer zu ermitteln. Die ungewissen Liegezeiten des Auftrags, Wartezeiten auf Vormaterial usw. müssen dann durch Zuschläge berücksichtigt werden.
- d) Sind solche starken Vereinfachungen, wie sie die Varianten gemäß a) bis c) verlangen, nicht zulässig, so mag sich folgendes Verfahren empfehlen: Man gruppiert die Kapazitäten zu möglichst wenigen Kapazitätsgruppen und schreibt deren Ausnutzung fort. Die im Produktionsprogramm des Unternehmens vorkommenden Aufträge werden in ein Raster typisierter fiktiver Aufträge eingeordnet. Für jeden typisierten Auftrag ist der Bedarf der Kapazität in den einzelnen Kapazitätsgruppen (errechnet als gewichteter Mittelwert aus dem Bedarf der zugeordneten Aufträge, wobei die Gewichtung an den Planumsatzmengen erfolgt) gespeichert. Dann werden nur die für den typisierten Auftrag gültigen typisierten Kapazitätseinheiten in der Reihenfolge der Bearbeitung abgefragt und die Aufträge terminiert. Zur Bildung solcher Auftragsgruppen kann die Clusteranalyse herangezogen werden. Anregungen zur Aggregation der benötigten Detail-Dateien erhält man bei Wittemann [WIT 85].

Dieses Verfahren versagt, sobald die Reihenfolgen der Aufträge auf den Maschinen stark schwanken und/oder Prioritätsregeln angewandt werden, die wesentlich andere Sequenzen als „first come – first served“ bewirken (vgl. Abschnitt 3.5.2.7.3.1).

Genügt wegen der auftretenden Ungenauigkeiten keines der angegebenen vier Verfahren den Ansprüchen, so ist zum Zweck der Terminprüfung eine vollständige Terminierung erforderlich (vgl. Abschnitt 3.5.2.6.1).

In Branchen mit teuren Kapazitäten, etwa solchen mit **Prozessfertigung**, kann die Frage, ob ein Kundenauftrag in einer Produktionsperiode zu bearbeiten ist, sogar von der aktuellen Feinplanung (vgl. Abschnitt 3.5.2.7) abhängen: Sind bereits Betriebsaufträge mit einem passenden Rüstzustand der Aggregate disponiert, so lässt sich eventuell der neue Auftrag problemlos „anhängen“. Waren aber beträchtliche Umrüstoperationen erforderlich, so reichte die Kapazität nicht. Theoretische Überlegungen hierzu trägt Kafe [KAT 94] vor.

Ergibt sich ein voraussichtlicher Auslieferungstermin, der nach dem Kunden-Wunschtermin liegt, so wird der Auftrag zur Entscheidung an den Vertrieb gegeben. Sämtliche Fälle mangelnder Lieferbereitschaft sollten in Rückstandslisten oder Ähnlichem sorgfältig dokumentiert werden.

Soweit noch kompliziertere Alternativen, wie etwa die Querlieferung aus anderen Lägern und/oder Fertigungsstätten, Zukauf statt Eigenfertigung und/oder Umreservierungen, zu berücksichtigen sind, ist der Einsatz der so genannten ATP-Logik (vgl. Abschnitt 4.4) erwägenswert.

Ein Kundenauftrag, der alle Prüfungen passiert hat, ohne an einen Sachbearbeiter zurückverwiesen worden zu sein, wird bestätigt und anschließend in einem Vormerksspeicher bereitgehalten.

Eine interessante Variante ist die Belieferung von Stammkunden, ohne dass diese einen Auftrag erteilen müssen. Ein IV-System des Produzenten tauscht mit dem des Abnehmers Daten aus und kennt so die dortige Bestandssituation. Ist die Bestellgrenze erreicht, so werden die Artikel automatisch ausgeliefert (**VMI**, Vendor-Managed Inventory bzw. **SMI**, Supplier-Managed Inventory). In Lägern des Geschäftsbereichs **Siemens Medical Solutions** sind Web-Kameras installiert, sodass der Lieferant die Lagerbestände optisch erkennen kann.

### PRAKTISCHE BEISPIELE

- 1) Die **Volkswagen AG** betreibt in Kassel ein weltweit zuständiges „Originalteil-Centrum“. In der Vertriebskette folgen die Großhandelslager der Vertriebszentren (im Ausland die Importeure bzw. die Tochtergesellschaften) und schließlich die Lager der Händler und Werkstätten, der so genannten Vertragspartner. Die Mehrzahl der Vertragspartner in den neuen Bundesländern werden direkt von dem „Originalteil-Centrum“ in Kassel versorgt.

Für die Warenbewirtschaftung im Handel wurde das System **AUTOPART** (Automatische Partnerversorgung) eingerichtet [HUM 05/SEI 84]. An ihm sind alle inländischen Vertragspartner sowie ein großer Teil der Partnerbetriebe im europäischen Ausland beteiligt. AUTOPART erstreckt sich über die beiden Ebenen regionales Vertriebszentrum – VW-Händler. Den Computern in den regionalen Vertriebszentren werden von den Rechnern in den Händlerbetrieben über DFÜ die Entnahmen und Bestandsdaten übermittelt, sodass die IV-Systeme der Vertriebszentren auch die Bestände beim Händler mitführen können. Im Vertriebszentrum wird mithilfe eines Vorhersagemodells mit Trend- und Saisonkomponente (vgl. Abschnitt 3.3.2.1) der künftige Originalteilbestand prognostiziert. Damit ist das IV-System in der Lage, die Nachbelieferung automatisch auszulösen. Hierzu benutzt es ein Verfahren zur Bestellmengenoptimierung (vgl. Abschnitt 3.3.2.3) und berücksichtigt spezielle Informationen über die Vertriebsregion des Händlers. Tritt, z. B. wegen hoher Prognose-Ist-Abweichungen, eine Überversorgung des Händlers ein, so generiert das System zu definierten Überprüfungsinhalten automatisch Rücknahmeverorschläge. Das System kann im Rhythmus von vier, zwei oder einer Woche(n) bzw. täglich gefahren werden. In Deutschland ist flächendeckend die tägliche Dispositionsrechnung, verbunden mit einem täglichen Nachschub für den Händler, im Einsatz. 2005 wurde ein Datenarchiv für alle Händler eingerichtet. Dort werden alle Bewegungssätze, die aus dem Händler-DMS (Dealer Management System) erzeugt werden, gespeichert. Das bedeutet, dass der jeweilige AUTOPART-Koordinator in den Depots über die Web-Oberfläche den Zugriff je Händler hat, dieses Datenarchiv einzusehen, um eventuelle Rückfragen der Händler schnell zu klären.

*Derartige logistische Systeme haben für die beteiligten Betriebe spezifische Vorteile: Im Kundenbetrieb entfallen große Teile der Einkaufsverwaltung, in den Vertriebszentren der Aufwand zur Erfassung der Bestellungen. Zusätzlich ist der Kunde zu besonderer Markentreue motiviert, denn er wird im Zweifel den Lieferanten bevorzugen, der ihn von Administrations- und Dispositionsgeschäften entlastet.*

- 2) *Die Melitta Haushaltsprodukte GmbH & Co. KG hat ein VMI-System auf der Basis von mySAP SCM implementiert. Der Hersteller prognostiziert für seine Kunden (Händler) die Nachfrage nach Staubfilterbeuteln, Müllbeuteln, Filtern für die Kaffee- oder Teezubereitung unter anderem auf der Grundlage von Abverkaufszahlen, die der Kundenbetrieb zur Verfügung stellt. Melitta verschafft sich einen tagesgenauen Überblick über die Lagerbestände der Abnehmer, und das System macht Vorschläge, welche Produkte in welchen Mengen und zu welchen Terminen geliefert werden sollen. Es versucht Artikel so zusammenzustellen, dass sie sich gut auf Paletten kommissionieren lassen und der LKW, der den Kunden schließlich anfährt, möglichst gut ausgelastet ist. Falls Engpässe drohen, löst das System Warnungen aus. Melitta kann seit der Einführung von VMI die Versandlogistik wesentlich besser planen und gelangt zu gleichmäßigen und hoch ausgelasteten Transporten [LÜC 04].*

### 3.2.5 Anmerkungen zu Abschnitt 3.2

- [ALQ 97] D'Alquen, K., Software für Marketing, Vertrieb und Außendienst, Rennigen-Malmsheim 1997, insbes. S. 40-41.
- [ASE 03/KLA 05] Asendorpf, D., Biss und Bytes, Computergesteuerte Laser und Fräsen machen bald Patienten glücklich und Zahntechniker arbeitslos, Die Zeit Nr. 33 vom 2003-08-07, S. 25; persönliche Auskunft von Herrn A. Klarmeyer, BEGO Medical AG.
- [BAL 05] Persönliche Auskunft von Frau N. Balhuber, Rieter Management AG.
- [BLE 05] Blecker, T., Friedrich, G., Kaluza, B., Abdelkafi, N. und Kreutler, G., Information and Management Systems for Product Customization, New York 2005, Chapter 5.
- [BLI 01/HAM 97] Bliedung, H. und Schwartz, M., Computer Telephony Integration (CTI), in: Mertens, P. u.a. (Hrsg.), Lexikon der Wirtschaftsinformatik, 4. Aufl., Berlin u.a. 2001, S. 114-115; Hampe, J.F. und Schönert, S., Computer Telephony Integration, WIRTSCHAFTSINFORMATIK 39 (1997) 3, S. 269-278, hier S. 275.
- [BOD 99] Bodendorf, F., Wirtschaftsinformatik im Dienstleistungsbereich, Berlin u.a. 1999, Abschnitt 4.2.2.
- [BRA 73/BRA 03/OPI 70] Brankamp, K., Terminplanungssystem für Unternehmen der Einzel- und Serienfertigung, 2. Aufl., Würzburg-Wien 1973, S. 44-53; Persönliche Auskunft von Herrn K. Brankamp, Prof. Dr.-Ing. K. Brankamp Unternehmensberatung GmbH; Opitz, H., Brankamp, K. und Arlt, J., Untersuchung über die Einsatzmöglichkeiten elektronischer Datenverarbeitungsanlagen in der Produktionsterminplanung, Köln-Opladen 1970, S. 52.
- [BRO 05] Brockhoff, K., Konflikte bei der Einbeziehung von Kunden in die Produktentwicklung, Zeitschrift für Betriebswirtschaft 75 (2005) 9, S. 859-877.
- [BRE 86] Breath, C.M. und Ives, B., Competitive Information Systems in Support of Pricing, MIS Quarterly o.Jg. (1986) 1, S. 85-96.
- [BUT 05] Butterwegge, G., Informationsverarbeitung in den Phasen von Markttransaktionen mit konfigurierbaren Gütern, Aachen 2005, vor allem Kapitel 4.
- [DIE05/PIL06] Dietrich, A.J. und Kirn, S., Flexible Wertschöpfungsnetzwerke in der kundenindividuellen Massenfertigung, in: Ferstl, O.K., Sinz, E.J., Eckert, S. und

- Isselhorst, T. (Hrsg.), Wirtschaftsinformatik 2005, Heidelberg 2005, S. 23-42; Piller, F.T., Mass Customization – Ein wettbewerbsstrategisches Konzept im Informationszeitalter, 4. Aufl., Wiesbaden 2006.
- [DOR 02] Dorloff, F.-D., Leukel, J. und Schmitz, V., Produktmodelle in elektronischen Katalogen, Das Wirtschaftsstudium 31 (2002) 12, S. 1557-1563.
- [FRA 03] Franke, N., Toolkits for User Innovation, in: Hoffmann, W.H. (Hrsg.), Die Gestaltung der Organisationsdynamik. Konfiguration und Evolution, Festschrift für Oskar Grün, Stuttgart 2003, S. 357-381.
- [FRI 07] Persönliche Auskunft von Herrn J.M. Friedrich, Robert Bosch GmbH.
- [GRA 00] Grasmann, M., Produktkonfiguration auf Basis von Engineering Data Management-Systemen, Paderborn 2000, S. 62-63.
- [GRÜ 03/WAR05] Grünig, F.-J. und Meyer, H., Direktvertriebssystem Küchen Quelle, unveröffentlichtes Manuskript, Nürnberg 2003; persönliche Auskunft von Herrn B. Warnick, Quelle AG.
- [GÜN 01] Günter, A., Hollmann, O., Ranze, K.-C. und Wagner, T., Wissensbasierte Konfiguration von komplexen variantenreichen Produkten in internetbasierten Vertriebsszenarien, Künstliche Intelligenz 15 (2001) 1, S. 33-36.
- [HAH 03] Hahn, A., Integriertes Produktkatalog- und Konfigurationsmanagement, Industrie Management 19 (2003) 1, S. 29-32, hier S. 31.
- [HIP 02] Von Hippel, E. und Katz, R., Shifting Innovation to Users via Toolkits, Management Science 48 (2002) 7, S. 821-833.
- [HÜL 03] Hüllenkremer, M., Erfolgreiche Unternehmen arbeiten mit Produktkonfiguratoren, Industrie Management 19 (2003) 1, S. 37-40.
- [HUM 05/SEI 84] Persönliche Auskunft von Herrn R. Humburg, Volkswagen AG; Seitz, N., Automatische Disposition in einem Kooperationssystem, in: Zentes, J. (Hrsg.), Moderne Warenwirtschaftssysteme im Handel, Berlin u.a. 1984, S. 210-219.
- [KAT 94] Kate, H.A. ten, Towards a Better Understanding of Order Acceptance, International Journal of Production Economics 37 (1994) 1, S. 139-152.
- [KIE 94] Kieliszek, K., Computer Aided Selling – Unternehmenstypologische Marktanalyse, Wiesbaden 1994, insbes. S. 136-167.
- [KRÜ 90] Krüger, L., Yield Management, Controlling 2 (1990) 5, S. 240-251.
- [KUR 05] Kurbel, K., Produktionsplanung und -steuerung im Enterprise Resource Planning und Supply Chain Management, 6. Aufl., München-Wien 2005, S. 215.
- [LIN 06] Lindemann, U., Reichwald, R. und Zäh, M.F. (Hrsg.), Individualisierte Produkte, Berlin-Heidelberg 2006.
- [LÖD 94] Lödel, D., Produktberatung in einem Angebotssystem unter besonderer Berücksichtigung der Kundentypologie, Dissertation, Nürnberg 1994.
- [LÜC 04] Lücke, H., Melitta: Vendor-Managed-Inventory with mySAP SCM, Vortragsdokumentation zur Konferenz „SAP Logistics and Supply Chain Excellence 2004“, München 2004.
- [MER 94/STÜ 07] Mertens, P. und Morschheuser, S., Stufen der Integration von Daten- und Dokumentenverarbeitung – dargestellt am Beispiel eines Maschinenbauunternehmens, WIRTSCHAFTSINFORMATIK 36 (1994) 5, S. 444-454; persönliche Auskunft von Herrn M. Stürken, Schaeffler KG.
- [MPL 07/SEI 01] M-Plus (Hrsg.), Die Technologie von Mplus, <http://www.m-plus-mainz.de/?area=technologie>, Abruf am 2007-05-09; Seidl, A., Wauer, G. und Kirchdörfer, E., Industrielle Umsetzungen im Bekleidungsbereich und erste Erfah-

- rungen, in: Seidl, A., Mecheels, St. und Wauer, G. (Hrsg.), Zukunft Maßkonfektion, Frankfurt 2001, S. 222-232.
- [NEU 02] Neumann, K. und Morlock, M., Operations Research, 2. Aufl., München-Wien 2002, S. 438-474.
- [OV 97] O.V., Mobile Sales Teams Access Real-time Customer Data, Expert Systems Applications 13 (1997) 10, S. 9.
- [PIL 05/PIL 06/REI 03] Piller, F.T., Schubert, P., Koch, M. und Mösllein, K., Overcoming mass confusion: Collaborative customer co-design in online communities, Journal of Computer-Mediated Communication 10 (2005) 4, article 8; Piller, F.T., Mass Customization – Ein wettbewerbsstrategisches Konzept im Informationszeitalter, 4. Aufl., Wiesbaden 2006; Reichwald, R. und Piller, F.T., Von Massenproduktion zu Co-Produktion, Kunden als Wertschöpfungspartner, WIRTSCHAFTSINFORMATIK 45 (2003) 5, S. 515-519.
- [REI 06] Reichwald, R. und Piller, F.T., Interaktive Wertschöpfung, Wiesbaden 2006.
- [ROS 01] Rosewitz, M., PBK-Editor: Ein Werkzeug zur Erstellung von WWW-gestützten Produktberatungskomponenten, Dissertation, Nürnberg 2001.
- [SCHÖ 07] Schönsleben, P., Integrales Logistikmanagement, 5. Aufl., Berlin u.a. 2007, S. 261-263.
- [SCHO 92] Schorr, G., Computergestützte Planungs- und Kontrollsysteme für das Branchen- und Produktmanagement im Komponentengeschäft, Dissertation, Nürnberg 1992.
- [SCHU 02] Schumann, M., Bonitätsbeurteilungen und Kreditprüfungen im Electronic Business, in: Gabriel, R. und Hoppe, U. (Hrsg.), Electronic Business, Heidelberg 2002, S. 413-427.
- [SCHW 97] Schwerpunkttheft der Communications of the ACM 40 (1997) 3.
- [SIN 07] SINFOs GmbH (Hrsg.), Kennzahlen Allgemein, <http://www.sinfosweb.de/serviceDE/Default.aspx?tabindex=0&tabid=142>, Abruf am 2007-05-09.
- [STR 99] Strauß, R.E., Erfolgsfaktoren und Strategien für E-Commerce im europäischen Automobil-Handel, Information Management & Consulting 14 (1999) Sonderausgabe, S. 51-59, hier S. 52.
- [TIM 99] Timm, U.J., Beiträge zum Einsatz von Benutzermodellen in der Elektronischen Produktberatung, Dissertation, Nürnberg 1999.
- [VOG 05] Persönliche Auskunft von Herrn K. Vogl, adidas-Salomon AG.
- [WIN 04] Winkelmann, P., Sales Automation – Grundlagen des Computer Aided Selling, in: Hippner, H. und Wilde, K.D. (Hrsg.), IT-Systeme im CRM, Wiesbaden 2004, S. 301-332.
- [WIT 85] Wittemann, N., Produktionsplanung mit verdichteten Daten, Berlin u.a. 1985.
- [WOL 06] Wolter, K., Hotz, L. und Krebs, T., Model-based Configuration Support for Software Product Families, in: Blecker, T. und Friedrich, G. (Hrsg.), Mass Customization, New York 2006, S. 43-61.

### 3.3 Beschaffungssektor

#### 3.3.1 Überblick

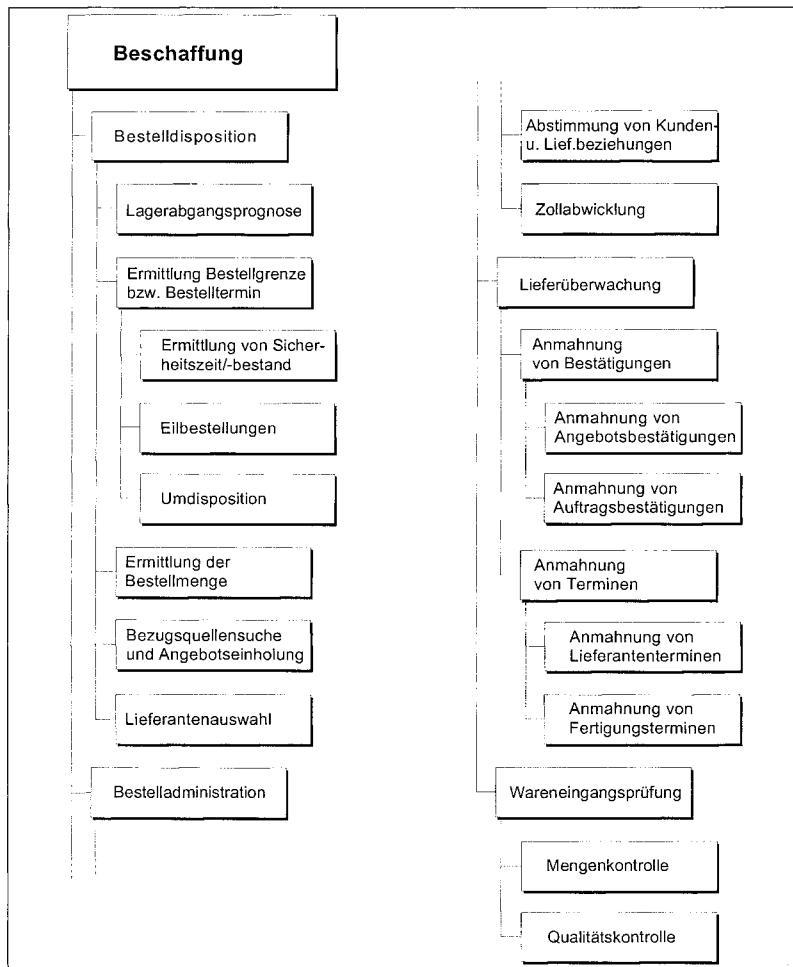


Abb. 3.3.1/1 Teifunktionsmodell im Beschaffungssektor

Der erste Schritt im Beschaffungsprozess ist die **Bedarfsermittlung**. Das Modul Lagerabgangsprognose schätzt die Zahl der Materialien, die wahrscheinlich in den einzelnen Planungsperioden das Lager verlassen werden.

Von diesen Bedarfsverläufen muss dann der Übergang zu **Bestellungen** (entweder bei der eigenen Fertigung oder bei Lieferanten) vollzogen werden. Dafür ist zunächst eine **Bestellgrenze** (Bestellpunkt) zu bestimmen, wozu auch die Ermittlung des Sicherheitsbestands gehört. Wenn nach entsprechenden Lagerabgängen die Bestellgrenze erreicht oder unterschritten wurde, ermittelt ein weiterer Programmkomplex eine günstige **Bestellmenge** (Losgröße) und zuweilen auch einen geeigneten Lieferanten. Jetzt werden **Bestellvorschläge** oder Bestellungen ausgegeben und letztere als offene Bestellungen vorgemerkt.

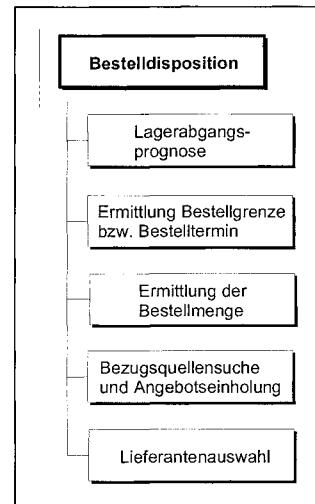
Das Lieferüberwachungsprogramm überprüft die offenen Bestellungen und generiert gegebenenfalls **Mahnungen**. Nach dem Zugang von Waren werden mithilfe des Programms Wareneingangsprüfung Menge und Qualität der Lieferungen kontrolliert. Im Zuge der Internationalisierung mag sich eine rechnergestützte **Zollabwicklung** lohnen.

Der traditionelle Beschaffungsprozess verläuft so, dass die Abteilung, welche den Bedarf verursacht, diesen dem Einkauf anzeigt. Der Einkauf wählt den Lieferanten, befindet über die Losgröße, bestellt und verfolgt die Bestellung. Beim so genannten **Desktop Purchasing** (vgl. Abschnitt 3.3.3) wird die Vorgangskette entscheidend verkürzt. An die Stelle des Einkaufs tritt ein IV-System, in dem Routine-Dispositionen der Beschaffung in Form von Regeln abgebildet sind.

### 3.3.2 Bestelldisposition

Man unterscheidet folgende Arten der Bedarfsermittlung und -disposition:

- 1) Rein verbrauchsgesteuerte (stochastische) Disposition (diese wird im nächsten Abschnitt behandelt).
- 2) Rein programm-, plan- bzw. bedarfsgesteuerte (deterministische) Disposition. Der Bedarf wird durch Stücklistenauflösung ermittelt (vgl. Abschnitt 3.5.2.5.1).
- 3) Verschiedene Mischformen zwischen bedarfs- und verbrauchsgesteuerter Bedarfsermittlung:
  - a) Auf den oberen Fertigungsstufen erfolgt eine bedarfsgesteuerte Disposition, auf den unteren eine verbrauchsgesteuerte (z. B. bei Schrauben).
  - b) Man führt grundsätzlich eine bedarfsgesteuerte Disposition durch, einige Nebenlager (z. B. Ersatzteillager) sind verbrauchsgesteuert; in den Nebenlagern werden die Bruttobedarfe den Beständen gegenübergestellt; es resultiert ein Nettobedarf, der bei der programmgesteuerten Bedarfsermittlung addiert wird.
  - c) Grundsätzlich wird bedarfsgesteuert, ein kleiner Teil der Erzeugnisse jedoch nach Verbrauch disponiert (z. B. weil noch keine Stücklisten existieren), wobei nur einheitliche Lager gegeben sind. Aus diesem Grund ermittelt das System für die verbrauchsgesteuerten Produkte keine Nettobedarfe, sondern nur Bruttobedarfe; diese werden zu den bedarfsgesteuerten Teilen addiert und dann erst mit den Beständen abgeglichen (vgl. dazu Abschnitt 3.5.2.5.4).
  - d) Grundsätzlich wird verbrauchsgesteuert disponiert, daneben ein geringer Teil der Produkte bedarfsgesteuert.



SAP verfeinert diese grobe Gliederung wie in Abbildung 3.3.2/1 gezeigt.

Wegen des mit computerunterstützten Lagerdispositionsmethoden verbundenen Aufwands werden oft die zu disponierenden Materialien mithilfe einer am wert- bzw. mengenmäßigen Umsatz oder am Lagerwert orientierten **ABC-Analyse** in drei Klassen eingeteilt. Die Teile mit hohem Umsatzanteil (A-Teile) disponiert das System dann mit genaueren Verfahren als die mit mittlerem Umsatz (B-Teile) oder gar die mit kleinem Umsatzanteil (C-Teile). Beispielsweise nimmt man die Bruttobedarfsvorhersage bei A-Teilen monatlich, bei B-Teilen nur

vierteljährlich und bei C-Teilen sogar nur jährlich vor. Zur Vorbereitung der Entscheidung, inwieweit man ein Teil vollautomatisch, im Mensch-Maschine-Dialog oder personell disponiert, lässt sich auch die **XYZ-Analyse** heranziehen. Bei X-Teilen handelt es sich um solche, deren Verbrauch recht zuverlässig vorherzusehen ist, während Z-Teile in ihrem Bedarf stark schwanken. Y-Teile liegen zwischen diesen beiden Extrem-Ausprägungen. Abbildung 3.3.2/2 bringt in Form eines Struktogramms Empfehlungen zur Auswahl eines Dispositionsvorfahrens für das **SAP**-System. Zu Grunde liegt die Überlegung, dass die Disposition umso mehr dem Sachbearbeiter obliegen soll, je diffiziler die Prognose ist. (Das Lieferrisiko beinhaltet, dass der Lieferant seine Zusage nicht einhält; das Verbrauchsrisiko, dass, z. B. wegen Fehlchargen, der tatsächliche Verbrauch vom geplanten abweicht.)

PD:	Deterministische Disposition mit der Möglichkeit, die ungeplanten Bedarfe über eine Prognose zu ermitteln
VB:	Verbrauchsgesteuerte Disposition nach dem Bestellpunktverfahren mit personeller Festlegung des Meldebestands
VM:	Verbrauchsgesteuerte Disposition nach dem Bestellpunktverfahren mit maschineller Ermittlung des Melde- und Sicherheitsbestands
VV:	Verbrauchsgesteuerte Disposition durch Prognose der künftigen Periodenbedarfe ohne Trennung von Brutto- und Nettobedarfen

Abb. 3.3.2/1 Dispositionsvorfahren in mySAP ERP [DIT 06, S. 100]

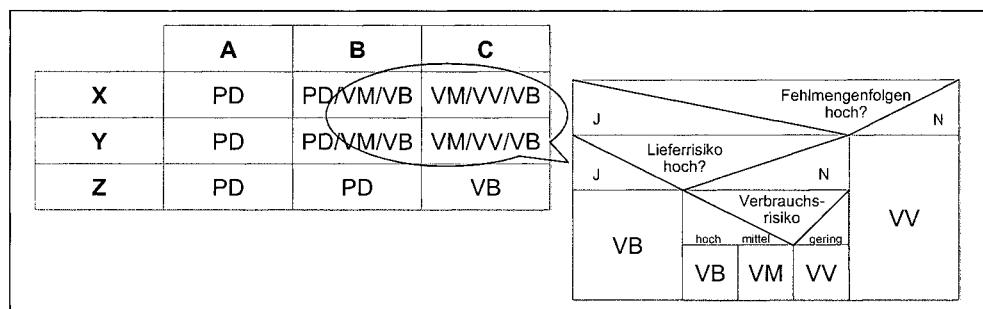


Abb. 3.3.2/2 Kombination einer ABC- und einer XYZ-Analyse [DIT 06, S. 101-102]

Für den in diesem Buch dargestellten Prozess bzw. für unser Funktionsmodell wollen wir folgende Vereinbarungen treffen:

- 1) Die Programme der verbrauchsgesteuerten Disposition beziehen sich auf separate Lager.
- 2) Die ermittelten Bedarfe an Fremdbezugsteilen verarbeitet das Programm Bestelldisposition zu Bestellungen an die Lieferanten weiter.
- 3) Bei Eigenfertigungsteilen übergibt das Programm Bestelldisposition die Bedarfe an das (von uns im Abschnitt über Produktionsplanung zu behandelnde) Programm Stücklistenauflösung (Abschnitt 3.5.2.5.1). Diese Vorgehensweise empfiehlt sich, weil eigengefertigte Baugruppen dort weiter in Unterbaugruppen bzw. Einzelteile aufgelöst werden können. Bei der Ableitung von Nettobedarfen im Programm Nettobedarfsermittlung des Produktionssektors werden die Bestände auf den mit verbrauchsgesteuerter Disposition verwalteten Lagern nicht ein zweites Mal berücksichtigt.

Wichtigste Eingaben:	Parameter für Aktionen zur Angebotseinhaltung, Abänderung von Bestellungen, Auftragsbestätigungen, Zusatztexte
Wichtigste Anzeigen und Ausdrucke:	Nettobedarfe (Bestellanforderungen), offene Bestellungen, infrage kommende Lieferanten („Bezugsquellen“), deren Konditionen und historisches Lieferverhalten, Arbeitsvorrat von Disponenten, Aufforderungen zu Angeboten, Anfragen bei Lieferanten, Angebotszusammenstellungen, Bestellungen bzw. Bestellempfehlungen für Fremdbezugsteile, Bestellobligo, Nettobedarfsliste für Eigenfertigungsteile, Wareneingangsscheine (als Rücklaufdokument), Lieferantenanfragen, Abrufe im Rahmen von Blockaufträgen, Hinweise auf Fälligkeit von Abrufen, Absageschreiben, Hinweise auf erreichbare Boni, Abwicklungsstand von Beschaffungsvorgängen („Lebenslaufakte“), Textbausteine für Anschreiben
Wichtigste Dialogfunktionen:	Simulation von Änderungen des Bestelpunkts mit Anzeige der Folgen für Lieferbereitschaft und Kapitalbindung, Korrektur der Bestellmengen mit Anzeige des Bestellobligos
Nutzeffekte:	Optimierungseffekte im Bestellwesen (insbesondere günstigeres Verhältnis von Lagerbestand und Lieferbereitschaft, Ausnutzung von Konditionen), Rationalisierung des Einkaufs, Überwachung der Angebotseinhaltung und der Lieferantenawahl, aktuelle Angebotsdateien

Abb. 3.3.2/3 Bestelldisposition

### 3.3.2.1 Lagerabgangsprognose

Für die Vorhersage von Lagerabgängen sind sehr viele Methoden entwickelt worden. Man unterscheidet unter anderem

- a) nach dem Objekt (Rohteil, Halbfabrikat, Enderzeugnis),
- b) nach den benötigten Vergangenheitsdaten,
- c) nach den mathematisch-statistischen Grundlagen,
- d) nach der Leistungsfähigkeit bei der Berücksichtigung von besonderen Einflussfaktoren, wie etwa Saisoneinflüssen, Markt widerständen bei der Einführung neuer Produkte oder Werbeaktionen.

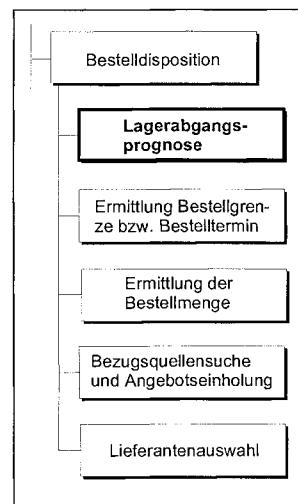
Hier können nur zwei Methoden herausgegriffen werden [MER 05]:

- 1) Prognose des Lagerabgangs aufgrund des in der Vergangenheit beobachteten Verbrauchs mithilfe einer Zeitreihenprognose, z. B. mit der exponentiellen Glättung. Das einfache exponentielle Glätten erster Ordnung geschieht nach der Formel:

$$M_i^* = M_{i-1}^* + \alpha (M_{i-1} - M_{i-1}^*)$$

Darin bedeuten:

- |             |   |   |
|-------------|---|---|
| $M_i^*$     | = | Vorhergesagter Bedarf für die Periode i       |
| $M_{i-1}^*$ | = | Vorhergesagter Bedarf für die Periode i-1     |
| $M_{i-1}$   | = | Tatsächlicher Bedarf in der Periode i-1       |
| $\alpha$    | = | Glättungsparameter ( $0 \leq \alpha \leq 1$ ) |



Der in der Periode i-1 für die Periode i „neu“ vorhergesagte Bedarf errechnet sich also, indem man zum „alten“ Vorhersagewert für die Periode i-1 einen Bruchteil  $\alpha$  des letzten Vorhersagefehlers addiert. Wählt man  $\alpha$  groß, so reagiert der Prognoseprozess relativ sensibel auf die jüngsten Beobachtungen. Setzt man  $\alpha$  klein, so werden die Vergangenheitswerte stärker berücksichtigt.

Bei trendförmigen Verläufen der Bedarfe eilen die mit dem Verfahren der exponentiellen Glättung zweiter Ordnung gewonnenen Prognosewerte den Ist-Werten weniger nach als die mit exponentiellem Glätten erster Ordnung berechneten.

Die Formel für den Glättungswert zweiter Ordnung lautet:

$$M^*{}^2_i = M^*{}^2_{i-1} + \alpha (M^*{}^1_i - M^*{}^2_{i-1})$$

In dieser Beziehung spielt der wie oben ermittelte Glättungswert erster Ordnung  $M^*{}^1_i$  jene Rolle, die die beobachteten Lagerabgänge  $M_{i-1}$  in der Formel zur Berechnung des Glättungswerts erster Ordnung übernehmen. (Zur Unterscheidung wurden die Glättungswerte erster und zweiter Ordnung mit den hochgestellten Indizes 1 bzw. 2 versehen.) Man kann sich die Glättung zweiter Ordnung als eine „Glättung der Glättungswerte erster Ordnung“ vorstellen.

Zeigen die Lagerentnahmen einen charakteristischen **Saisonverlauf**, so sind die Glättungswerte einer Korrektur zu unterziehen, die z. B. durch Multiplikation eines so genannten Grundwertes mit einem Saisonfaktor  $f$  erfolgen kann. Der Grundwert stellt den saisonbereinigten Lagerabgang dar und wird mit exponentieller Glättung erster Ordnung fortgeschrieben. Liegt etwa der Lagerabgang im Juli 30 Prozent über, im August 20 Prozent über und im Januar 25 Prozent unter dem Jahresmittel, so wird man den Grundwert für den Juli mit  $f = 1,30$ , den für August mit  $f = 1,20$  und den für Januar mit  $f = 0,75$  multiplizieren. Da sich das Saisonprofil allmählich verschieben kann, z. B. weil ein bisher vorwiegend als „Durstlöscher“ konsumiertes Getränk nicht mehr allein im Sommer, sondern als Mixgetränk auch im Winter gekauft wird, kann man den Saisonfaktor seinerseits glätten. Das bekannteste Verfahren dieser Kategorie ist das von Winters.

Der Begriff „Saison“ bzw. „Saisonverlauf“ muss nicht unbedingt für Schwankungen im Laufe eines Jahres benutzt werden. Beispielsweise beschreibt Bartmann ein Bevorratisungs- und Produktionsplanungsmodell für Frischprodukte, bei dem das so genannte Winters-Verfahren sogar Komponenten für die einzelnen Wochentage enthält [BAR 83].

Die Theorie der exponentiellen Glättung und anderer Prognoseverfahren ist inzwischen verhältnismäßig weit entwickelt, sodass man bei der Konzeption individueller Systeme auf zahlreiche Vorschläge in der Literatur zurückgreifen kann [MER 05].

- 2) Ableitungen aus den Vergangenheitsabsatzmengen der Enderzeugnisse. Diese Form der Bedarfsermittlung kommt vor allem bei der Bedarfsprognose von Ersatzteilen vor. Aus einmaligen, vielleicht auch aus vom System laufend geführten Statistiken lässt sich mithilfe von Verweilzeitverteilungen [LAN 05] schätzen, in welchem zeitlichen Nachlauf welche und wie viele Ersatzteile angefordert werden, wenn zu einem gegebenen Zeitpunkt eine bestimmte Zahl von Enderzeugnissen abgesetzt wurde. Stellt man dem Programm Lagerabgangsprognose verdichtete Aufzeichnungen über die Vergangenheitsumsätze zur Verfügung, so kann es daraus den Bedarf an Ersatzteilen vorhersagen.

Unter Umständen prognostiziert das Programm dieselbe Lagerposition nach mehreren Verfahren, z. B. wenn ein Fremdbezugsteil in ein Enderzeugnis eingeht, als Ersatzteil vertrieben wird und außerdem Verbrauchsmaterial für die innerbetriebliche Instandhaltung ist. In diesem Fall werden die Ergebnisse der Prognoserechnungen addiert.

Im Sinne der idealisierten „Sägezahnlinie“ (Abbildung 3.3.2.2/1) bestimmt die durch die Lagerabgangsprognose geschätzte Entnahmehgeschwindigkeit den Winkel  $\gamma$ .

Wichtigste Eingaben:	Prognoseparameter, Zusatzbedarfe
Wichtigste Anzeigen und Ausdrucke:	Abgangsprognose, Sicherheitsbestandsunterschreitungen, Vergangenheitsverbräuche, Absatzindikatoren
Wichtigste Dialogfunktionen:	Auswahl von Prognoseverfahren und Parameterversorgung
Nutzeffekte:	Optimierungseffekte in der Lagerhaltung

Abb. 3.3.2.1/1 Lagerabgangsprognose

### 3.3.2.2 Ermittlung der Bestellgrenze bzw. des Bestelltermins

Zur Beschreibung der nächsten Schritte im Bestellprozess wollen wir uns weitgehend auf die so genannte **(s,Q)-Politik** beschränken, die für die meisten computerunterstützten Lagerhaltungssysteme gut geeignet ist.

Dabei wird nach jeder Entnahme von der IV geprüft, ob die Bestellgrenze s (auch Meldebestand genannt) unterschritten ist. Wenn ja, ordert man ein Los der Größe Q. Damit stellt sich die Aufgabe, Verfahren zu finden, mit denen sowohl die Frage „Wann wird eine Bestellung eingeleitet?“ (Bestimmung der Bestellgrenze s; siehe unten) als auch die Frage „Wie viel wird bestellt?“ (Bestimmung der Losgröße Q; siehe Abschnitt 3.3.2.3) jeweils in Abhängigkeit von den jüngsten Prognosen und Kostendaten beantwortet werden.

Dieses Programmmodul soll die Entscheidung vorbereiten bzw. fällen, **wann** ein Bestellvorgang einzuleiten ist. Die grundsätzliche Antwort lautet: „Die Bestellung muss so frühzeitig erfolgen, dass der vorhandene (verfügbare) Lagerbestand zur Deckung des Bedarfs, der in der Zeitstrecke bis zur Verfügbarkeit der zu bestellenden Teile anfällt, ausreicht, ohne dass ein eventuell vorhandener Sicherheitsbestand angetastet wird.“

Die Zeit, die von der Aufgabe einer Bestellung bis zur Verfügbarkeit der daraus resultierenden Lieferung vergeht, bezeichnet man meist als Wiederbeschaffungszeit. Darin sind in der Regel die Lieferzeit sowie alle Zeiten, die mit der Auftragsbearbeitung zusammenhängen, enthalten.

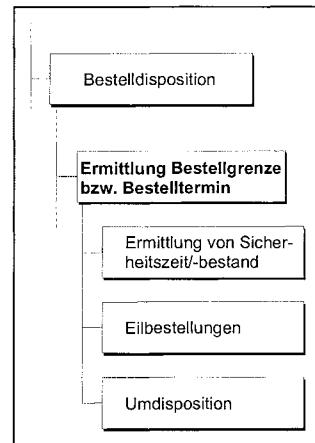
Zur Errechnung der Wiederbeschaffungszeit  $t_w$  dient unter Zugrundelegung einer **(s,Q)-Politik** folgende Formel:

$$t_w = t_v + t_l + t_e$$

Darin bedeuten:

- $t_v$  = Vorbereitungszeit für die Bestellung. Diese Zeitspanne wird z. B. für menschliche Entscheidungen über die Bestellmenge oder über den Lieferanten sowie zur Ausfertigung der Bestellunterlagen benötigt.
- $t_l$  = Lieferzeit bei Fremdbezug bzw. Durchlaufzeit bei Eigenfertigung.
- $t_e$  = Einlagerungszeit. Diese Zeitstrecke vergeht von der Warenannahme bis zu dem Zeitpunkt, an dem die Teile (z. B. nach Mengen- und Qualitätsprüfung) vom Lager entnommen werden können.

In manchen Systemen wird zur Wiederbeschaffungszeit eine Komponente  $t_s$  (Sicherheitszeit) addiert, die Überschreitungen in der Lieferzeit abfangen soll.



Der **Bestelltermin**  $T_B$  errechnet sich dann im einfachsten Fall in der Weise, dass ausgehend vom Zeitpunkt  $T_{netto}$ , zu dem voraussichtlich der Lagerbestand auf den Sicherheitsbestand sinkt, die Wiederbeschaffungszeit  $t_w$  subtrahiert wird:

$$T_B = T_{netto} - t_w$$

Den Wunsch-Ablieferungstermin  $T_w$ , der dem Lieferanten bzw. der eigenen Produktionsplanung anzugeben ist, erhält das Programm aus folgender Beziehung:

$$T_w = T_{netto} - t_k$$

(Die Teile müssen so frühzeitig geliefert werden, dass nach ihrem Eintreffen im Betrieb noch die Zeit  $t_k$  verbleibt, um sie zu kontrollieren und innerbetrieblich zur Verfügung zu stellen, ohne dass dadurch der Sicherheitsbestand reduziert wird.)

Statt der dargestellten terminlichen Betrachtung ist es auch möglich, den Bestelltermin mit dem verfügbaren Lagerbestand in Zusammenhang zu bringen. Zu diesem Zweck wird die rein zeitliche Komponente  $t_w$  in einen mengenmäßigen Bestand (Bedarf während der Wiederbeschaffungszeit  $M_{tw} = M_{tg} * t_w = t_w * \tan \gamma$ ) transformiert. Dabei ist  $M_{tg}$  der Bedarf pro Zeiteinheit (z. B. Tag). Unter Beachtung der eingangs gestellten Forderung „Lieferbereitschaft auch in der Wiederbeschaffungszeit“ erhält man dann die mengenmäßige **Bestellgrenze**  $s$  durch folgende Formel:

$$s = M_{tw} + e$$

Darin ist  $e$  der Sicherheitsbestand.

Der Vorteil dieser Methode liegt darin, dass  $s$  bei den Materialstammdaten gespeichert ist und nach jedem Lagerabgang geprüft werden kann, ob die Bestellgrenze unterschritten wurde. Ist dies der Fall, so wird sofort ein Bestellvorgang veranlasst (siehe Abbildung 3.3.2.2/1).

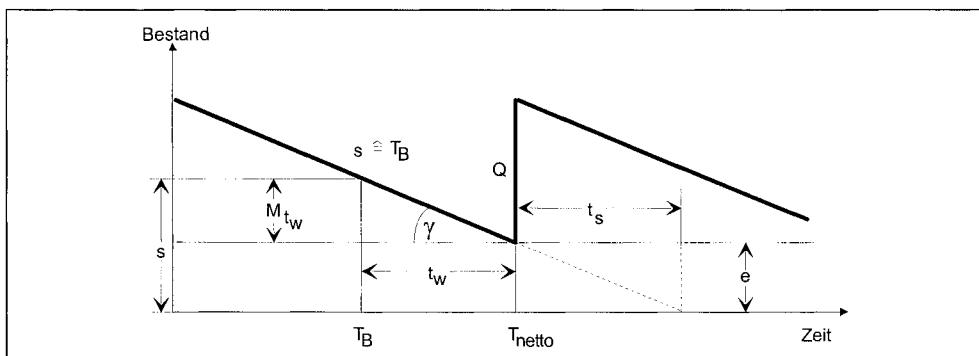


Abb. 3.3.2.2/1 Zusammenhänge zwischen Lagerabgangsgeschwindigkeit  $\gamma$ , Sicherheitsbestand  $e$ , Sicherheitszeit  $t_s$ , Bedarf  $M_{tw}$  während der Wiederbeschaffungszeit  $t_w$ , Bestellgrenze  $s$ , Bestelltermin  $T_B$  und Bestellmenge  $Q$

Treten nicht allzu große Bedarfsschwankungen auf, so ist es vertretbar, eine einmal ermittelte Bestellgrenze  $s$  über längere Zeit beizubehalten und nur gelegentlich Korrekturen aufgrund der unten erwähnten Überlegungen durchzuführen.

Nehmen jedoch die Bedarfsschwankungen zu, so birgt dieses Verfahren die Gefahr erhöhter Lagerbestände bzw. von Fehlmengen in sich. Um diese Nachteile zu vermeiden, muss  $s$  in jeder Periode neu berechnet werden.

Die Abbildung 3.3.2.2/1 ist stark idealisiert. Einerseits verläuft in der Praxis der Lagerabgang nicht auf einer Geraden, sondern stufenförmig. Zum anderen sind die einzelnen Punkte mit Unsicherheiten behaftet.

Der Sicherheitsbestand  $e$  dient zur Abdeckung von Vorhersagefehlern (Bedarfsabweichungen), Bestandsabweichungen, Abweichungen der Liefermenge und Lieferverzögerungen. In einfacheren Versionen gibt ein Sachbearbeiter dem Programm als Parameter an, wie hoch der Sicherheitsbestand absolut sein darf, um welchen Prozentsatz die Bestellmenge zu Sicherheitszwecken aufgestockt wird oder für wie viele Tage  $t_s$  der Sicherheitsbestand reichen soll; im letztgenannten Fall ermittelt das Anwendungssystem zunächst den durchschnittlichen Abgang pro Tag, entweder für den gesamten Planungszeitraum oder aber für jede einzelne Periode innerhalb des Planungszeitraums, mithilfe folgender Formel:

$$\frac{M_v}{n \cdot t_p} = M_{tg} \text{ bzw. } \frac{M_i}{t_p} = M_{tg}$$

Darin bedeuten:

- $M_v$  = Prognostizierter Gesamtbedarf im Planungszeitraum
- $M_{tg}$  = Bedarf pro Tag
- $n$  = Anzahl der Perioden im Planungszeitraum
- $t_p$  = Anzahl der Tage pro Periode
- $M_i$  = Bedarf der Periode

Den Sicherheitsbestand  $e$  erhält man dann mit der Formel:

$$e = M_{tg} \cdot t_s$$

In anspruchsvolleren Lösungen macht man den Sicherheitsbestand  $e$  und damit die Sicherheitszeit  $t_s$  abhängig von den Prognoseabweichungen der Vergangenheit.

Der Sicherheitsbestand wird dabei vielfach als eine Funktion des Lieferbereitschaftsgrads angesehen. Der Lieferbereitschaftsgrad kann z. B. als Prozentsatz derjenigen Lagerabrufvorgänge gemessen werden, bei denen sich keine Unterdeckung (Lieferunfähigkeit) ergab. In verschiedenen Standardprogrammen ist er etwas anders, und zwar als Verhältnis

$$\frac{\text{Wert der Lieferungen/Jahr}}{\text{Wert der Lagerabrufe/Jahr}} \cdot 100$$

definiert.

In der Festsetzung

$$\text{Sicherheitsbestand } e = \text{Standardabweichung } \sigma \cdot \text{Sicherheitsfaktor } f$$

gibt der Sicherheitsfaktor  $f$  die Anzahl der Standardabweichungen an, die für einen bestimmten Lieferbereitschaftsgrad erforderlich ist. Dabei ist die Standardabweichung:

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (M_i - M_i^*)^2}$$

$M_i^*$  = Vorhergesagter Bedarf für die Periode  $i$  ( $i = 1, 2, \dots, n$ )

$M_i$  = Tatsächlicher Bedarf in der Periode  $i$

Geht man davon aus, dass die Abweichungen zwischen dem vorhergesagten und dem tatsächlich beobachteten Bedarf normalverteilt sind, so entspricht einem Lieferbereitschaftsgrad von 84,13 Prozent ein Sicherheitsfaktor von  $f = 1$ , einem Lieferbereitschaftsgrad von 97,72 Prozent ein Faktor  $f = 2$  und einem Lieferbereitschaftsgrad von 99,87 Prozent ein

Faktor von  $f = 3$ . Daraus wird schon ersichtlich, dass mit steigendem Lieferbereitschaftsgrad auch die Sicherheitsbestände und damit die Lagerkosten überproportional zunehmen. Es gilt daher, im Rahmen unternehmenspolitischer Entscheidungen verschiedenen Situationen entsprechende Lieferbereitschaftsgrade zuzuordnen.

Oft verwendet man, um die rechenzeitaufwändige Radizierung zu vermeiden, statt der Standardabweichung vereinfachend die mittlere absolute Abweichung

$$MAD = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |M_i - M^*|$$

unter Benutzung des Zusammenhangs  $\sigma = 1,25 \cdot MAD$ , wobei der MAD-Wert unter Umständen mithilfe eines Verfahrens der exponentiellen Glättung fortgeschrieben werden kann. Dann ergibt sich der Sicherheitsbestand  $e$  zu

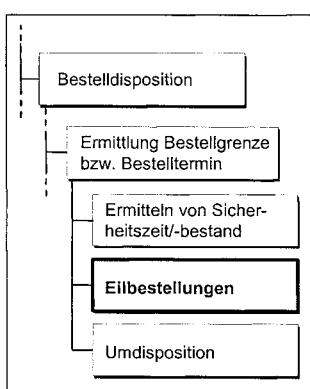
$$e = \frac{1,25}{n} \sum_{i=1}^n |M_i - M^*| \cdot f$$

und die Sicherheitszeit  $t_s$  zu

$$t_s = \frac{e}{M_{tg}}$$

Bei der bisherigen Darstellung blieb außer Betracht, dass eine hohe Bestellmenge ihrerseits eine gewisse Sicherheit gewährleistet. Bestellt man einen Jahresbedarf von 12.000 Stück in 12 Losen zu je 1.000 Stück, so ist der durchschnittliche Lagerbestand während des Jahres  $0,5 \times 1.000 = 500$  Stück. Plötzliche Bedarfsschübe in der Größenordnung von mehreren hundert Stück bedingen dann mit hoher Wahrscheinlichkeit, dass keine ausreichende Lieferbereitschaft besteht. Entscheidet man sich hingegen dafür, den Jahresbedarf mit zwei Bestellungen zu je 6.000 Stück zu decken, so beträgt der durchschnittliche Lagerbestand während des Jahres  $0,5 \times 6.000 = 3.000$  Stück. Bedarfsschübe von mehreren hundert Einheiten führen nun mit viel geringerer Wahrscheinlichkeit (nur kurz vor den Bestellterminen, wenn das Lager schon weitgehend geräumt ist) zu Unterdeckungen. In verschiedenen Standardprogrammen ist eine so genannte Service-Funktion vorgesehen, durch die neben der gewünschten Lieferbereitschaft und der Prognoseunsicherheit auch die Bestellmenge bei der Dimensionierung der Sicherheitsbestände berücksichtigt wird.

### 3.3.2.2.1 Eilbestellungen



Sollte das Bestelldispositionsprogramm nur in größeren Zeitintervallen  $T$  laufen, dann ist es möglich, dass folgende Ungleichung eintritt:

$$T_w < T_x + t_v + t_l - t_k, \text{ mit}$$

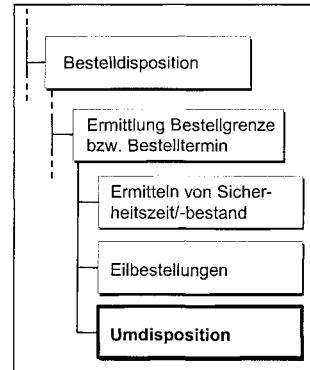
- |       |   |   |
|-------|---|---|
| $T_w$ | = | Wunsch-Liefertermin                     |
| $T_x$ | = | Tag des Programmlaufs                   |
| $t_v$ | = | Auftragsvorbereitungszeit               |
| $t_l$ | = | Lieferzeit                              |
| $t_k$ | = | Individuell festzulegende Zeitkonstante |

Der Wunsch-Liefertermin kann also nicht mehr erreicht werden. Daher muss das Programm eine Eilbestellung empfehlen; der Disponent wird z. B. die Bestellemplehlung beschleunigt bearbeiten und eine Verkürzung der Lieferzeit

beim Lieferanten zu erreichen versuchen. Eilbestellungen sind – auch bei computerunterstützter Disposition – vor allem dann nicht auszuschließen, wenn vom Markt her überraschende Bedarfsänderungen kommen.

### 3.3.2.2.2 Umdisposition

Angenommen, es existiere für ein Teil ein Vormerksspeicher Bestellung mit einem Wunsch-Liefertermin  $T_w$ . Der neueste Lauf des Lagerbestandsprognoseprogramms (siehe Abschnitt 3.4.3) habe aber erbracht, dass die Teile schon zum Termin  $T'$  ( $T' < T_w$ ) benötigt werden, da der Bedarf gegenüber der letzten Prognose unerwartet zugenommen hat. Dann muss umdisponiert werden. Um zu entscheiden, ob man sich beim Lieferanten um eine Vorverlegung des Liefertermins bemühen soll, wird vom Programm festgestellt, welcher Bruchteil  $b$  des Sicherheitsbestands  $e$  angegriffen wird, falls es beim alten Liefertermin bleibt. Ist  $b$  größer als eine vom Unternehmer bzw. Disponenten abgesteckte Toleranzgröße  $b^+$ , so gibt das Programm einen Hinweis mit der Aufforderung aus, die Vorverlegung zu versuchen.



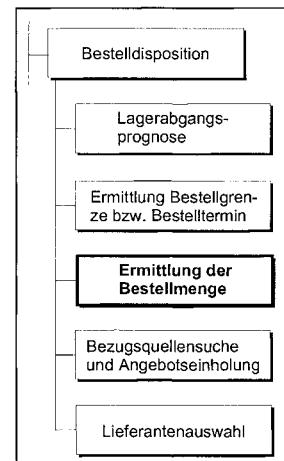
### 3.3.2.3 Ermittlung der Bestellmenge (Losgröße)

Ist geklärt, wann bestellt werden soll, dann bleibt noch die Frage zu beantworten, wie viel zu bestellen ist, d. h., wie groß die Lose werden sollen. Um uns in späteren Abschnitten redundante Ausführungen zu ersparen, wollen wir bei der folgenden Betrachtung zwischen Bestellungen bei Fremdlieferanten und solchen, die bei der eigenen Fertigung erfolgen, nicht unterscheiden. Die verschiedenen Formeln gelten nach entsprechender Interpretation sowohl für Fremdbezugsmengen als auch für die im Rahmen der eigenen Fertigungsplanung mengenmäßig festzulegenden Fertigungsaufträge. Auf spezielle Unterschiede wollen wir in jenen Abschnitten, in denen diese auftreten, näher eingehen.

Die Zusammenfassung der Bedarfe zu Losen hat den Zweck, die je Los (Bestellung) fest anfallenden (losgrößenfixen) Kosten – bei Bestellung an die eigene Fertigung in der Hauptsache Rüstkosten, bei Fremdbezug fixe Beschaffungskosten – auf eine möglichst große Stückzahl zu verteilen. Dieser Tendenz zu möglichst großen Losen stehen mit steigender Vorratsbildung die wachsenden Lagerhaltungskosten entgegen. Unter Berücksichtigung der fixen Kosten je Bestellung und der Lagerhaltungskosten lässt sich die optimale (kostenminimale) Losgröße ermitteln.

Pragmatische Lösungen bestehen darin, dass der Disponent die Zahl der Perioden (Tage, Wochen, Monate) in Gestalt eines Parameters vorgibt, deren Bedarfe zu einem Los zusammengefasst werden sollen, das stets auf einen fixen Höchststand aufgefüllt wird, oder dass man einfach Losgrößen personell bestimmt.

Das bekannteste analytische Optimierungsmodell wird auf die **Losgrößenformel von Harris und Andler** zurückgeführt (zu Details vgl. z. B. [THO 05]).



Wegen der vielen aus Sicht der Praxis problematischen Prämissen, die der Herleitung dieser Formel zu Grunde liegen (unter anderem konstanter Bedarf über einen längeren Zeitraum, kontinuierliche Lagerentnahme), enthalten viele betriebliche Systeme bzw. ERP-Pakete auch andere Losgrößenverfahren (vgl. [SCHN 05, S. 46-88]). Diese tragen der Tatsache Rechnung, dass moderne Anwendungssysteme die Bedarfe für eng definierte Perioden (Wochen- oder gar Tagesgenauigkeit) vorgeben (vgl. Abbildung 3.3.2.3/1).

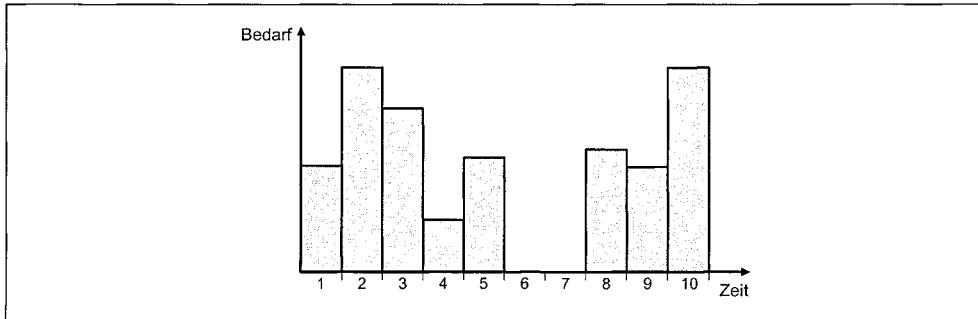


Abb. 3.3.2.3/1 Beispiel eines diskreten Nettobedarfsverlaufs

Ein auf diese deterministischen Periodenbedarfe zugeschnittenes Verfahren ist das der **gleitenden wirtschaftlichen Losgröße**. Es läuft wie folgt ab:

Man errechnet als Hilfsgröße die Lagerkosten  $K_e$  für eine Einheit des Produkts (Teils) pro Periode:

$$K_e = \frac{W \cdot z}{100 \cdot n}$$

Darin bedeuten:

$W$  = Einkaufspreis bei Fremdbezug bzw. Herstellkosten bei Eigenfertigung je Mengeneinheit

$z$  = Lagerhaltungskostensatz bezogen auf das im Lager gebundene Kapital in Prozent (unter anderem Zinsen, Schwund, Versicherung)

$n$  = Anzahl der Perioden pro Jahr

Geht man davon aus, dass Lieferungen und Entnahmen jeweils zu Beginn einer Periode erfolgen, so lagert eine Menge, die in Periode  $i$  dem Lager zugeführt und in der Periode  $h$  ( $i \leq h \leq j$ ) verbraucht wird, durchschnittlich  $t_h = (h - i)$  Perioden.

Für eine bestimmte Menge  $M_h$ , die in der Periode  $h$  benötigt wird, ergeben sich folgende Lagerkosten:

$$K_{M_h} = K_e \cdot M_h \cdot (h - i)$$

Wird nun in einem Los der Bedarf bis einschließlich Periode  $j$  gefertigt (bestellt) und eingelagert, so erhält man die gesamten Lagerkosten  $K_{i,j}$  durch Addition der einzelnen Periodenkosten:

$$K_{i,j} = \sum_{h=i}^j K_{M_h} = K_e \cdot \sum_{h=i}^j M_h \cdot (h - i)$$

Um die beeinflussbaren Gesamtkosten  $K_{gi,j}$  zu berechnen, werden die Auflagekosten A addiert:

$$K_{gi,j} = A + K_{ij}$$

Daraufhin ermittelt man die durchschnittlichen Kosten  $k_{ij}$  je Stück, indem man die Gesamtkosten durch die bis zur Periode j anfallende Nachfragemenge teilt:

$$k_{ij} = \frac{K_{gi,j}}{\sum_{h=i}^j M_h} = \frac{A + K_e \cdot \sum_{h=i}^j M_h \cdot (h - j)}{\sum_{h=i}^j M_h}$$

Da man annimmt, dass die optimale Losgröße dort liegt, wo die Stückkosten ein Minimum erreichen, erhöht das Verfahren j nacheinander um jeweils 1 (im Extremfall bis w, wobei w die maximale Periodenzahl angibt, bis zu der die Berechnung durchgeführt werden soll) und vergleicht nach jeder Erhöhung  $k_{ij}$  mit  $k_{ij-1}$ . Ist  $k_{ij} < k_{ij-1}$ , so lassen sich die Stückkosten noch reduzieren und es wird eine weitere Periode j in die Berechnung einbezogen. Ist jedoch  $k_{ij} > k_{ij-1}$ , so gibt j-1 die Periode an, bis zu der die Bedarfe  $M_h$  ( $h = i$  bis  $j$ ) für das in Periode i zu bestellende Los zusammengefasst werden sollen.

In einer IIV werden die notwendigen Informationen für die Formel aus folgenden Quellen gewonnen:

- 1) Den groben Bedarf an Erzeugnissen, Baugruppen und Einzelteilen erhält man meist aus der Materialbedarfsplanung (vgl. Abschnitt 3.5.2.5).
- 2) Die fixen Rüstkosten A kann sich das Programm durch Bewerten der Rüstzeit gemäß gespeicherter Fertigungsvorschrift mit den für die Kostenstelle gültigen Kosten pro Zeiteinheit errechnen. Dieser Wert wird vom Kostenstellenrechnungsprogramm gepflegt und in der Regel im Kostenstellenstammsatz gespeichert. Die fixen Bestellkosten bei Fremdbezug können als Programm-Parameter geführt werden.
- 3) Der variable Lagerhaltungskostensatz  $K_e$  lässt sich meist ebenfalls als Parameter eingeben. Es ist aber auch denkbar, ihn jeweils im Kostenstellenrechnungsprogramm zu überprüfen und fortzuschreiben.
- 4) Der Wert des Produkts W ist bei Fremdbezugsteilen meist als Preis und bei Eigenfertigung als Summe der Fertigungskosten bei den Teilestammdaten gespeichert. Die Fertigungskosten gehen wieder aus der Kostenträgerrechnung (Nachkalkulation) hervor.

Während sowohl die Andler-Formel als auch die gleitende wirtschaftliche Losgröße in der Praxis, z. B. in käuflicher Standardsoftware, verbreitet sind, konnte in theoretischen Untersuchungen [KNO 85] für Bedarfe, die um einen konstanten Mittelwert schwanken (also z. B. nicht für an- oder auslaufende Teile), gezeigt werden, dass eine von **Silver und Meal** angegebene, allerdings recht komplizierte und deshalb hier nicht beschriebene Heuristik [SIL 73] durchschnittlich bessere Ergebnisse bringt. Ziel ist nicht wie bei der gleitenden wirtschaftlichen Losgröße die Minimierung der Kosten pro bestelltem Stück, sondern die der Kosten pro Zeiteinheit.

Es gibt jedoch Fälle, in denen die skizzierten heuristischen Rechenverfahren dadurch, dass sie jeweils nur einen Bestellvorgang disponieren, das anzustrebende Gesamtoptimum verfehlten. Eine kritische Analyse findet man bei Steiner [STE 77]. Zwar sind exaktere Metho-

den, wie z. B. der **Wagner-Whitin-Algorithmus**, entwickelt worden [WAG 59], jedoch haben sie sich bisher in der Praxis kaum durchsetzen können und finden sich in nur wenigen Standardsoftware-Paketen [FAN 01].

Es kann theoretisch bewiesen werden, dass die Mehrkosten bei kleineren Abweichungen vom Losgrößenoptimum relativ gering sind, wobei sich Aufrundungen um eine bestimmte Menge über das theoretische Optimum hinaus weniger gravierend auswirken als Abrundungen in gleicher Höhe.

Verschiedentlich wird die Bestelldisposition durch besondere **Lieferantenkonditionen** beeinflusst. In solchen Fällen sind Programme zu konzipieren, die folgende Aufgaben lösen können:

- 1) Das System muss prüfen, ob aufgrund der Preisbedingungen des Lieferanten eine größere Bestellmenge angebracht ist, weil so ein Sprung in einer Preisstaffel erreicht wird. Das Programm kann die optimale Bestellmenge innerhalb jedes Intervalls der Preistabelle des Lieferanten ermitteln und dann durch Vergleich der Teiloptima die kostenminimale Losgröße finden. Einige Algorithmen zur Losgrößenbestimmung bei Rabattgewährung findet man in [MÜL 63] sowie [ZEI 70].
- 2) Wenn nur in Mengen bestellt werden kann, die das Vielfache von Verpackungseinheiten sind, muss bei der Ermittlung der Bestellmengen in entsprechenden Schrittgrößen vorgegangen werden. Eine andere Möglichkeit besteht darin, die ohne Berücksichtigung von Verpackungsbedingungen ermittelten Mengen auf das nächstgrößere Vielfache der Verpackungsgröße aufzurunden.
- 3) Wenn Lieferanten bestimmte Mindestmengen vorschreiben, ist die Bestellgröße auf diese Mindestmenge hochzusetzen.
- 4) Bieten Lieferanten Rabatte für Bestellungen an, die insgesamt ein gewisses Volumen erreichen, wobei diese Bestellgröße durch Zusammenfassung mehrerer Teile zu Stande kommen darf, so ist das Problem der **Verbundbestellungen (Sammelbestellungen)** zu lösen. Eine solche Verbunddisposition kann z. B. erforderlich sein, wenn bestimmte Teile aus technischen Gründen immer zusammen gefertigt werden oder wenn die gemeinsamen Bestellungen verschiedener Teile wirtschaftliche Vorteile mit sich bringen, wie z. B. optimale Auslastung der Transportmittel. Eine ausführliche Diskussion von Rechenverfahren zur Verbunddisposition im Rahmen einer IIV findet sich bei Trux [TRU 72]. Eine pragmatische Lösung besteht darin, in den Materialstammsätzen Hinweise auf andere Teile zu speichern, die einen Verbund bilden können, und bei der interaktiven Beschaffungsdisposition Daten, insbesondere Bestand und Lagerabgangsprognose, dieser anderen Teile am Bildschirm anzuzeigen.

### 3.3.2.4 Bezugsquellsuche und Angebotseinholtung

Damit die Möglichkeiten der computergestützten Lieferantenauswahl (vgl. Abschnitt 3.3.2.5) voll genutzt werden können, muss eine Vielfalt von Dispositionsalternativen zur Verfügung stehen. Dies wird erreicht, indem man stets eine größere Zahl von Angeboten einholt und so die Datenbasis anreichert. Voraussetzung ist, dass man eine gute Übersicht über die Bezugsquellen besitzt. Hierzu kann das System in öffentlichen Datenbanken und im Internet recherchieren.

## PRAKTISCHES BEISPIEL

In den USA können sich Nachfrager, die Flugzeugersatzteile benötigen, online in eine Datenbank einschalten, in der zahlreiche Ersatzteillieferanten und deren Produkte aufgelistet sind. Nach Eingabe des gesuchten Ersatzteils werden alle Anbieter am Bildschirm angezeigt, dazu ergänzende Informationen über Preise und Telekommunikationsverbindungen zu den Lieferanten. Durch das Verfahren wurden die Suchzeiten stark reduziert; entsprechend konnte man die Flugzeug-Stillstandszeiten von mehreren Tagen auf wenige Stunden reduzieren [FLO 95].

Um jene dafür notwendige menschliche Routinetätigkeit in Grenzen zu halten, die vor allem darin besteht, die Fähigkeit periodischer Anfrageaktionen zu überwachen, die anzuschreibenden potenziellen Lieferanten auszuwählen und die Briefe zu verfassen, mag sich die computergestützte Angebotseinholung empfehlen. Meist genügt ein relativ kleines Zusatzmodul zu dem Programm, das die Bestellungen schreibt, weil die Struktur der Angebotseinholung der der Bestellung ähnlich ist („Bestellung von Angeboten“).

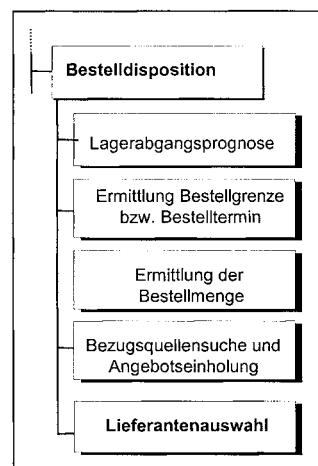
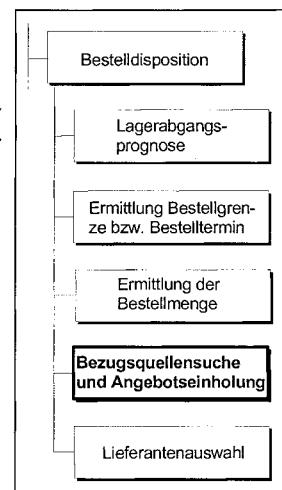
Hierzu werden auch an der ABC-Klassifizierung ausgerichtete Regeln in das Programm eingebaut, z. B.: „Für A-Teile müssen mindestens sechs Angebote, die jünger als sechs Monate sind, für B-Teile mindestens vier Angebote jünger als zwölf Monate gespeichert sein“. Das Eintreffen der Angebote wird man ähnlich wie das der Auftragsbestätigungen oder Warenlieferungen überwachen und gegebenenfalls anmahnen. In dem Maße, wie Lieferquellen durch Suche, Ausschreibungen oder Auktionen im Internet aufgefunden werden (siehe unten) verliert die „Bestellung von Angeboten“ etwas an Bedeutung.

### 3.3.2.5 Lieferantenauswahl

Wenn zu einem Fremdbezugsmaterial mehrere alternative Lieferanten vorhanden sind, stellt sich das Problem, den in der jeweiligen Situation günstigsten auszuwählen. Bei IIV können hierzu auch Daten über das bisherige Lieferverhalten herangezogen werden, die von den Modulen Lieferüberwachung (Abschnitt 3.3.4), Wareneingangsprüfung (Abschnitt 3.3.5) und Lieferantenrechnungskontrolle (Abschnitt 3.9.3) eingespeichert wurden. Auf dem virtuellen Einkaufsmarkt des **Siemens-Konzerns** (<http://www.click2procure.de/>) können Lieferanten online die Bewertungsergebnisse des Siemens-Lieferantenmanagement-Systems einsehen.

Konzeptionelle Überlegungen zur Gestaltung eines Modells der automatischen Lieferantenauswahl mögen allgemeinen einkaufspolitischen Richtlinien Rechnung tragen, wie es z. B. bei den folgenden programmierbaren Entscheidungsregeln der Fall ist:

- 1) Das Programm berücksichtigt alle Lieferanten in einem bestimmten, von außen einzubringenden Verhältnis, im Grenzfall zu gleichen Teilen.



- 2) Es wird zunächst nur der zuverlässigste Lieferant oder der mit den niedrigsten Preisen ausgewählt, jedoch in begrenztem Umfang auch ein zweiter.
- 3) Nur der zuverlässigste Lieferant wird beauftragt oder der mit den niedrigsten Preisen, solange das Bestellvolumen bei ihm eine vorgegebene Grenze nicht überschreitet.
- 4) Wenn ein Lieferant einen günstigen Gesamtumsatzrabatt auf Bestellungen innerhalb eines bestimmten Zeitraumes gewährt, wird zum Periodenende dieser Lieferant bevorzugt, bis die Rabattschwelle erreicht ist.
- 5) In verschiedenen Zweigen des **Maschinenbaus** müssen die Lieferanten Sonderwerkzeuge (z. B. Schablonen) entwickeln und bereitstellen, um einen Auftrag ausführen zu können. Der Abnehmer verpflichtet sich, mit jedem abgenommenen Stück einen Beitrag zur Amortisation dieser Sonderwerkzeuge zu zahlen. Die Lieferverträge sehen häufig vor, dass der Kunde eine Abschlusszahlung leistet, wenn das Teil von ihm nicht mehr benötigt wird und bis dahin die Spezialwerkzeuge noch nicht amortisiert sind. Um diese Abschlusszahlung zu vermeiden, sollte das IV-System Bestelldisposition im Zweifel Lieferanten auswählen, bei denen der Amortisationspunkt am weitesten entfernt ist.
- 6) Das Modul MM der **SAP AG** untergliedert für die Lieferantenbeurteilung in vier Hauptbewertungskriterien (Preis, Qualität, Lieferung und Service). Jedes Hauptkriterium umfasst mehrere Teilkriterien. Die Noten für die Teilkriterien entstehen automatisch (z. B. Preisniveau, Preisverhalten, terminliche und mengenmäßige Zuverlässigkeit), teilautomatisch (Einkäufer erfasst Einzelnoten für wichtige Materialien, aus denen das System dann die übergeordnete Note bildet) oder personell (z. B. Umweltfreundlichkeit der Verpackung). Alle Einflussfaktoren kann der Anwender nach seinen Vorstellungen gewichten [LAR 01].

Insgesamt sind die Möglichkeiten einer vollautomatischen Lieferantenauswahl recht begrenzt, sodass in den meisten Unternehmen eine interaktive Lösung vorgezogen werden sollte, bei der die IT-Anlage nur Daten über die alternativen Lieferanten anbietet (z. B. Kennzahlen über die Terminpünktlichkeit, Entfernung zu einer Bonusgrenze, Ergebnisse der Wareneingangsprüfung), jedoch der menschliche Disponent die Entscheidung trifft. Zur Unterstützung besonders komplizierter Lieferantenauswahl-Entscheidungen bieten sich Expertensysteme oder das Data Mining (Band 2) an.

Die Einkaufs- bzw. als Pendant die Verkaufsfunktion erfahren durch das **Internet** eine besonders starke Veränderung [ÖST 00]. Man spricht auch von **Electronic Procurement** (E-Procurement). Einen systematischen Überblick über Formen und Nutzen des elektronischen Handels (E-Commerce) bringen [DÖR 05], [YEN 03].

Es lassen sich verschiedene Stufen unterscheiden:

- 1) *Informationssammlung aus WWW-Präsentationen und Kommunikationsplattformen:* Der Einkäufer kann sich im Internet die neuesten Produktbeschreibungen/-preise und Referenzen besorgen. Suchmaschinen erlauben es ihm, nach neuen Lieferanten zu recherchieren, an die auf den Homepages aufgeführten Ansprechpartner gleich eine E-Mail abzusetzen und Ähnliches. Das Internet ist damit vor allem eine Informationsquelle, die z. B. die Suche in papierbasierten Branchenverzeichnissen oder Gelben Seiten erspart. Der Beschaffungsprozess selbst ändert sich nicht – der Einkäufer fragt weiterhin Waren an undwickelt das Geschäft auf konventionellem Wege ab.

### **PRAKTISCHES BEISPIEL**

*In der Firma Roche Diagnostics GmbH verfügen alle Einkäufer über einen Internet-Zu-*

gang, der zur Suche nach Produkten, Unternehmen und auch für die Marktbeobachtung benutzt wird. Speziell im Rohstoff-Einkauf werden Recherchen zu Chemikalien, Biochemikalien und biologischen Materialien durchgeführt. Dabei stößt man auch auf Besonderheiten, die in keiner der konventionellen Informationsquellen entdeckt werden, beispielsweise eine Hochschule in England, die ein seltes Antibiotikum synthetisieren konnte [SIP 99/WEH 05].

- 2) *Internet-Shops:* Einkäufer besuchen Internet-Shops und deren Verkaufskataloge (vgl. Abschnitt 3.2.2.3), wie sie z. B. von **Cisco** (Netzwerk-Ausrüstung) und **Dell** (PCs) bereitgestellt werden. Bei dieser Lösung hat der Einkäufer die Möglichkeit, direkt über das Internet zu ordern, kann aber Produkte und Preise verschiedener Lieferanten nicht vergleichen. Stattdessen muss er sich bei jedem einzelnen Anbieter informieren und nach der besten Gelegenheit recherchieren.
- 3) *Internet-Shopping-Malls:* Internet-Shopping-Malls führen mehrere Internet-Shops in einem Portal zusammen. Der Einkäufer kann so gleichzeitig die Verfügbarkeit und die Konditionen bei einer Vielzahl potenzieller Lieferanten abfragen.
- 4) *Beteiligung an Internet-Verkaufsauktionen:* Internet-Verkaufsauktionen stärken vor allem den Verkäufer, beispielsweise dadurch, dass er den höchstmöglichen Preis erzielt. Sie widersprechen damit nicht nur den Interessen der Einkäufer (indem sie ihnen die Verhandlungsmacht rauben), sondern auch den Charakteristika des so genannten Business-to-Business-Handels (meist Käufermärkte).
- 5) *Internet-Ausschreibungen:* Der Ausgangspunkt bei Internet-Ausschreibungen ist die Anfrage eines registrierten Kunden. Ohne die potenziellen Hersteller genau kennen zu müssen, hat der Einkäufer hier die Möglichkeit, sich eine Fülle von Angeboten verschiedener Unternehmen vorlegen zu lassen. Damit senkt er zum einen seine Kosten der Anfrageerstellung und Angebotseinhaltung, zum anderen hat er auch die Gewissheit, immer den „besten“ Lieferanten in einer gegebenen Situation bestimmen zu können.

### PRAKTISCHES BEISPIEL

Die **ThyssenKrupp Stahl AG** hat gemeinsam mit der **autinform GmbH & Co. KG** ein internetbasiertes Ausschreibungs-, Auktions- und Beschaffungssystem eingeführt [GOE 01/SCHN 05]. Die Bedarfe des Technischen Einkaufes für Material und Dienstleistungen werden in **SAP R/3** definiert und dann an das Ausschreibungssystem übergeben. Es werden Jahres- ebenso wie aktuelle Projektbedarfe ausgeschrieben. Bekannte und neue Lieferanten stellen ihre Angebote ins Internet. Der Einkäufer vergleicht diese und sorgt für die Bestellung. Alle Stammdaten werden nur einmal gehalten. Das Gesamtsystem setzte die Integration zahlreicher Technologien voraus, auf der Softwareseite beispielsweise eines Web-Applikations-Servers (**BEA WebLogic E-Business Platform**), eines Softwareentwicklungs-Tools (**IBM VisualAge for Java**), eines Versionsmanagers (**Borland JBuilder**) und der **SAP-BAPI**-Technologie; darüber hinaus waren aus Sicherheitsgründen mehrere Firewalls vorzusehen.

- 6) *Internet-Marktplätze:* Eine Weiterentwicklung der Internet-Ausschreibungen sind Internet-Warenbörsen. Genauso wie bei jenen richtet der Einkäufer seine Anfrage an die am Marktplatz registrierten Unternehmen, er kann aber gleichzeitig einen Zeitpunkt angeben, bis zu dem die Anfrage beantwortet sein muss. Der wesentliche Unterschied liegt darin, dass die potenziellen Lieferanten nach der Ausschreibung die Möglichkeit haben, die Angebote der Mitbewerber einzusehen und ihre eigenen ohne Einwirken des Betreibers zugunsten des Abnehmers nachzubessern (Beschaffungsauktion). Das

Ergebnis ist der im gegebenen Moment günstigste auf dem Markt erzielbare Preis, kombiniert mit den für den Käufer besten Konditionen.

Auf derartigen Plattformen werden zuweilen nicht nur Ausschreibungs- und Auktionsfunktionalitäten angeboten, sondern auch die traditionellen Operationssysteme beim Einkauf, wie z. B. Katalogverwaltung. Bogaschewsky nennt sie „hybride Systeme“ [BOG 02].

Da die Abnehmer oft eine Kaufentscheidung treffen müssen, ohne das Produkt physisch begutachtet zu haben, setzen Transaktionen auf Elektronischen Marktplätzen leistungsfähige Werkzeuge zur Produktbeschreibung, wie z. B. differenzierte und überbetrieblich genormte elektronische Produktkataloge (vgl. Abschnitt 3.2.2.3), voraus [VOI 03/SCHI 05].

Manche Betreiber von Internet-Marktplätzen organisieren auch so genanntes „**Power-buying**“. Damit bezeichnet man Ansätze, die Bedarfe mehrerer Nachfrager über das Internet zu bündeln. Die Aufträge, die aus solchen Sammelbestellungen entstehen, beziehen sich dann auf größere Mengen, welche die Anbieter in Form von Preisnachlässen honorieren.

Reizvolle Dispositionsaufgaben ergeben sich, wenn der Marktplatzbetreiber logistische Funktionalitäten übernimmt. Beispielsweise stellt er die LKW-Touren zum Abholen der verkauften, zum Anliefern der gekauften Güter sowie zum Rückholen von Verpackung und Rezyklaten zusammen. Bei [LEJ 04] findet man praktische Beispiel aus der **Möbelindustrie** zusammen mit den Algorithmen und Nutzeffekten.

Hinsichtlich der auf den Warenbörsen gehandelten Güter zeichnen sich zwei Richtungen ab: Horizontale Marktplätze spezialisieren sich auf funktionale Produkte, wie etwa Software, Hardware, oder auch auf Personal (vgl. Abschnitt 3.10.3). Ein Beispiel ist der Auktionsanbieter **Atrada Trading Network AG** (<http://www.atrada.de/>). Eine andere Lösung sind stark spezialisierte Warenportale (vertikale Marktplätze). Portale wie **eSteel.com** (Stahl) oder **solvadis.de** (Chemierohstoffe) handeln nur mit einer Güterkategorie und richten sich ausschließlich an das Fachpublikum, zurzeit noch eher an Großunternehmen. Die Benutzungsschnittstelle ist an das gehandelte Produkt angepasst, erlaubt also eine sehr genaue Spezifikation.

### PRAKTISCHE BEISPIELE

- 1) Die Firma **Covisint L.L.C.** ist ein Gemeinschaftsunternehmen von **Automobilherstellern** aus verschiedenen Ländern. Auch Softwarehäuser sind daran beteiligt. Die Mission ist, über das Internet Hersteller und Zulieferer zusammenzubringen. Dem Automobilproduzenten sollen Informationen zur Verfügung stehen, ob und zu welchem Zeitpunkt wie viele Einheiten eines benötigten Werkstücks von wem erhältlich sind. Ein großer Teil des Umsatzes von Covisint wird durch Provisionen für Beschaffungsauktionen erzielt.
- 2) Die **SupplyOn AG** wurde von der **Robert Bosch GmbH**, der **Continental AG**, der **Schaeffler KG**, der **SAP AG** sowie der **ZF Friedrichshafen AG** als elektronischer Marktplatz für europäische **Automobilzulieferer** und deren Lieferanten gegründet. Schwerpunkte des Marktplatzes sind die Bereiche Einkauf (z. B. elektronische Verhandlungen, elektronische Angebotsanfrage), Forschung und Entwicklung (z. B. Bereitstellung von Normen und Zeichnungen) und Logistik bzw.

*Supply Chain Management (z. B. Vendor-Managed Inventory, vgl. Abschnitte 3.2.4 und 3.3.3.2) [ECK 03/FRI 07/SUP 05].*

Reizvoll ist auch eine Art „Clearing“ von Bedarfen und Überbeständen zwischen Industriebetrieben. Hat ein solcher z. B. durch ungünstige Parametrisierung seines Prognoseverfahrens (vgl. Abschnitt 3.3.2.1) einen Bestand mit zu großer Reichweite, so wird er ihn über eine spezielle Plattform anderen Betrieben, die raschen Nachschub beim gleichen Material benötigen, in einer Auktion anbieten.

Zunehmende Bedeutung bei den Internet-Marktplätzen mögen in der Zukunft Software-Agenten erlangen, die komplexe elektronische Verhandlungsmechanismen abbilden. Beispielsweise könnte ein Einkaufsagent bei Vorliegen einer Bedarfsspezifikation automatisch die Ware auf einem Markt ausschreiben und anschließend auf die Rückmeldung von Verkaufsagenten der Hersteller warten. Diese würden dann ihr Angebot erstellen, das der Einkaufsagent mit seinen Vorgaben (Regelbasis) vergleicht. Ist eine Offerte akzeptabel, so kommt das Geschäft zu Stande, andernfalls unterbreitet der Einkaufsagent einen Gegenvorschlag, den wiederum der Verkaufsagent zu prüfen hat. Der Mensch wird schließlich nur eingeschaltet, wenn sich die „Unterhändler“ nicht einigen können [ZAR 99].

Die bisher beschriebenen Formen der Beschaffung setzen voraus, dass es sich um Güter handelt, über die sich der Kunde und der Lieferant (oder deren IV-Systeme) ohne weitere Verhandlungen, Begriffs-, Bemessungs-, Qualitätsvereinbarung und Ähnliches verständigen können. Das trifft heute vor allem für C- und Normteile zu. Ihre Klassifikation basiert häufig auf den gemeinsam von **Dun & Bradstreet** und den Vereinten Nationen erarbeiteten **Standard Product and Services Codes (UN/SPSC)** [OTT 01]. In anderen Fällen erleichtern die Betreiber von elektronischen Marktplätzen die Kommunikation dadurch, dass sie Verzeichnisse nach Art eines Thesaurus (vgl. Band 2) aufbauen.

Ein Ziel muss sein, kombinierte Kataloge zu schaffen, bei denen die Produktangebote verschiedener Lieferanten („externe Kataloge“) mit den Materialstammsätzen („interner Katalog“) des einkaufenden Betriebes abgestimmt sind (Abbildung 3.3.2.5/1) [HOS 01].

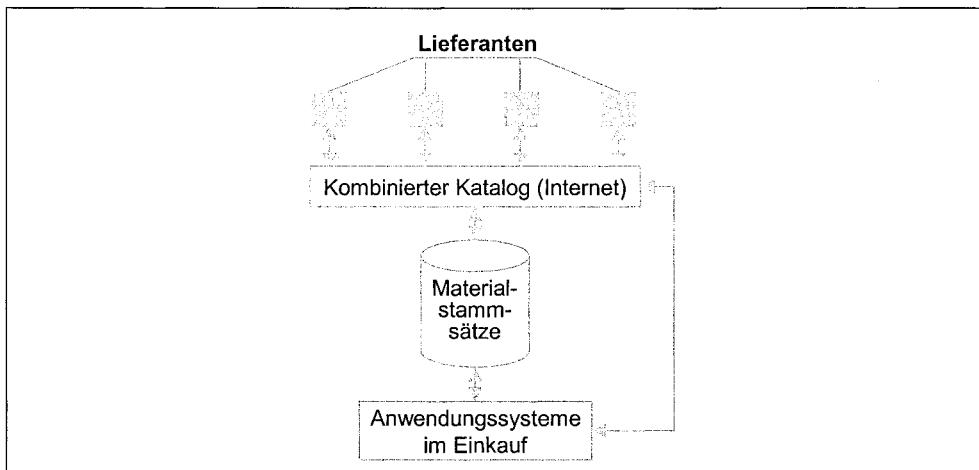


Abb. 3.3.2.5/1 Kombinierte Kataloge

## PRAKTISCHES BEISPIEL

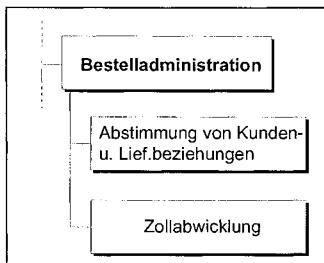
Die **BASF AG** hat sich mit anderen Industrieunternehmen, wie **Merck KGaA**, **Henkel KGaA** und **Veba AG**, auf eine einheitliche Produktklassifikation namens **eClass** geeinigt, die auf acht Ziffern langen Nummerncodes basiert. Die zugehörige Datenbank (vgl. auch <http://www.eclass.de/>) verfügt über ein Schlagwortregister mit rund 75.000 Begriffen sowie über Attribute, die die Materialien und Dienstleistungen beschreiben. Die teilnehmenden Betriebe erstellen mit dem Werkzeug Produktkataloge für ihre Einkaufsabteilungen. Anhand der Materialklassifikation lassen sich Angebote im Internet leichter finden und vergleichen: Statt einer Produktbezeichnung gibt man die eindeutige Nummer in die Suchmaschine ein [OV 00a/ECL 07].

Bei der Integration der Beschaffung über Marktplätze mit den innerbetrieblichen operativen Systemen ergeben sich viele Einzelprobleme, was die Verfügbarkeit, den Speicherbedarf und die Zugriffszeiten angeht. In [DAN 03/KAU 00] findet man sehr detaillierte Überlegungen zu den Ausprägungsformen und ihren informationstechnischen Konsequenzen.

Sehr viel schwieriger und in der Praxis noch kaum erprobt ist die Situation beim Einkauf von B-Teilen: Die frühzeitige Beschaffung mit den damit verbundenen Kapitalbindungs-, Lagerungs-, Verderb- und Veralterungskosten ist immer dann abzuwagen gegen die Vorteile der Bündelung, wenn der Bedarf der einkaufenden Betriebe nicht zur gleichen Zeit anfällt. Einige Kooperationspartner bringen dann das Opfer, früher zu ordern als notwendig. Hier hat man es mit einem Losgrößenproblem (vgl. Abschnitt 3.3.2.3) zu tun.

### 3.3.3 Bestelladministration

#### 3.3.3.1 Grundsätzliche Lösungen



Das Ergebnis des Programmkomplexes Bestelldisposition sind ausgedruckte Anfragen bei den Lieferanten, Empfehlungen für Bestellungen oder Abrufe im Rahmen von Blockaufträgen, die, vom Bestelldisponenten unterschrieben, unmittelbar an den Lieferanten bzw. an die eigene Fertigungsplanung gesandt werden können. Die Bestellungen lassen sich auch in Fremdsprachen schreiben. Es ist möglich, dass die IT-Anlage unmittelbar ein Fax, eine EDIFACT-Nachricht (vgl. Abschnitt 3.3.3.2) oder eine in XML formatierte E-Mail

generiert. Ist zu erwarten, dass die Sachbearbeiter in der größten Zahl der Fälle den Vorschlägen des Modells folgen, so legt man das Bestelldispositionsprogramm derart an, dass sofort ein Vormerksspeicher über die Bestellung eröffnet wird. In diesem Fall hat der Disponent nur zu reagieren, wenn er die Einkaufsempfehlung nicht unverändert als Bestellung weiterleitet. Sind jedoch häufige Änderungen durch den Menschen anzunehmen, so lässt man das Programm eine Empfehlung mit möglichst vielen für die Entscheidung wichtigen Daten (z. B. Vergangenheitsverbräuche, prognostizierte Bedarfe, zeitliche Reichweite des Restbestands, Lieferantenkonditionen) auf dem Bildschirm anzeigen. Der Sachbearbeiter meldet seine Dispositionen an den Computer, der nunmehr die vollständige Order ausgibt. Bei dieser Variante wird erst jetzt der Vormerksspeicher eröffnet. Wenn noch eine andere Bestellung an den Lieferanten gespeichert, aber noch nicht ausgegeben ist, sollte das System am Bildschirm die Zusammenfassung anregen. Oft wird man das Programm die als logische oder physische Rücklaufdokumente zu gestaltenden Wareneingangsmeldungen ausgeben lassen. Zusätzlich muss vorgesehen werden, dass man auch Bestellungen über nicht von

der IV administrierte Gegenstände einspeichern kann. Dieser Fall ist vor allem bei der Bestellung von Positionen des Anlagevermögens wichtig.

Das Bestreben, durch genauere Disposition sowohl die eigenen Lagervorräte als auch die des Lieferanten möglichst gering zu halten, führt dazu, dass einerseits mehr als früher **Rahmenvereinbarungen** mit Lieferanten getroffen und andererseits auf dieser Grundlage sehr kurzfristige **Abrufe** erteilt werden (vgl. das praktische Beispiel der **BMW Group** in Abschnitt 3.3.3.2). Von daher wird die Verwaltung der Rahmenpläne (sie können als Sonderform der Vormerksspeicher Bestellungen geführt werden) zu einem separaten Modul der Beschaffungssysteme. Beispielsweise macht das System rechtzeitig auf fällige Liefereinteilungen aufmerksam.

Die nachfolgend skizzierte Organisation ist ein Beispiel für ein WMS, bei dem Verantwortliche verschiedener Abteilungen am Beschaffungsprozess mitwirken. Nachrichten zwischen diesen Abteilungen werden über ein Rechnernetz ausgetauscht. Die Sachbearbeiter können sich sowohl zentraler als auch dezentraler (verteilter) Datenbanken bedienen.

In einer Fachabteilung, z. B. einem Lager, gibt man eine Bestellanforderung über ein benötigtes Teil in ein Terminal ein. Die Anforderung wird dann in den elektronischen Postkorb des Einkaufsdisponenten gestellt. Dieser hat die Aufgabe, aus der Anforderung eine Bestellung zu machen. Zu diesem Zweck kann er aus der Rechenanlage verschiedene Hilfen abrufen, z. B. Materialstammdaten mit gespeicherten Lagerbeständen und Losgrößenempfehlungen, Lieferantenstammdaten mit den Konditionen der Lieferanten, Texte und Daten von Angeboten der Zulieferer, Vormerksätze mit laufenden Bestellungen oder Daten von historischen Einkäufen, die zum computerunterstützten Abfassen von Briefen benötigt werden. Besondere Masken, z. B. für das Erstellen eines Abrufs im Zusammenhang mit einem Rahmenauftrag, zur Änderung einer bereits abgesandten Order oder zum Eintasten der Modifikationen, die sich aus der Auftragsbestätigung des Lieferanten ergeben, können die Arbeit des Einkäufers rationalisieren. Nachdem der Einkaufssachbearbeiter seine Dispositionen getroffen hat, druckt der Computer die Bestellung oder übermittelt sie auf elektronischem Weg an den Lieferanten (vgl. Abschnitt 3.3.3.2). Der Vormerksspeicher der Bestellungen kann in der Abteilung Wareneingang am Terminal abgerufen werden, wenn die Teile eintreffen. Der Sachbearbeiter im Wareneingang vergleicht die Bestell- mit den Wareneingangsdaten und gibt den Befund (z. B. Überlieferungen, fehlende Mengen) in das System ein. Diesem Befund entsprechend wird eine besondere Aktion (z. B. Rücksendung) veranlasst und anderen Instanzen mitgeteilt, z. B. der Einkaufsdisposition. Dem Disponenten wird diese Information an sein Terminal gesendet. Gegebenenfalls ruft man im Wareneingang ein Formular oder ein Etikett ab, das die Lieferung im Betrieb begleitet, beispielsweise zur Qualitätskontrolle oder zum anfordernden Lager.

In Großunternehmen beziehen sich bis zu 80 Prozent der Einkaufstransaktionen auf C-Teile, wobei die Prozesskosten oft 100 € und mehr pro Vorgang betragen, den Warenwert also sogar gelegentlich übersteigen [INT 98], [NET 98], [OV 00b]. Das folgende Zahlenbeispiel vermittelt einen Eindruck, dass sich elegante Anwendungssysteme rasch amortisieren mögen:

In einem Industriebetrieb sind 50 Prozent der Kosten (bezogen auf den Umsatz) solche des Fremdbezugs. Das Unternehmen habe eine Umsatzrentabilität von 4 Prozent. Um 1 Prozent Gewinnsteigerung zu erreichen, muss es entweder den Umsatz um 25 Prozent steigern oder die Fremdbezugskosten um 2 Prozent senken, was regelmäßig weit einfacher sein dürfte. Diese ungünstige Relation zwischen den Transaktionskosten und dem Wert der Materialien führt zu Anstrengungen, den Beschaffungsprozess – oft unter Nutzung des Internet – radikal zu vereinfachen.

Ein Ausfluss dieser Überlegungen ist das so genannte **Desktop Purchasing**. Es kommt vor allem für C-Teile bzw. für so genannte **MRO** (Maintenance, Repair, Operations)-Teile in Frage. Die Geschäftsregeln des Einkaufs („Wer darf Artikel bis zu welcher Wertgrenze ordern?“, „Wo darf bestellt werden?“, „Wo ist bevorzugt zu ordern?“ (z. B. um Gesamtumsatzrabatte auszunutzen), „Welches Einkaufsbudget ist verabschiedet?“) werden im IV-System abgelegt [HAR 99]. Die Einhaltung der Rahmenordnung wird vom System kontrolliert. In diesem Rahmen bestellen Mitarbeiter der Fachabteilungen von ihrem PC-Arbeitsplatz ohne Einschaltung der Einkaufsabteilung. Zu ihr wird nur im Ausnahmefall ein Workflow ausgelöst, d. h. bei Verletzung des Regelwerks.

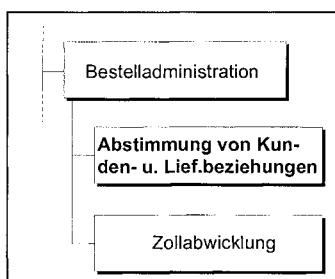
Zuweilen benötigt der Kundenbetrieb aus dem Produktkatalog seines Lieferanten Daten zum Aufbau von Präsentationsgrafiken. Bei [MÜL 96] ist ein Pilotprojekt für **Damen- und Kinder-Strickmoden** beschrieben: Die Einkäufer nehmen im Lieferanten-Betrieb die Artikel mit einer Kamera auf. Die so gewonnenen Abbildungen werden in einer Bilddatenbank des Käuferunternehmens gespeichert und stehen für die Warenwirtschaft bereit.

Nach Möglichkeit soll die bestellende Abteilung im System den Status der Bestellung abfragen können. Im Idealfall kooperiert das Desktop-Purchasing-System mit dem PPS- und Versandlogistiksystem des Lieferanten, sodass der Durchlauf der Order beim Partnerunternehmen verfolgt werden kann (vgl. Abschnitte 3.5.2 und 3.6).

### PRAKTISCHES BEISPIEL

Der Dienstleister **DIEHL Informatik GmbH** aus Nürnberg arbeitet vor allem für die DIEHL-Gruppe, die unter anderem in den Branchen **Verteidigungstechnik**, **Avionik** (elektronische Fluginstrumente und -regelungssysteme) und **elektronische Steuerungen** tätig ist. Die **DIEHL Informatik GmbH** bietet auf Basis der Software „Impact Ordering“ von **Healy-Hudson** eine Desktop-Purchasing-Lösung an. Die Kataloginhalte werden von ausgewählten Lieferanten bereitgestellt, klassifiziert nach dem **DIEHL-Warengruppenschlüssel**. Katalogimporte und -zugriffe sind über das **Open Catalog Interface (OCI)** der **SAP AG** möglich. In der Software werden die Genehmigungsverfahren, die bei der Beschaffung zu durchlaufen sind, als Workflow abgebildet. Um Entscheidungsträger, z. B. Werksleiter, zu entlasten, räumt man den Bedarfsträgern, beispielsweise Lagerverwaltern, für Kaufentscheidungen geringwertiger Güter ein, in dessen Höhe sie autonom handeln können [EBC 02/EBC 05].

#### 3.3.3.2 Abstimmung von Kunden- und Lieferantenbeziehungen



Die engen Verbindungen zwischen großen Produktions- und ihren Zulieferbetrieben führen zunehmend auch zur Vereinbarung abgestimmter Verwaltungsvorgänge, oft unter Nutzung moderner Datenübertragungstechniken wie dem Internet. Voraussetzung hierfür sind standardisierte Schnittstellen für den zwischenbetrieblichen Datenaustausch sowie organisatorische Maßnahmen zur betriebswirtschaftlichen Abstimmung der Unternehmen.

In einfacheren Fällen trifft man im Rahmen der zwischenbetrieblichen Integration nur Vereinbarungen über Datenschnittstellen bzw. Protokolle, sodass Anwendungssysteme verschiedener Unternehmen Informationen austauschen können.

Für die einschlägige globale Norm EDIFACT haben sich weltweit Entwicklungsgruppen gebildet, die in EDIFACT so genannte Subsets (Untermengen) für Anwendungen definieren,

teilweise aus schon bestehenden Standards heraus, z. B. CEFIC in der **Chemieindustrie**, EDIFICE in der **Elektroindustrie** oder EANCOM im **Handel** (vgl. Abschnitt 3.2.4). EDIFACT hat eine tief gegliederte hierarchische Struktur mit den Grundbausteinen Datenelement (z. B. Wohnort), Datenelementgruppe (z. B. Namens- und Adresszeile), Segment (z. B. Name und Adresse), Nachricht (z. B. Bestellung, Stornierung) und Nachrichtengruppe (z. B. mehrere Bestellungen an den gleichen Lieferanten).

Der Arbeitskreis Vordruckwesen/Datenaustausch im **Verband der Automobilindustrie** (VDA-AKVD) hat Empfehlungen für den Datenaustausch beim Lieferabruf erarbeitet; auf dieser Basis praktiziert z. B. die **Volkswagen AG** den Übertragungsverkehr mit einer großen Zahl ihrer Lieferanten. Der Lieferabruf, der als Bestandteil eines Rahmenvertrags zu Stande kommt, enthält unter anderem Fortschrittszahlen (siehe unten). Der Zulieferer kann aus den ihm übermittelten Datensätzen das hierzu genormte Formular (das ausgetauscht wird, wenn keine Datenfernübertragung eingerichtet ist) rekonstruieren und ausdrucken oder auch die Informationen auf dem Bildschirm seines Disponenten sichtbar machen. Auch die einzelnen Rechnungsinformationen werden per DFÜ übermittelt; der Lieferant druckt jedoch aus rechtlichen Gründen einmal monatlich die Daten auf ein Rechnungsdeckblatt, mit dem auf die einzelnen elektronischen Lieferabrufe Bezug genommen wird.

In eleganteren Versionen sind – vergleichbar der Methodenintegration der innerbetrieblichen IIV (vgl. Abschnitt 1.1) – Geschäftsprozesse und Algorithmen aufeinander abgestimmt. Beispielsweise vereinbart man Liefermengen, die als Kompromiss zwischen der optimalen Bestelllosgröße des Käufers und der optimalen Fertigungslosgröße des Lieferanten zu Stande kommen (vgl. auch Teilkapitel 4.4 zum Lieferkettenmanagement und das CPFR-Verfahren in Band 2).

### PRAKTISCHE BEISPIELE

- 1) Die **BMW Group** kennt drei verschiedene so genannte Versorgungsmodelle, die abhängig von der Wertigkeit des Teils angewandt werden (vgl. Abbildung 3.3.3.2/1).

Diese Wertigkeit wird an verschiedenen Merkmalen gemessen, wie z. B. Bedarfsverhalten, Teilepreis, Variantenvielfalt der gesamten Teilefamilie, Transportvolumen, Entfernung des Lieferanten, Fertigungsablauf beim Lieferanten sowie Wichtigkeit des Teils im Montageablauf („Bandstopper“). Aus den bei der BMW Group vorliegenden Fahrzeugaufträgen werden die Nettobedarfe ermittelt. Diese Mengen teilt man den Zulieferern per Datenfernübertragung als Feinabruf mit. Weiter werden produktionssynchrone Abrufe vereinbart und mit Soll-Wareneingangsterminen an die Lieferanten übermittelt. Die Bedarfe, die über drei Wochen hinausgehen, stellt BMW im Rahmen der Fertigungsplanung fest und benachrichtigt frühzeitig den Lieferanten in Form eines Lieferabrufs, sodass dort eine längerfristige Disposition möglich ist [MAR 05].

- 2) Die **Dynamit Nobel Kunststoff GmbH (DNK)** in Weißenburg verkauft lackierte Kunststoff-Stoßfängermodule für die **Automobilindustrie**. Ein großer Teil dieser Stoßfänger wird sequenzgenau an die Produktion unterschiedlicher Fahrzeughsteller geliefert. Es gilt, ein extrem variantenreiches Produktspektrum in engen Zeitfenstern (beim Audi A6 sind es 250 Minuten) als fertig montiertes Modul zur Endmontage des Kunden in Neckarsulm zu bringen.

Zur Versorgung des Audi A6 wurde gemeinsam mit der **Rhenus AG & Co. KG** als Logistiksystemdienstleister direkt in Neckarsulm ein so genanntes Systemzentrum aufgebaut. Dort werden aus den Stoßfängerkomponenten die unterschiedlichen Varianten montiert.

Versorgungsmodell	Versorgungsgenauigkeit	Anwendung
Lieferabruf	Wochen-/Monatsgenau	Für alle Teile zur Vormaterial- und Kapazitätsplanung beim Lieferanten
Feinabruf	Tagesgenau	Für wertige Teile, z. B. Radios, Batterien
Produktionssynchroner Abruf	Produktionssynchron	Für ausgewählte wertige Teile, z. B. Türverkleidung, Kabelbäume, Stoßfänger, Modulteile, Getriebe

Abb. 3.3.3.2/1 Versorgungsmodelle bei der BMW Group

Abbildung 3.3.3.2/2 zeigt die datentechnische Verknüpfung der drei Partner und die Rolle der Normen des Verbands der Automobilindustrie. Der Kunde übermittelt seine Lieferabrufe (wochenweise) und seine Feinabrufe (tageweise) mittels DFÜ an die DNK. Für die gelieferten Waren werden die entsprechenden Gutschriften per DFÜ ausgetauscht. Das Systemzentrum erhält vom Kunden die Sequenzabrufe (produktionssynchrone Abrufe), woraufhin dort die entsprechenden Montageschritte durchgeführt und die Stoßfänger beim Kunden angeliefert werden. Bei Problemen in der Datenübertragung des Sequenzabrufs wird der so genannte **Not-PAB** (Produktionsablauf) herangezogen, den man täglich an den Dienstleister übermittelt. Der Not-PAB beinhaltet das geplante Produktionsprogramm des Kunden mit Fahrzeugkenn- und Teilenummern. Der Lieferschein wird vom Systemzentrum ebenfalls per DFÜ übermittelt. Auch zwischen Systemzentrum und der DNK findet ein intensiver Datenaustausch statt. Jeder Transport von DNK an das Systemzentrum wird avisiert. Nach der Anlieferung der Waren im Systemzentrum ist eine Wareneingangsbestätigung zu senden. Ferner überträgt man einmal täglich einen Tagessammellieferschein an DNK. Lediglich der Warenbegleitschein wird noch zwischen Lieferant und Systemzentrum physisch ausgetauscht [KRI 96/ENG 05].

Unternehmen mit Großserienfertigung koordinieren verschiedentlich Teilbereiche ihrer Logistik mithilfe der **Fortschrittzahlensystematik**. Fortschrittzahlen (FZ) stellen kumulierte Werte über die seit einem Stichtag produzierten Fertigteile, ausgelieferten Fertigteile, vom Kunden abgerufenen Produkte, gelieferten Produkten, vom Vorlieferanten übersandten Teile usw. dar. Die Fortschrittzahlen werden in einem Koordinatensystem aufgetragen; so ist es möglich, jederzeit einen Überblick über die Entwicklung der Abrufe, des Fertigungsstands, der Einkaufsdisposition und der Auslieferung zu gewinnen.

In Abbildung 3.3.3.2/3 bedeuten die **Kunden-FZ** (auch **Abruf-Fortschrittzahl** genannt) die Summe der innerhalb eines Rahmenauftrags abgerufenen Produkte und die **Eingangs-FZ** Fertigerzeugnisse die kumulierte Anzahl der produzierten und am Versandlager bereitstehenden Fabrikate.

Man erkennt, dass sich an den Tagen 311 und 321 ein Lieferrückstand von je 5.000 Stück ergibt. Daher muss eine Vorverlagerung des Montage-Endtermins um jeweils mindestens einen Tag angestrebt werden. In das gleiche Diagramm lassen sich nun auch die Linien einzeichnen, die über das Eintreffen der Zulieferteile informieren.

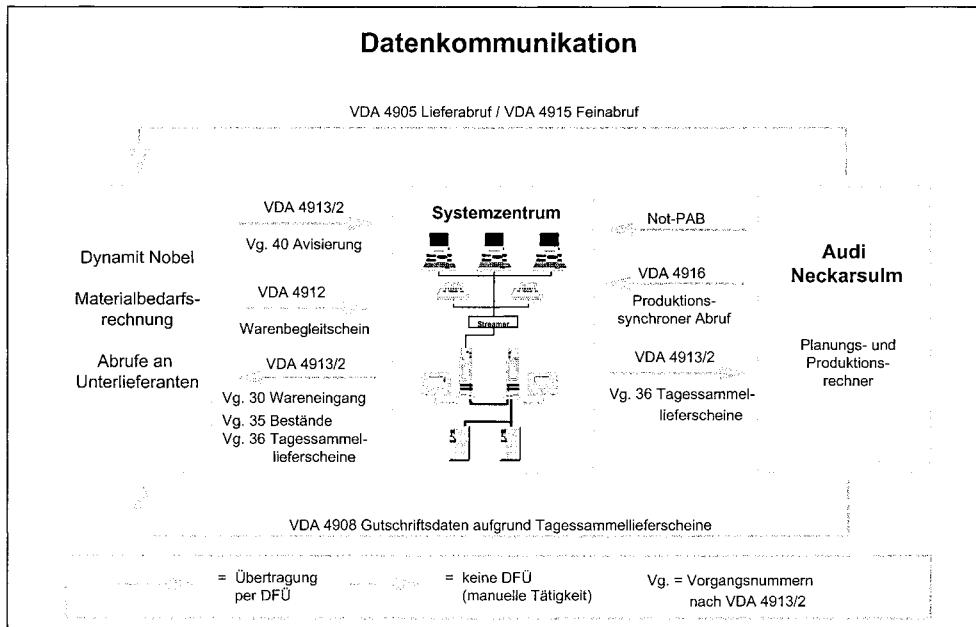


Abb. 3.3.3.2/2 Datentechnische Verbindung zwischen Dynamit Nobel, Systemzentrum und Audi

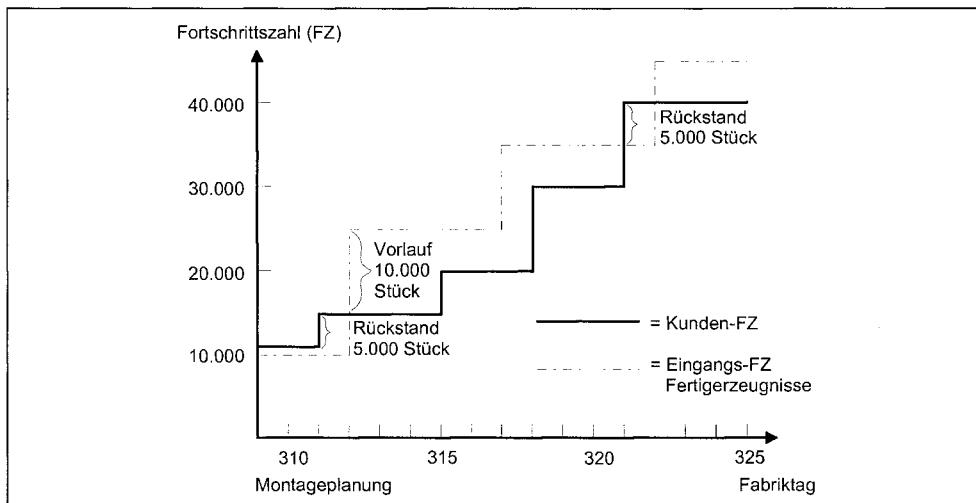


Abb. 3.3.3.2/3 Gegenüberstellung von Fortschrittszahlen

Sind verschiedene Materialien zu beschaffen, die in einen Montageprozess einmünden, und werden dazu die Zulieferteile nicht gleichzeitig benötigt, so gestaltet sich die Berechnung der Soll-Linie des Wareneingangs relativ kompliziert [ZÄP 98].

Der Kundenbetrieb ruft mit der **Kunden-FZ** ab, der Lieferant kommuniziert dem Abnehmer seine **Liefer-FZ**; die Differenzen sind Unter- oder Überlieferungen, die in den Folgeperioden ausgeglichen werden müssen.

Die Fortschrittszahlen können zwischen den IV-Systemen von Kunden- und Lieferunternehmen ausgetauscht werden, wodurch sich die zwischenbetriebliche Kommunikation auf wenige Daten konzentriert.

Die Fortschrittszahlentechnik eignet sich nicht nur für die Abstimmung der Disposition zwischen selbstständigen Unternehmen; vielmehr ist sie auch verwendbar, wenn in Verbindung mit dezentraler Produktionslenkung interne Kunden-Lieferanten-Beziehungen zwischen den am Fertigungsprozess beteiligten Werkstätten organisiert werden [LOH 96].

### PRAKTISCHES BEISPIEL

Die **LEONI Bordnetz-Systeme GmbH & Co. KG** ist auf dem Gebiet der **Fahrzeug-Elektronik** tätig. Mehr als 80 Prozent der Wertschöpfung werden von den Auslandstöchtern erbracht. Die Standorte in Deutschland übernehmen dafür immer mehr die Funktion von Kompetenzzentren für Kundenbeziehungen, Entwicklung, Logistik und Vertrieb. Diese internationale Arbeitsteilung erfordert einen reibungslosen Informationsfluss. Hierzu wurden Satelliten- und terrestrische Verbindungen zwischen allen Fertigungsstätten und der Nürnberger Zentrale eingerichtet. Eingesetzt wird das von **Actis** stammende Logistiksystem **FORS**, das auf dem Fortschrittszahlen-Konzept basiert. Das System generiert ständig Soll/Ist-Vergleiche über den gesamten Auftragsabwicklungs-Prozess. So kann ein Disponent jederzeit erkennen, ob ein Werk – bezogen auf einen Lieferabruf – im Rückstand oder im Vorlauf ist. Dabei kommt es auf hohe Genauigkeit an, denn Lieferverzögerungen, die zu einem Produktionsstopf von wenigen Stunden führen, haben unmittelbare Auswirkungen auf die Zusammenarbeit mit dem Automobilhersteller [KAU 07].

In japanischen Großunternehmen ist es nicht unüblich, dass die Lagerhaltungssysteme auch Informationen über die Bestände der Einkaufsteile bei den Lieferanten enthalten und fortschreiben. Bei komplizierteren Systemen geht man so weit, dass durch Stücklistenauflösung darauf geschlossen wird, welche Vormaterialien ein Lager beim Zulieferer verlassen haben müssen, wenn eine Baugruppe angeliefert worden ist. Freilich setzen derartige Verfahren periodische Abstimmungen, verbunden mit Inventuren, zwischen den Partnerbetrieben voraus.

Während bei den bisher skizzierten Lösungen das Großunternehmen seine IV auf die Lieferantenbetriebe ausdehnt, kann umgekehrt ein großer Herstellerbetrieb die Lager seiner permanenten Abnehmer bevorraten, ohne dass diese Bestellungen bzw. Abrufe tätigen, wie dies z. B. beim System AUTOPART (vgl. Abschnitt 3.2.4) der Fall ist („Supplier-Managed Inventory“/„Vendor-Managed Inventory“).

Die Möglichkeiten der zwischenbetrieblichen Integration in der Logistikkette erkennt man auch gut an dem **Quick-Response-Konzept** der **Textilindustrie** [HEN 91]. Ein Einzelhandelskunde ist mit seinem Rechner an das IV-System seines Konfektionärs angeschlossen. So sieht der Einzelhändler, welche frei verfügbaren Mengen der Zulieferer am Lager oder in der Produktion hat. Er kann rasch ordern und ist sich relativ sicher, dass die Ware in der Zwischenzeit nicht an einen anderen Händler verkauft wird. Der Konfektionär fragt umgekehrt z. B. täglich die Abverkäufe seiner Kleider nach Modell, Stoffart und Größe beim Händler ab. Solche Abverkaufsinformationen zeigen ihm Umfang und in der Zeitreihe auch Verlauf der Nachfrage nach Kleidern in einzelnen Kategorien. Dies erlaubt dem Konfektionär frühzeitige Dispositionen ohne formelle Bestellung durch den Händler.

### PRAKTISCHES BEISPIEL

Im Rahmen seines Partnerprogramms stellt der **Textilproduzent IBENA GmbH** seinen Kunden einen fertig eingerichteten, bereits mit Produkten gefüllten Online-Shop zur Verfügung, mit dem der Händler selbst einen Online-Vertrieb aufbauen kann. Der Shop wird zentral von IBENA administriert und immer aktuell gehalten. Technik- oder Internet-Kenntnisse benötigt der Händler nicht. Wenn der Vertriebspartner Ware nicht auf Lager hat, springt IBENA ein und liefert sie im Namen des Händlers aus. Im Online-Vertriebscenter von IBENA (<http://www.vertriebscenter.ibena.de/>) können autorisierte Händler unter anderem einfach bestellen, Lieferzeiten und Verfügbarkeit in Echtzeit abfragen sowie den Auftragsstatus abrufen und Sendungen verfolgen.

Zwischen dem Konfektionär und seinem Stofflieferanten verläuft die Kommunikation entsprechend, aber in einer höheren Verdichtungsstufe. Der Stofflieferant erkennt wiederum, wie der Konfektionär in den für ihn relevanten Qualitäten, Dessins und Farben disponiert.

Quick-Response-Konzepte implizieren neben informationstechnischen Elementen (maschinenlesbare **Produktkodierung**, DFÜ) eine Reihe weiterer Absprachen über Normen; z. B. verlangen übereinstimmende Aussagen bei der Farbmusterung einheitliche Lichtquellen.

Die zwischenbetriebliche Integration ist auch mit ausgesprochenen Kleinbetrieben, etwa beim Einkauf von Dienstleistungen, realisierbar.

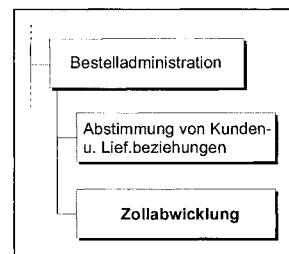
### PRAKTISCHES BEISPIEL

Die **Viterra AG** ist mit ca. 138.000 Wohnungen Deutschlands größter privater **Wohnimmobilienanbieter**. Davon liegen rund 78.000 Wohnungen im Ruhrgebiet. Die aufgrund von Reparaturmeldungen (z. B. „Wasserhahn tropft“) zu verarbeitenden Vorgänge belaufen sich für das Ruhrgebiet auf ca. 160.000 pro Jahr. In der Regel übermitteln die Mieter Schadensmeldungen telefonisch. Viterra teilt den Schadensfall einem geeigneten **Handwerker** zu und stellt ihm eine Anfrage in das Viterra-Portal.

Der Handwerker kommt über das Internet auf das Viterra-Portal und erhält nach Durchlaufen diverser Authentifizierungsstufen Sicht auf „seine“ neu eingegangenen Bestellungen. Sobald die Reparatur ausgeführt ist, füllt der Handwerker Leistungserfassungsblätter auf dem Bildschirm aus und erstellt seine Rechnungen online mit dem Viterra-Produktionssystem. Damit sind die Vorgänge sowohl für den Handwerker als auch für Viterra schneller und transparenter geworden. Da die Daten nur noch auf einem System gehalten werden, hat sich auch die Sicherheit erhöht [KLE 05].

#### 3.3.3.3 Zollabwicklung

In Unternehmen mit starken internationalen Lieferverflechtungen und entsprechendem Import von Teilen und Handelswaren kann sich die Rechnerunterstützung der Zollabwicklung empfehlen. Das System verlangt verschiedene Eingaben, wie z. B. die Kategorisierung in EU-Waren, Drittlandswaren mit und ohne Präferenzen, besondere Verkehre (z. B. Waren zur Veredelung) und Zolllagerwaren. Ein Teil der Informationen wird von anderen Modulen (z. B. Materialbewertung) angeliefert.



Wegen der unterschiedlichen landesspezifischen Zollvorschriften und ihrer Änderungshäufigkeit ist es auch für Spezialisten kaum noch möglich, alle Details zu beherrschen. Ein IV-

System muss daher die Verwaltung und Pflege umfangreicher Tabellen und Regelwerke unterstützen, z. B. durch entsprechende Konsistenzprüfungen.

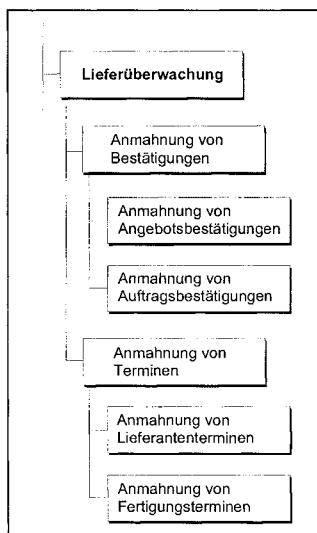
Mithilfe von Tabellen werden die infrage kommenden Zolltarife gefunden und auf den Warenwert angewandt. Das System generiert dann die Zollanmeldung an das Hauptzollamt, Zollpapiere an die für die einzelnen Importe zuständigen Zollämter und Meldungen an das Statistische Bundesamt.

Ein spiegelbildliches System kann im Versandsektor (vgl. Abschnitt 3.6) die Zollabwicklung für den Export unterstützen. Im Zuge des so genannten **E-Government** gibt es starke Bemühungen, die Kommunikation auf Papierbasis durch Datenaustausch zu ersetzen.

Wichtigste Eingaben:	Warenkategorie, Zollbehandlungscodes, Devisenkurse (zur Berechnung des Warenwerts), Herkunfts-/Versendungs-/Empfangsland, Zollsätze, Prozentsätze für Luftfracht
Wichtigste Anzeigen und Ausdrucke:	Zollpapiere (Sammelzollanmeldungen), Meldungen für das Statistische Bundesamt
Wichtigste Dialogfunktionen:	
Nutzeffekte:	Rationalisierung der Abwicklung, Verkürzung der Durchlaufzeiten der Zollabwicklung

Abb. 3.3.3.3/1 Zollabwicklung

### 3.3.4 Lieferüberwachung



Das Programm Lieferüberwachung überprüft periodisch den vom Programm Bestelldisposition eröffneten Vormerkspicher Bestellungen und gibt **Mahnungen** an Lieferanten und die Werkstattsteuerung aus, wenn Liefertermine überschritten werden, gegebenenfalls auch wenn Auftragsbestätigungen fehlen oder einer Aufforderung zur Angebotsabgabe nicht gefolgt wurde.

Jede anfallende Mahnung wird im Lieferantenstammsatz registriert und kann beim nächsten Dispositionslauf die Lieferantenauswahl beeinflussen.

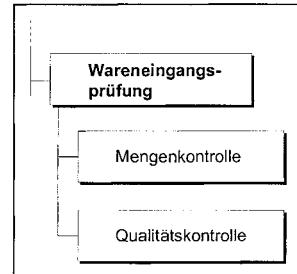
Bei Materialpositionen, deren verspätetes Eintreffen besonders weit reichende Folgen hat, sollte ein solches Programm **Liefererinnerungen** bereits einige Tage vor dem Liefertermin ausgeben.

Wichtigste Eingaben:	
Wichtigste Anzeigen und Ausdrucke:	Angemahnte Bestellungen zusammen mit Restbeständen des Materials, Mahnungen an Lieferanten oder Fertigungssteuerung, Liefererinnerungen, Erinnerungen an fehlende Auftragsbestätigungen, Arbeitsvorrat von Terminverfolgern
Wichtigste Dialogfunktionen:	
Nutzeffekte:	Sicherstellen der Materialabgabebereitschaft der Lager, Senken der Sicherheitsbestände, da mit weniger verspäteten Lieferungen zu rechnen ist; Gewinnen von Daten zur Lieferantenbeurteilung

Abb. 3.3.4/1 Lieferüberwachung

### 3.3.5 Wareneingangsprüfung

Die Wareneingangsprüfung umfasst eine Mengen- und eine Qualitätskontrolle. Dem Programm werden die von der Bestelldisposition aufbereiteten Wareneingangsinformationen zugeführt. Hierzu müssen das Eingangsdatum und bei Differenzen zwischen der gelieferten und der bestellten Menge diese Abweichungen nachgetragen werden. Das Teilsystem löscht im Normalfall den Vormerkspeicher Bestellung, verbucht den Wareneingang in dem neu errichteten Vormerkspeicher Wareneingang und stellt die komplettierten Wareneingangsdaten auf diese Weise der Lieferantenrechnungskontrolle und eventuell der Liquiditätsdisposition zur Verfügung. Der Wareneingang wird dem Programm Materialbewertung bzw. bei Investitionsgütern dem Programm Anlagenbuchhaltung gemeldet. Das Anwendungssystem prüft, ob ein Wareneingang besonders dringlich erwartet wird, und benachrichtigt die an dem Eintreffen der Sendung interessierten innerbetrieblichen Stellen. In IBM-Werken existiert für dringend erwartete Teile die computergestützte Fehlerteilesteuerung [WED 05]. Die Zuordnung der Wareneingangsmenge zu den wartenden Fertigungsaufträgen kann automatisch erfolgen. Es wird im Wareneingang ein Entnahmevertrag erstellt und die Teile können ohne körperliche Einlagerung und Entnahme dem Empfänger zugeleitet werden.



Trifft überraschend eine **Teillieferung** ein, so wird in den vorgemerkteten Bestellungen die noch offen stehende Restlieferung gebucht; für die nächste Lieferung werden neue Wareneingangsinformationen bereitgestellt.

Bei Abweichungen zwischen Bestell- und Liefermenge kann man verschiedene Varianten vorsehen, z. B.:

- 1) Bei geringfügiger Unter- oder Überlieferung wird der Wareneingang normal weiterverarbeitet, aber eine Meldung an einen Einkaufssachbearbeiter gesandt.
- 2) Überschreitet die Differenz zwischen Bestell- und Liefermenge eine vorgegebene Grenze, so wird der Wareneingang nur im Vormerkspeicher Wareneingang festgehalten, jedoch nicht weiterverarbeitet. Es wird eine Nachricht an den Sachbearbeiter generiert, dessen Rückmeldung abgewartet und erst dann der Eingang an die Materialbewertung transferiert.
- 3) Im Gegensatz zu 2) wird der Wareneingang überhaupt nicht gespeichert, sondern nur der Sachbearbeiter benachrichtigt.

Neben der Mengenprüfung kann auch die Qualitätsprüfung mithilfe der IV rationalisiert und verfeinert werden. Diese Möglichkeit bietet sich vor allem dann an, wenn „**dynamische Stichprobenverfahren**“ verwendet werden:

- 1) Man steuert im Echtzeit-Betrieb nach einem Verfahren der mathematischen Statistik den Prüfprozess als solchen, wobei das Programm in Abhängigkeit von den Kontrollergebnissen bei den ersten Teilen der Lieferung Anweisungen ausgibt, wie viele weitere Teile geprüft werden sollen. Die Logik eines derartigen Prüfplans ist in Abbildung 3.3.5/1 [FIN o.J.] dargestellt. Diese Methode lässt sich bei komplizierteren Teilen dahin verfeinern, dass sich die Anweisungen auch auf Toleranzen oder auf die einzelnen Prüfmerkmale erstrecken.
- 2) Die Lieferungen eines Teils und/oder eines Lieferanten werden umso intensiver geprüft, je mehr Fehler und nachträgliche Beanstandungen bei den vergangenen Lieferungen festgestellt wurden (dynamische Wareneingangsprüfung). Diese Strategie mag man umgekehrt dahin ausweiten, dass bei entsprechender bisheriger Zuverlässigkeit des Lieferanten ganze Lieferungen von der Qualitätsprüfung befreit werden.

Bedient man sich der IV bei der qualitativen Wareneingangskontrolle, so ist eine Prüfvorschrift zu führen, die der Fertigungsvorschrift vergleichbar ist. Ferner müssen Prüfergebnissätze gespeichert werden, welche die für die dynamische Prüfung notwendigen historischen Prüfdaten enthalten. Diese Sätze sind entweder pro Teil oder pro Kombination Teil/Lieferant (wenn ein Teil von mehreren Lieferanten bezogen wird) anzulegen. Darüber hinaus hält das System globale Prüfergebnisdaten in den Lieferantenstämmen fest, wo sie der computerunterstützten Lieferantenauswahl und der Management-Information dienen (vgl. Band 2).

### **PRAKTISCHES BEISPIEL**

In verschiedenen Werken der IBM ist das **SAP-System SAP R/3-QM eingeführt** [WED 05]. Dieses System operiert unter Verwendung verschiedener Regeln und Daten:

- 1) Die Dynamisierungsregel enthält Prüfstufen (Verschärft – Normal – Reduziert – Skip (siehe unten)) und die Bedingungen für den Wechsel zwischen ihnen. Diese Wechsel erfolgen in Abhängigkeit von den Prüfergebnissen zu den einzelnen Prüflosen und von der Annahme-/Rückweisungs-Entscheidung. Die Regeln bestimmen, ob der Prüfumfang reduziert oder erhöht (engere oder weitere Maschen des Stichprobennetzes) bzw. bei wie vielen Fehlern das Los abgelehnt wird. Beispielsweise wechselt das System von reduzierter zu normaler Kontrolle, sobald ihm in einem Los von vier Einheiten einer Stichprobe ein fehlerhaftes Teil gemeldet wird.

Die Regeln können für ein Merkmal oder für ein Material gelten.

- 2) Die Qualitätslage ist ein Datensatz, den das System aktualisiert, indem es die Bedingungen für einen Stufenwechsel abfragt und gegebenenfalls unter Beachtung der Dynamisierungsregel eine neue Prüfstufe anordnet. Diese bestimmt, welche Stichprobe für die nächste Kontrolle gilt. In der Qualitätslage sind die Anzahl der Prüfungen, die seit dem letzten Stufenwechsel stattgefunden haben, und jene davon, die nicht in Ordnung waren, festgehalten. Es kann dabei nach unterschiedlichen Kriterien verdichtet werden, z. B. über mehrere Materialien des gleichen Lieferanten hinweg.

Abhängig von den gespeicherten Regeln und Daten dynamisiert **SAP R/3-QM** den Stichprobenumfang zwischen 100 Prozent und 0 Prozent (Prüfverzicht, Skip). Skip bedeutet, dass eine bestimmte Anzahl von Losen oder Merkmalen nicht geprüft wird.

Im Sinne eines „Kontinuierlichen Verbesserungsprozesses“ sollte auf die Dokumentation der erkannten Liefermängel großer Wert gelegt werden. Das Modul QM (Quality Management) von **mySAP ERP** kann teilautomatisch eine Mängelrügen an den Lieferanten erstellen.

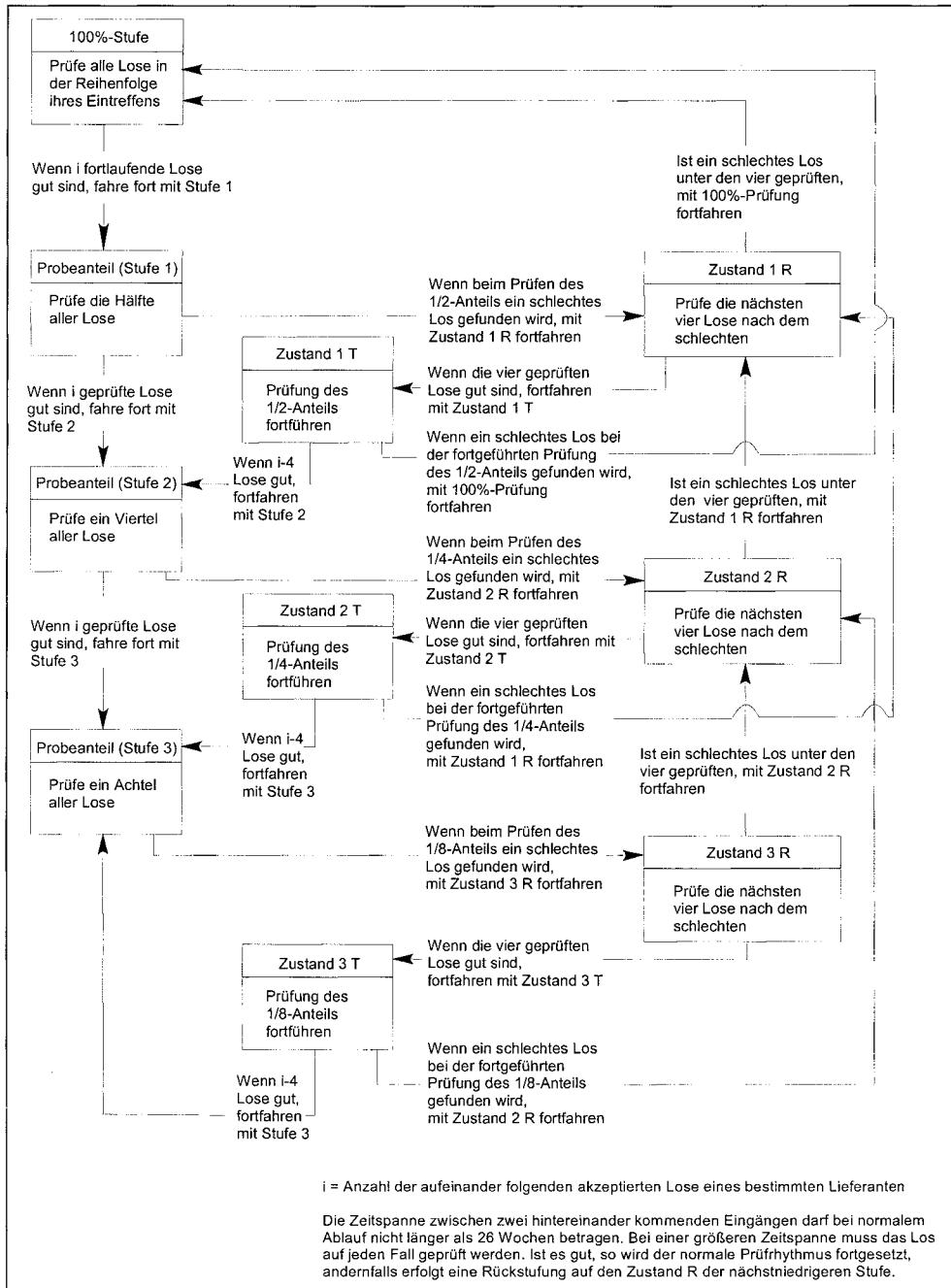


Abb. 3.3.5/1 Logik eines Stichprobenplans

Es stellt sich die Frage, ob derartige hoch automatisierte Qualitätskontrollsysteme sowohl im Warenausgangskanal des Lieferanten als auch im Wareneingangskanal des Kunden installiert sein müssen. Beispielsweise dokumentiert man in der **Chemie- und Pharmaindustrie**

maschinell Ergebnisse der Qualitätskontrolle in Analysezertifikaten und fügt diese den Lieferscheinen oder Rechnungen bei [WOL 86].

Wichtigste Eingaben:	Wareneingänge (als Rücklaufdokument), Parameter für die Wareneingangsprüfung einschließlich Reihenfolgebestimmung, Annahme-/Ablehnungs-/Nacharbeitsentscheidung
Wichtigste Anzeigen und Ausdrucke:	Bestellpositionen, noch zu prüfende Wareneingänge, Arbeitsvorräte der Prüfer, Zählkarten, Begleitkarten mit Einlagerungshinweisen, Prüfvorschriften, Etiketten, neue Rücklaufdokumente bei Teillieferungen, Meldungen bei Abweichungen zwischen Bestellungen und Lieferungen
Wichtigste Dialogfunktionen:	Änderung des Prüfumfangs durch Parametervariation mit Anzeige von Prüfkosten und statistischen Sicherheiten
Nutzeffekte:	Unterstützung der Qualitätssicherung, Gewinnung von Daten zur Lieferantenbeurteilung, Senkung der Prüfkosten, Vermeiden von Störungen in der Fertigung, die durch fehlerhafte Fremdbezugsmaterialien ausgelöst werden

Abb. 3.3.5/2 Wareneingangsprüfung

### 3.3.6 Anmerkungen zu Abschnitt 3.3

- [BAR 83] Bartmann, D., Optimale Produktionsplanung bei Frischprodukten mit dem Programm FORTUNA – Eine Fallstudie, Zeitschrift für Operations Research 27 (1983), S. B179-B204.
- [BOG 02] Bogaschewsky, R., Electronic Procurement – Katalog-basierte Beschaffung, Marktplätze, B2B-Netzwerke, in: Gabriel, R. und Hoppe, U. (Hrsg.), Electronic Business, Heidelberg 2002, S. 23-43.
- [DAN 03/KAU 00] Dangelmaier, W., Produktion und Information, Berlin u.a. 2003, S. 161-175; Kaufmann, T., Entwurf eines Marktplatzes für heterogene Komponenten betrieblicher Anwendungssysteme, Berlin 2000.
- [DIT 06] Dittrich, J., Mertens, P., Hau, M. und Hufgard, A., Dispositionsparameter in der Produktionsplanung mit SAP, 4. Aufl., Braunschweig-Wiesbaden 2006.
- [DÖR 05] Dörflein, M., Electronic Procurement: Effizientere Beschaffung durch integrierte Prozesse, in: Thome, R., Schinzer, H. und Hepp, M. (Hrsg.), Electronic Commerce und Electronic Business – Mehrwert durch Integration und Automation, 3. Aufl., München 2005, S. 101-134.
- [ECK 03/FRI 07/SUP 07] Eckert, S., Schissler, M., Mantel, S. und Schäffner, C., Entwicklung von Kopplungsarchitekturen – Evaluierung einer Methodik anhand eines Beispiels aus der Automobilzulieferindustrie, in: Sinz, E.J., Plaha, M. und Neckel, P. (Hrsg.), Modellierung betrieblicher Informationssysteme – MobIS 2003, Bonn 2003, S. 87-107; persönliche Auskunft von Herrn J.M. Friedrich, Robert Bosch GmbH; SupplyOn AG (Hrsg.), Wir über uns, [http://www.supplyon.com/gen\\_6394.html](http://www.supplyon.com/gen_6394.html), Abruf am 2007-05-09.
- [EBE 02/EBE 05] Ebert, R., E-Procurement-Lösung der DIEHL Informatik GmbH, unveröffentlichtes Manuskript, Nürnberg 2002; persönliche Auskunft von Herrn R. Ebert, DIEHL Informatik GmbH.
- [FAN 01] Fandel, G. und François, P., IT-gestützte Entscheidungen bei der Einführung von PPS-Systemen, in: Jahnke, B. und Wall, F. (Hrsg.), IT-gestützte betriebswirtschaftliche Entscheidungsprozesse, Wiesbaden 2001, S. 271-293, hier S. 284.
- [FIN o.J.] Finck, W.D., Konzept eines Informations- und Datenverarbeitungssystems in der Qualitätssicherung, IBM-Form 81 579, o.J., S. 7.
- [FLO 95] Flory, M., Computergestützter Vertrieb von Investitionsgütern, Wiesbaden 1995.

- [GOE 01/SCHN 05] Goebel, D., Entwicklung und Einführung eines Internet-basierten Ausschreibungs-, Auktions- und Beschaffungssystems für Materialien und Dienstleistungen bei der ThyssenKrupp AG, Vortrag auf dem Kongress „e-Business 2001“; persönliche Auskunft von Herrn E. Schneider, ThyssenKrupp Steel AG.
- [HAR 99] Hartmann, D., Wettbewerbsvorteile durch Electronic Procurement, in: Bogaschewsky, R. (Hrsg.), Elektronischer Einkauf, Gernsbach 1999, S. 41-55, insbes. S. 49.
- [HEN 91] Hensche, H.H., Zeitwettbewerb in der Textilwirtschaft: Das Quick Response-Konzept, in: Zentes, J. (Hrsg.), Moderne Distributionskonzepte in der Konsumgüterwirtschaft, Stuttgart 1991, S. 275-308.
- [HOS 01] Hosseini-Khorassani, H., Internet Selling im Kontext von E-Commerce, in: e-SAP.de Consulting Team (Hrsg.), Internet Selling, Bonn 2001, S. 69.
- [INT 98] Intersearch Corp. (Hrsg.), National Purchasing Organisations User Survey Group, Palo Alto 1998.
- [KAU 07] Persönliche Auskunft von Herrn Th. Kaufmann, Leoni AG.
- [KLE 05] Persönliche Auskunft von Frau K. Klemm, Viterra AG.
- [KNO 85] Kolmayer, G., Ein Vergleich von 30 „praxisnahen“ Lagerhaltungsheuristiken, in: Ohse, D., Esprester, A.C. und Küpper, H.U. (Hrsg.), Operations-Research-Proceedings 1984, Berlin 1985, S. 223-230.
- [KRI 96/ENG 05] Krill, O., EDI – eine Voraussetzung für eine sequenzgerechte Belieferung der Automobilindustrie, Industrie Management 12 (1996) 6, S. 47-50; persönliche Auskunft von Frau S. Engelhardt, Dynamit Nobel Kunststoff GmbH.
- [LAN 05] Langen, H. und Weinthal, F., Prognose mit Hilfe von Verweilzeitverteilungen, in: Mertens, P. und Rässler, S. (Hrsg.), Prognoserechnung, 6. Aufl., Heidelberg 2005, S. 77-90.
- [LAR 01] Laroque, P., SAP R/3 – Materialwirtschaft, München 2001, S. 257-258.
- [LEJ 04] Lejmi, H., Verbindung von Electronic Commerce und Logistik über virtuelle B2B-Marktplätze, Dissertation, Nürnberg 2004.
- [LOH 96] Lohr, D., Fortschrittszahlen als Steuerungsmethode für die Serienfertigung, Industrie Management 12 (1996) 5, S. 44-46.
- [MAR 05] Persönliche Auskunft von Frau V. Marinova, BMW Group.
- [MER 05] Mertens, P. und Rässler, S. (Hrsg.), Prognoserechnung, 6. Aufl., Heidelberg 2005.
- [MÜL 63] Müller-Merbach, H., Optimale Einkaufsmengen, Ablauf- und Planungsforschung 4 (1963) o.A., S. 226-237.
- [MÜL 96] Mülder, W. und Weis, H.C., Computerintegriertes Marketing, Ludwigshafen 1996, S. 326.
- [NET 98] Netscape Corp. (Hrsg.), Netscape BuyerXpert – An Internet Commerce Application for Enterprise Purchasing, Whitepaper, Mountain View 1998.
- [ÖST 00] Österle, H., Fleisch, E. und Alt, R., Business Networking: Shaping Enterprise Relationships on the Internet, Berlin 2000, insbes. S. 3-4.
- [OTT 01] Otto, B. und Beckmann, H., Klassifizierung und Austausch von Produktdaten auf elektronischen Marktplätzen, WIRTSCHAFTSINFORMATIK 43 (2001) 4, S. 351-361.
- [OV 00a/ECL 07] O.V., Gemeinsame Sprache für das E-Procurement, InformationWeek o.Jg. (2000) 1, S. 10; eClass (Hrsg.), eCl@ss – Internationaler Standard zur Klassifizierung und Beschreibung von Produkten und Dienstleistungen, <http://eclasse.de/template/intro.htmlm>, Abruf am 2007-05-09.

- [OV 00b] O.V., Das Internet kann die Einkaufskosten um 80 Prozent senken, Frankfurter Allgemeine Zeitung vom 2000-01-20.
- [SCHI 05/VOI 03] Schinzer, H., Integration und Organisation mit und von elektronischen Marktplätzen, in: Thome, R., Schinzer, H. und Hepp, M. (Hrsg.), Electronic Commerce und Electronic Business – Mehrwert durch Integration und Automation, 3. Aufl., München 2005, S. 81-99; Voigt, K.-I., Landwehr, S. und Zech, A., Elektronische Marktplätze, Heidelberg 2003, S. 87-96.
- [SCHN 05] Schneider, H. M., Buzacott, J. A. und Rücker, T., Operative Produktionsplanung und -steuerung, München-Wien 2005.
- [SIL 73] Silver, E. A. und Meal, H. C., A Heuristic for Selecting Lot Size Quantities for the Case of a Deterministic Timevarying Demand Rate and Discrete Opportunities for Replenishment, Production and Inventory Management 14 (1973) 2, S. 64-74.
- [SIP 99/WEH 05] Sipos, W., Lieferanten-/Produktsuche und Informationsbeschaffung über das Internet – Ein Erfahrungsbericht, in: Bogaschewsky, R. (Hrsg.), Elektronischer Einkauf, Gernsbach 1999, S. 97-110; persönliche Auskunft von Herrn U. Wehnes, Roche Diagnostics GmbH.
- [STE 77] Steiner, J., Lagerhaltungsmodelle bei variablem Periodenbedarf: Eine kritische Analyse und Erweiterungen praktisch eingesetzter Verfahren, Angewandte Informatik 19 (1977), S. 415-421.
- [THO 05] Thonemann, U., Operations Management, München 2005, S. 200-208.
- [TRU 72] Trux, W., Einkauf und Lagerdisposition mit Datenverarbeitung, 2. Aufl., München 1972, S. 366-373.
- [WAG 59] Wagner, H.M. und Whitin, T.M., Dynamic Version of the Economic Lot Size Model, Management Science 5 (1959), S. 89-96.
- [WED 05] Persönliche Auskunft von Herrn Th. Wedel, IBM Deutschland GmbH.
- [WOL 86] Wolf, T. und Unkelbach, H.D., Informationsmanagement in Chemie und Pharma, Stuttgart 1986, S. 68.
- [YEN 03] Yen, B. und Ng, E., The Impact of Electronic Commerce on Procurement, Journal of Organizational Computing and Electronic Commerce 13 (2003) 3/4, S. 167-189.
- [ZÄP 98] Zäpfel, G., Grundlagen und Möglichkeiten der Gestaltung dezentraler PPS-Systeme, in: Corsten, H. und Gössinger, R. (Hrsg.), Dezentrale Produktionsplanungs- und -steuerungs-Systeme, Stuttgart u.a. 1998, S. 13-53, insbes. S. 45-48.
- [ZAR 99] Zarnekow, R., Softwareagenten und elektronische Kaufprozesse: Referenzmodelle zur Integration, Wiesbaden 1999, insbes. S. 179-183.
- [ZEI 70] Zeigermann, J.R., Elektronische Datenverarbeitung in der Materialwirtschaft, Stuttgart 1970, S. 130-138.

## 3.4 Lagerhaltungssektor

### 3.4.1 Überblick

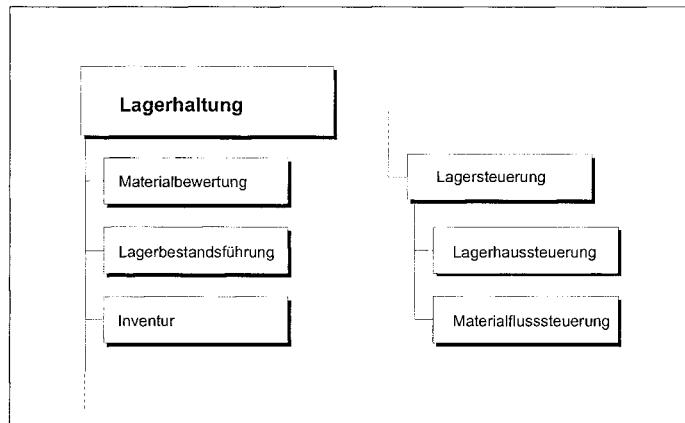


Abb. 3.4.1/1 Teilfunktionsmodell im Lagerhaltungssektor

Wenn ein Teil eingelagert oder aus dem Lager entnommen wird, muss es einen Wert erhalten, damit neben der mengenmäßigen auch eine **wertmäßige Bestandsführung** erfolgen kann und eine Wertgrundlage für die Kostenrechnung (Materialkosten) vorhanden ist. Dieser Wert wird vom Programm **Materialbewertung** vergeben. Das **Lagerbestandsführungsprogramm** verwaltet dann die Bestände nach Menge und Wert. Durch ein **Inventurprogramm** wird sichergestellt, dass die elektronisch fortgeschriebenen Bestände mit den effektiven übereinstimmen. Schließlich steuert vielfach die IV auch die betriebswirtschaftlichen und technischen **Abläufe** bei der Warenein- und -auslagerung sowie den **Materialfluss** zwischen Produktion, Lagern, insbesondere auch bei Hochregallagern, und Versand. In der neueren angelsächsischen Fachliteratur sind die angeführten Funktionen unter „**Warehouse Management**“ zusammengefasst.

Dem Materialbewertungs- und Lagerbestandsführungsprogramm werden alle Materialbewegungen eines Betriebs (Abgänge an Kunden, Kundenretouren, Lieferantenzugänge und zugehörige Retouren an die Lieferanten, Bewegungen zwischen den betrieblichen Lagern einerseits und den Fertigungsstätten andererseits) sowie Inventurmeldungen zugeführt. Hinzu kommen gegebenenfalls Überweisungen zwischen verschiedenen Lagern.

Abbildung 3.4.1/2 zeigt, wie in der IIV die Eingabedaten zu den Materialbewegungen entstehen können.

Ist die Erfassung der effektiven Verbräuche aus organisatorischen oder Kostengründen nicht zweckmäßig, so kann man auf die Aufnahme der aktuellen Lagerentnahmen verzichten und diese zu einem bestimmten Stichtag aus der Anzahl fertiggestellter Produktionsaufträge ermitteln („retrograde Entnahme“). Die dabei auftretenden Ungenauigkeiten werden bewusst in Kauf genommen [SCHE 97].

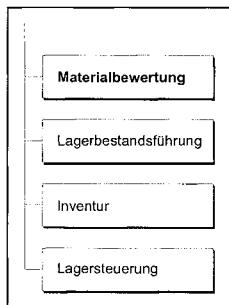
Es ist darauf zu achten, dass bei allen Lagerentnahmen auch jene Fälle erfasst und dem System zugeführt werden, bei denen nur teilweise oder überhaupt nicht geliefert werden konnte, denn diese Fälle sind sowohl für die Lagerdisposition als auch für die Management-Information wichtig.

Ähnlich wie die „papierarme Werkstatt“ (vgl. Abschnitt 3.5.2.7.4) wird auch ein papierarmes bzw. papierloses Lager angestrebt.

- 1) Lieferungen an Kunden: Gemeldet von den Programmen Versandlogistik oder Fakturierung
  - 2) Kundenretouren: Gemeldet vom Programm Gutschriftenerteilung
  - 3) Lieferungen von Lieferanten: Gemeldet vom Programm Wareneingangsprüfung
  - 4) Lieferantenzugangsretouren: Personell ausgefertigte Lagerabgangsscheine, Terminaleingaben
  - 5) Zu- und Abgänge in den Werkstätten: Vom Programm Werkstattsteuerung ausgegebene Materialbewegungspapiere/Terminaleingaben. Diese sind meist als Rücklaufdatenträger gestaltet und werden via Betriebsdatenerfassung in das Programm Produktionsfortschrittskontrolle eingelesen, das die Daten schließlich an das Materialbewertungsprogramm weiterleitet. Die entsprechenden Gegenbewegungen (Retouren) meldet man durch von Hand ausgestellte Scheine/Terminaleingaben.
- Die in der Aufstellung genannten Papiere lassen sich vermeiden, wenn durch maschinenlesbare Etiketten, z. B. Balkencodes oder Funkketten (vgl. Abschnitt 3.4.5.2), gekennzeichnete Materialien von Lesestationen gescannt werden, denen man auch maschinenlesbare Werksausweise und gegebenenfalls Dokumente, die den zugehörigen Betriebsauftrag identifizieren, zuführt. Ein geeignetes Einsatzfeld sind z. B. Werkzeuglager.
- 6) Inventurdifferenzen: Vom Inventurprogramm gemeldet
  - 7) Lagerüberweisungen: Personell ausgefertigte Lagerüberweisungsscheine (Ablieferung und Empfang) und Terminaleingaben

Abb. 3.4.1/2 Entstehung von Eingabedaten zu Materialbewegungen

### 3.4.2 Materialbewertung



Nach der Eingabedatenprüfung stehen die eingelesenen Sätze bewegter Materialien den entsprechenden Modulen des Materialbewertungsprogramms zur Verfügung. Grundsätzlich sind alle üblichen Bewertungsverfahren programmierbar, wie Wertrechnung

- mit extern eingegebenen Preisen, vor allem den Einkaufspreisen der zugebuchten Lieferung,
- mit gespeicherten Bestellpreisen,
- mit gespeicherten festen Verrechnungspreisen,
- mit laufenden gleitenden bzw. gewichteten Durchschnitten (bei jedem Zugang erfolgt eine Durchschnittspreisermittlung),
- mithilfe der **Fifo**-Regel (der Wert des jeweils ältesten Materials wird bei Abgängen als Bewertungsbasis gewählt),
- mithilfe der **Lifo**-Regel (der Wert des jeweils zuletzt eingelagerten Materials wird bei Abgängen als Bewertungsbasis genommen),
- mit den neuesten Kosten aus der Nachkalkulation.

Häufig wird man mehrere Bewertungsverfahren vorsehen und die entsprechenden Programmteile in Abhängigkeit von einem Kennzeichen in den Stammdaten des Materials ansteuern.

Es ist auch möglich, den Bewertungsverfahren Prioritäten zuzuordnen, z. B.: „Trägt eine Lagereingangsmeldung über einen Zugang vom Lieferanten eine Preisangabe, so wird diese zur Bewertung des Zugangs herangezogen. Ist das Preisfeld leer, so sucht das Programm im Vormerkposten Bestellung nach einem Bestellpreis. Ist dort keiner verzeichnet, so wird dem Teilstammsatz ein fester Verrechnungspreis entnommen und zur Bewertung verwendet.“

Feste Verrechnungspreise müssen unter Umständen überwacht werden. Bei Fremdbezugsmaterialien wird zu diesem Zweck der Preis einer Lieferung in den Stammdaten des Produkts festgehalten. In gleicher Weise kann das Nachkalkulationsprogramm den aktuellen Nachkalkulationswert (z. B. der Herstellkosten) von eigengefertigten Teilen bereitstellen. Ein besonderes Modul wird den jeweils gültigen Verrechnungspreis mit dem Inhalt des Stamm-satzes vergleichen und den Verrechnungspreis nach bestimmten Regeln ändern, z. B. wenn dreimal hintereinander ein Nachkalkulationswert um mehr als eine vorgegebene Toleranz-grenze vom Verrechnungspreis in einer Richtung abweicht. Im **SAP-System** werden bei Be-wertung mit festen Verrechnungspreisen die gleitenden Durchschnitte der Einstandspreise mitgeführt. So lässt sich erkennen, ob eine Modifikation der Standardpreise notwendig wird [MAA 05].

Lifo- und Fifo-Bewertungsverfahren führen in der IV gegenüber den anderen genannten Be-wertungsmethoden zu erhöhtem Speicherbedarf und Bearbeitungsaufwand, weil alle Zu-gänge mit Menge und Wert getrennt in der Reihenfolge ihres Eintreffens gespeichert werden müssen und bei jedem Abgang die entsprechenden Zugangsdaten aufzusuchen sind. Diese Verfahren wird man daher nur dort einsetzen, wo erhebliche Unruhen in den Wertansätzen auftreten und die Bewertungsmethode auch mit den körperlichen Vorgängen bei der Einla-gerung und Entnahme der Einheiten aus den Lagern korrespondiert.

Bei solchen Bewertungsverfahren, bei denen die effektiven Preise von eingelagerten Waren bekannt sein müssen (wie z. B. bei LIFO), tritt oft das Problem auf, dass die Lieferantenrech-nungen erst geraume Zeit nach dem zugehörigen Wareneingang eintreffen und daher die Monatsabschlüsse oder Führungsunterlagen nicht rechtzeitig vom Computer erstellt werden können. Besteht diese Gefahr, so wird man vor dem Monatsabschluss mit dem Bewer-tungsansatz zweiter Priorität (z. B. Bestellpreis, Durchschnittspreis, fester Verrechnungs-preis) rechnen. Bis dahin entsteht eine „Warteschlange“ der noch nicht bewerteten Bewe-gungen. Es sind wiederum zwei Varianten zu unterscheiden: Bei der ersten bleibt die Be-wertung mit dem Ersatzpreis endgültig; bei der zweiten Variante dient sie nur der Erstellung der Periodenschlussdokumente und wird danach wieder aufgehoben, d. h., die Warte-schlange wird wieder aufgestellt.

Wenn die endgültigen Wertansätze eintreffen, z. B. in Gestalt geprüfter Lieferantenrechnun-gen, kann man in den Beständen Wertkorrekturen durchführen. Jedoch ist vorher elektro-nisch zu prüfen, ob die noch vorhandenen Bestände groß genug sind, die Korrekturen auf-zunehmen. Hat von den provisorisch bewerteten Beständen ein großer Teil bereits die Lager wieder verlassen, so wird unter Umständen eine größere Wertkorrektur nur den wenigen Stück den Restbestands, im Extremfall einem Stück, zugeordnet. Daraus können unzu-lässig hohe oder niedrige Bewertungspreise resultieren, z. B. 5.000 € pro Karton Muttern. Im Programm MM der **SAP AG** wird die Differenz nur so weit auf der Ware gebucht, wie die Lieferung mengenanteilig noch vorhanden ist. Die restliche Differenz geht auf ein Konto „Aufwand aus Preisdifferenzen“ des Gesamtunternehmens [LAR 01].

Wegen Störungen beim Informationsfluss aus den Lagern bzw. Vertriebs- und Verwaltungs-abteilungen werden nicht selten Lagerabgänge **vor** den entsprechenden Lagerzugängen gemeldet. In solchen Fällen entstehen unter Umständen buchmäßige Minusbestände. Man kann bei der Konzeption von Lagerbestandsführungsprogrammen zwischen folgenden Alter-nativen wählen:

- 1) Verwerfung von Bewegungsmeldungen, deren Verbuchung zu Minusbeständen führen würde, unter gleichzeitiger Ausgabe einer Meldung an den Sachbearbeiter. Diese Lö-sung ist dann gefährlich, wenn in der Grundorganisation nicht absolut sichergestellt ist,

dass die zurückgewiesenen Belege wieder dem System zugeführt werden, sobald die Zugangsmeldung eintrifft.

- 2) Verbuchung der zu einem Minusbestand führenden Bewegungen. In diesem Fall sind im Bewertungsprogramm Vorkehrungen gegen unsinnige Bewertungsansätze für Bestände in der Nähe des Nullpunkts zu treffen.

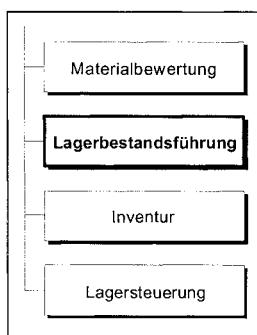
Beispiel: Ein Bestand von 100 Stück ist mit 10 € pro Stück bewertet, der Gesamtwert des Bestands ist also  $10 \times € 100 = 1.000 \text{ €}$ . Ein Abgang von 110 Stück ist ebenfalls mit 10 € pro Stück anzusetzen (Gesamtwert - 1.100 €) und führt zu einem Bestand von - 10 Stück mit einem Bestandswert von + 1.000 € - 1.100 € = - 100 €. Anschließend wird ein Zugang von 11 Stück gemeldet, wobei das Stück mit einem Wertansatz von 11 € pro Stück belegt sein möge (Gesamtzugangswert  $11 \text{ €} \times 11 = 121 \text{ €}$ ). Die Fortschreibung der Menge liefert einen neuen Bestand von  $- 10 + 11 = + 1 \text{ Stück}$ . Die Fortschreibung der Werte ergibt  $- 100 \text{ €} + 121 \text{ €} = + 21 \text{ €}$ . Das eine Stück des neuen Bestands repräsentiert nun einen Wert von 21 €, der weit außerhalb aller bisher gültigen Bewertungsansätze liegt.

Im Lagerhaltungssektor wird sich der Systemplaner vorzugsweise für die Wertfortschreibung entscheiden, bei der sich die Mengen und Werte durch eine lückenlose Kette von Additionen bzw. Subtraktionen von Bestands- und Bewegungswerten ergeben. Im Zweifel muss man daher die Bewertungspreise pro Einheit manipulieren. Jede andere Lösung führt infolge von Rundungsfehlern zu Schwierigkeiten bei der Abstimmung der Lagerbuchführung mit der Finanzbuchführung, weil die Wertfortschreibung unterbrochen ist.

Wichtigste Eingaben:	Personell angefertigte Materialentnahme- und -ablieferungsscheine, Wertkorrekturen
Wichtigste Anzeigen und Ausdrucke:	Umbewertungsmeldungen, Materialentnahmescheine (als Rücklaufdokument)
Wichtigste Dialogfunktionen:	Feststellung der Auswirkung von Umbewertungen
Nutzeffekte:	Rationelle und exakte Bewertung, Herstellung der Verbindung von Mengenbewegungen und Wertverfolgung

Abb. 3.4.2/1 Materialbewertung

### 3.4.3 Lagerbestandsführung



Nach der Bewertung bucht das integrierte System die Bewegungen nach Menge und Wert in den einzelnen Materialstamm- bzw. -bewegungssätzen. Die verschiedenen Lagerbestandsführungssysteme lassen sich in erster Linie danach unterscheiden, wie das den Betrieb durchlaufende Material gespeichert wird.

Im einfachsten Fall werden nur die tatsächlichen Bestände (z. B. eines Endprodukts) in einem **fiktiven Gesamtlager** summarisch geführt. So erlaubt das **SAP-System** die Zusammenfassung von mehreren Standorten in einem standortübergreifenden „Werk“. Die Produktionsplanung und -steuerung baut auf dieser aggregierten Größe auf. Umgekehrt kann man im **SAP-System** auch mehrere „Werke“ je Standort definieren, ein „Werk“ mit mehreren Lagerorten einrichten und anderes mehr. Einzelheiten enthält [DIT 06]. Sind dagegen mehrere, nicht unmittelbar benachbarte Lagerstellen vorhanden, so wird man in der Regel die Bestände für jedes einzelne Lager getrennt buchen.

Im **SAP-Modul „Warehouse Management“ (SAP WM)** können so genannte Handling Units (HU) definiert werden. In ihnen sind die zu verpackenden Artikel und das Verpackungsmaterial verknüpft.

Während bei Enderzeugnissen vielfach eine reine Lagerbestandsrechnung ausreicht, gilt das für untergeordnete Baugruppen und Teile nicht. Hier muss man meist auch **Werkstattbestände** an Materialien berücksichtigen, die sich zur Weiterverarbeitung in den Produktionsstätten der übergeordneten Komponenten befinden, weil sonst folgende Probleme entstehen: Verzichtet man auf eine separate Führung von Werkstattbeständen, so müssen für verschiedene Zwecke, etwa die rechnerunterstützte Management-Information, die für einen bestimmten Fertigungsauftrag entnommenen Komponenten so lange als im Entnahmela ger liegend angesehen werden, bis das weiter bearbeitete Werkstück am nächstreicheren Lager angelangt ist, weil diese Teile sonst vorübergehend in der Buchhaltung nicht erfasst sind. Für die Disposition des Entnahmela gers wäre es dagegen erforderlich, den entnommenen Bestand so früh wie möglich abzubuchen, um keine Fehlsteuerungen zu riskieren.

Aus Gründen des Gesundheits- und Umweltschutzes ebenso wie zur Prüfung von Gewährleistungsansprüchen (Produkthaftung) müssen viele Unternehmen die detaillierte Zusammensetzung von Rohstoffen, Zwischenprodukten und Enderzeugnissen nicht nur permanent nachweisen, sondern auch nachträglich rekonstruieren können. Dazu sind Lagerbewegungen besonders sorgfältig aufzuzeichnen und diese Aufzeichnungen zu archivieren. Nähere Hinweise findet man bei [SCHÖ 07]. Beispielsweise muss ein **Hersteller von Sicherheitsgurten** über viele Jahre hinweg dokumentieren können, aus welchen Teilen die von ihm gefertigten Rückhaltesysteme für Automobile bestehen und von welchen Lieferanten sie bezogen wurden. Besondere Bedeutung kommt dem bei Rückrufaktionen von Autos einer bestimmten Baureihe zu. Daher werden die Testprotokolle, Materialspezifikationen und Dokumentationen ebenso wie die im IV-System erzeugten Lagerbewegungssätze gespeichert. Über ein Archivierungssystem können die festgehaltenen Daten auch nach längerer Zeit wieder gefunden und abgefragt werden [OV 86] (vgl. auch Abschnitt 3.7.3). Das Standardprogramm **PP** der **SAP AG** bietet die Möglichkeit, Materialbestände auf einer dem Lagerort untergeordneten Stufe, der **Charge**, zu führen. So lassen sich Teilmengen eines Materials getrennt von anderen Teilmengen desselben Materials sehen. Wesentliche Kategorien dabei sind Lieferantensoroberbestände, z. B. Konsignationsmaterial vom Lieferanten (bei Kommissionsgeschäften), Kundensoroberbestände, z. B. Leergut beim Kunden, und vorgangsbezogene Sonderbestände, z. B. Kundenauftragsbestand bei Kundenauftragsfertigung [SAP 07a].

Eine weitere Verfeinerung ergibt sich durch die Berücksichtigung von **Reservierungen** (das sind Bestände, die bereits einem Kunden- oder Fertigungsauftrag zugeteilt wurden, sich jedoch noch körperlich auf Lager befinden), oder von solchen Wareneingangsbeständen, die noch eine Qualitätskontrolle absolvieren müssen. Die Ware ist dann vorerst gesperrt („in Quarantäne“) (vgl. [HOM 05, S. 55], [ROH 78]). Die Reservierungen können im Rahmen einer IIV erfolgen, wenn durch die Kundenauftragsfassung oder durch den Programmkomplex Bedarfsplanung und -terminierung Vormerkdaten für Kundenaufträge oder für geplante Fertigungsaufträge aufgebaut werden. Aus der Auflösung der Aufträge entstehen die zu reservierenden untergeordneten Baugruppen und Teile.

Eine andere Differenzierung der Bestandsführungssysteme kommt durch die Berücksichtigung von **Bestellungen** (an die eigene Fertigung oder an Fremdlieferanten) und von **Lagerüberweisungen** (Umlagerungen) zu Stande, die als Vormerkdaten registriert werden. Der Vormerkspeicher Bestellungen wird bei der Aufgabe der Bestellungen eröffnet und dient unter anderem den Programmen Lieferüberwachung und Wareneingangsprüfung (siehe Abschnitte 3.3.4 und 3.3.5) als Datengrundlage [BEC 00].

Im **SAP**-Modul MM bucht das abgebende Werk den Warenausgang und stellt die entnommene Menge in einem „Transitbestand“ der empfangenden Fabrik zur Verfügung. **SAP-MM** kennt als weitere Besonderheit das Konsignationsmaterial [GRO 04]. Es wird im eigenen Werk gelagert, bleibt jedoch im Eigentum des Lieferanten. Erst mit der Entnahme für die Fertigung werden das Material bewertet und eine Kreditorenbuchung generiert.

Eine separate Behandlung erfahren auch Bestände, die nur zur Bearbeitung überlassen wurden (Lohnbearbeitung, „verlängerte Werkbank“). Will man Standardsoftware einsetzen, ohne besondere Programmteile zu entwickeln, so muss man „Tricklösungen“ benutzen. Dazu kann das den Auftrag gebende Werk die zu bearbeitenden Materialien (z. B. Metallteile, die „außer Haus“ verchromt werden) wie Verkäufe behandeln und das veredelte Material „zurückkaufen“. In anderen Fällen empfehlen sich Konsignationsbestände. Arbeitet der veredelnde Betrieb fast ausschließlich für einen Auftraggeber, so mag dieser den Lohnarbeitsbetrieb als fiktive Kostenstelle führen und sogar die zugehörigen Kapazitäten in seinem PPS-System disponieren. Die alternativen Konzeptionen sind sorgfältig darauf abzuprüfen, welche Auswirkungen sie auf die Eigentumsrechte, die Betriebsergebnisrechnung, die Bilanz und die Besteuerung haben. Letzteres ist dann schwierig, wenn die beteiligten Betriebe in verschiedenen Ländern residieren. Die **DATEV eG** hat hierfür z. B. das aufwändige Expertensystem **EG-Umsatzsteuer** [DAT 07] geschaffen.

Zur Kontrolle **ungeplanter Entnahmen** (z. B. bei erhöhtem Ausschuss), die die verfügbaren Bestände im Einzelfall erheblich beeinträchtigen können, wird man in das Bestandsführungsprogramm zusätzlich eine Komponente einbauen, die die tatsächlichen ungeplanten Entnahmen mit den aufgrund von Verbrauchsstatistiken vorhergesagten vergleicht (siehe dazu auch Abschnitt 3.5.2.5.4). Überschreiten die ungeplanten Entnahmen in einer Periode die vorgegebene Grenze, so löst das Bestandsführungsprogramm für den Materialdisponenten eine entsprechende Meldung aus. Aufgrund dieser kann er den Ursachen nachgehen und/oder Parameter modifizieren.

Das Lagerbestandsführungsprogramm meldet Daten der Abgänge an die Fertigung und die der Ablieferungen aus der Fertigung an die Programme der Kosten- und Leistungsrechnung.

Wo der Lagerraum knapp ist, mag der Einsatz der IV für das Einspeichern und Wiederauffinden von Teilen nützlich sein. Neu hinzukommende Gegenstände werden an jenen Stellen abgelegt, wo sie geometrisch am besten passen (**Random-Lagerung**, auch als freie oder chaotische Lagerung [PFO 03] bezeichnet). Das Lager wird im Speicher des Rechners abgebildet („**Lagerspiegel**“). Im Rahmen der Versandunterstützung nennt ein Programm auf den Versandanweisungen die Fundstellen der zu versendenden Artikel. In einer verfeinerten Variante kann das Programm die Positionen in einer solchen Reihenfolge auf die Versandanweisungen schreiben, dass damit schon der kürzeste Weg des Kommissionierers beim Entnahmevergäng aufgezeigt ist (vgl. dazu auch die Abschnitte 3.4.5 über Lagersteuerung und 3.6.3 über Kommissionierung). Die Versandanweisungen in Papierform können entfallen, wenn Nachrichten per Funk auf Displays im Kommissionierbereich gesendet werden.

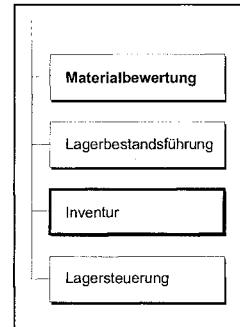
### 3.4.4 Inventur

Die Inventur hat zum Ziel, die Übereinstimmung zwischen den effektiven und den in der elektronischen Buchhaltung geführten Beständen sicherzustellen. Man unterscheidet die Stichtags- von der permanenten Inventur. Bei Letzterer ist es möglich, die Bestandsaufnahmen durch das IV-System auszulösen. Es sind folgende Gestaltungsformen denkbar:

Wichtigste Eingaben:	Änderung der Reservierung
Wichtigste Anzeigen und Ausdrucke:	Lagerbestands- und -bewegungsübersichten, Unterwegsbestände, Anmahnung ver-späteter Lagerüberweisungen, Meldungen über zu hohe ungeplante Ennahmen, Maximalbestandsüberschreitungen, Reservierungen, Verfalzzeitpunkte
Wichtigste Dialog-funktionen:	Veranlassung von Umlagerungen nach Anzeige von Leerplätzen
Nutzeffekte:	Rationalisierung der Bestandsführung, Ordnungseffekte im Lagerwesen

Abb. 3.4.3/1 Lagerbestandsführung

- 1) Ein Sachbearbeiter veranlasst eine Inventur. Hierzu gibt er der IV den Lagerort und die Lagerposition oder die Gruppe von zu inventarisierenden Lagerpositionen an.
- 2) Es treten besondere Merkmale in den Beständen auf, die eine Inventur ratsam erscheinen lassen. Die Inventur wird dann automatisch ausgelöst. Beispiele sind:
  - Überschreitung von vorgegebenen Höchstbestandsgrenzen.
  - Unterschreitung einer Mindestbestandsgrenze (es empfiehlt sich, die Inventur vorzunehmen, wenn wenig Teile am Lager sind, weil dann der Zählaufwand geringer ist).
  - Entstehung von Buchbeständen unter Null.
  - Bei einer Teileart hat eine bestimmte Anzahl von Bewegungen stattgefunden. Damit ist eine gewisse Wahrscheinlichkeit gegeben, dass sich bei der Verbuchung ein Fehler eingeschlichen hat.
  - Bei der Teileart ist seit sehr langer Zeit keine Bewegung mehr vorgekommen (möglicherweise gibt es die Position gar nicht mehr).
- 3) In das Inventursystem ist ein Ablaufschema einprogrammiert, nach dem es die planmäßige Bestandsaufnahme steuert (z. B. eine sinnvolle Reihenfolge der Lager). Ein mögliches Ablaufschema verknüpft die Zahl der Inventuraufnahmen pro Jahr mit der ABC-Analyse (vgl. Abschnitt 3.3.2) so, dass umsatzstärkere Teile öfter gezählt werden. Klein zeigt, wie man das Schema weiter vereinern kann, z. B. indem man die Inventurdifferenzen in der Vergangenheit berücksichtigt [KLE 75].
- 4) In das Inventursystem ist ein Zufallsmechanismus eingebettet, mit dem es im Rahmen einer permanenten Inventur die nächste Position auswählt.



Sowohl bei der Stichtags- als auch bei der permanenten Inventur ist es nach § 241 HGB erlaubt, die Zählung auf Stichproben zu begrenzen. Dabei werden im Durchschnitt nur ca. fünf bis zehn Prozent der Teile körperlich aufgenommen. Im Allgemeinen arbeitet man mit geschichteten Stichproben [SCHE 81/BRE 82].

Das System druckt Listen oder Einzelbelege aus, in denen die Inventur-Sachbearbeiter Eintragungen vornehmen und die dann wieder dem Inventurprogramm zugeführt werden. Auch die Verwendung tragbarer Geräte (Mobilkommunikation mit dem Zentralrechner) mag Vorteile bringen. Dabei sind die in Abbildung 3.4.4/2 aufgezeigten Varianten möglich.

Vielfach wird dafür plädiert, die Soll(= Buch)-Bestände zum Stich-Zeitpunkt dem Inventurpersonal nicht bekannt zu geben, weil sonst die Gefahr bestehe, dass diese Bestände ohne körperliche Prüfung als „in Ordnung“ bestätigt werden. Sofern das Unternehmen über zuverlässiges Inventurpersonal verfügt, empfiehlt sich jedoch die andere Variante; denn es ist zu

bedenken, dass ohnehin personell einfache Rückrechnungen gemacht werden müssen, weil der vom IV-System angegebene Stich-Zeitpunkt und der Moment der körperlichen Aufnahme oft um Stunden oder Tage auseinander liegen werden.

Wichtigste Eingaben:	Inventurparameter, Inventuraufnahmen, personelle Inventurveranlassungen, Ist-Bestand
Wichtigste Anzeigen und Ausdrucke:	Maschinelle Inventurveranlassungen (Inventurlisten), Abweichungsanalysen, in Inventur befindliche Teile
Wichtigste Dialogfunktionen:	Änderung des Inventurmfangs durch Parametervariation mit Anzeige von statistischen Sicherheiten
Nutzeffekte:	Ordnungseffekte im Lagerwesen, Sicherstellen der ordnungsmäßigen Bestandsführung und Disposition, Rationalisierung der Inventur

Abb. 3.4.4/1 Inventur

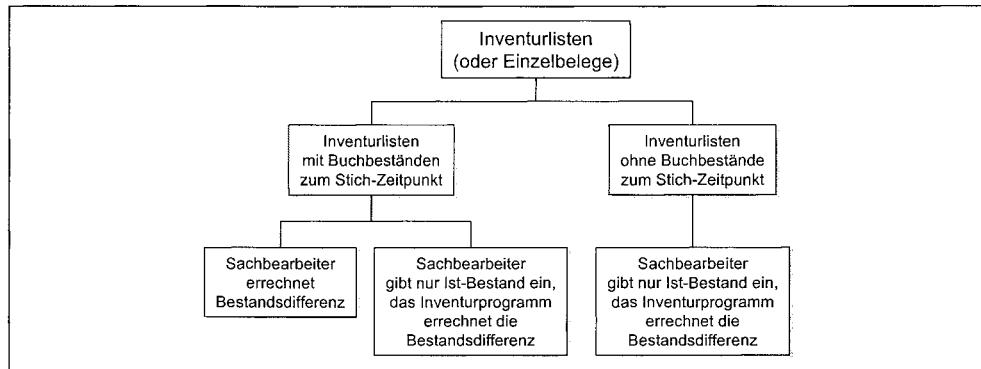


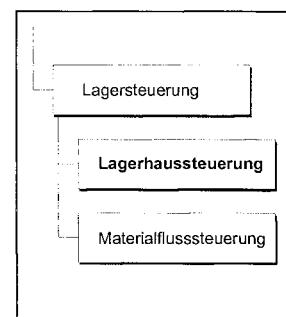
Abb. 3.4.4/2 Varianten bei der computergestützten Inventur

Sofern zu befürchten ist, dass die Inventurveranlassungen nicht unverzüglich ausgeführt werden, kann man vorsehen, dass das Programm Inventurvormerkungen speichert, gegebenenfalls **Mahnungen** ausgibt und somit die Durchführung der Inventur sicherstellt.

Inventurdifferenzen werden zum Materialbewertungsprogramm übertragen und dort wie andere Zu- und Abgänge verarbeitet.

### 3.4.5 Lagersteuerung

#### 3.4.5.1 Lagerhaussteuerung



In modernen Konzeptionen kann die Materialwirtschaft unmittelbar mit der Prozesssteuerung der Lager- und Fördergeräte integriert sein.

Hierzu sind eine Ein- und eine Auslagerungsstrategie vorzugeben. Beispiele für Einlagerungsregeln sind: Personelle Platzzuweisung, Festplatz (im Materialstammsatz gespeichert), Zulagerung (die Ware gelangt an einen Ort, an dem bereits die gleiche Materialposition lagert) oder Transport zum nächsten freien Lagerplatz. Das **SAP-System** erlaubt eine Art Kapazitätsüberprüfung; so lässt sich z. B. verhindern, dass ein maximales Gewicht pro Lagerplatz überschritten wird.

In einem **Walzwerk** sind die Brammen, die gemäß Walzprogramm als Erstes weiter bearbeitet werden, oben auf die Stapel zu legen. In der **Kunststoffindustrie** ist die getrennte Behandlung von feuergefährlichen, explosiven oder temperaturempfindlichen Stoffen angezeigt.

Mögliche Auslagerungsstrategien (vgl. Abschnitt 3.4.2) sind Fifo, Lifo, die bevorzugte Entnahme angebrochener Packeinheiten oder – als elegante Version – die Auswahl der Lagerorte so, dass die Transporteinrichtungen (z. B. Regalförderzeuge) gleichmäßig ausgelastet sind [HOM 05, S. 33-34].

### PRAKTISCHE BEISPIELE

- 1) Das Lagerhaus des European Distribution Center der **3M** (Minnesota Mining and Manufacturing Company) ist dadurch gekennzeichnet, dass ein Computer den Gabelstaplerlenkern auf einem Display in der Fahrerkabine zeigt, welche Paletten sie von welchem Platz holen bzw. an welchen Platz bringen sollen. Der Staplerfahrer identifiziert die mit einem Barcode versehenen Paletten per Scanner. Auf dem Display wird ihnen dann ein Lagerplatz zugewiesen. Nach der Ablieferung erhält der Fahrer über seine Anzeige die Anweisung, Waren vom nächstgelegenen Platz abzuholen und zum Versand zu transportieren. So werden Wege minimiert und Leerfahrten vermieden [OV 97/RYB 05].
- 2) Ein weitgehend automatisches Lager- und Versandzentrum betreibt die **FAG Kugelfischer AG** zusammen mit dem Logistikspezialisten **Microlog Logistics AG** als Gemeinschaftsunternehmen in Schweinfurt [END 05/NEF 85]. Es nimmt die Produktion der Muttergesellschaft und der produzierenden Töchter auf und beliefert die Tochtergesellschaften sowie die in- und ausländischen Kunden. In diesem Zentrum wirken ein LVS (Lagerverwaltungssystem) und mehrere dezentrale Steuerungen für das Hochregallager, das Kastenlager, Förderanlagen und ein FTS (Fahrerloses Transportsystem) zusammen.

Bestände werden je nach Bestandsumfang, Produktformat und Umschlaghäufigkeit in einem Kasten- oder Hochregallager (HRL) untergebracht. Die Zuweisung eines Lagerplatzes erfolgt nach speziellen Einlagerungsstrategien. Die Einlagerung wird durch das Lesen eines an der Ladeeinheit (Palette oder Kasten) angebrachten Barcode-Belegs angestoßen.

Bei der Warenauslagerung unterscheidet man zwischen Eil- und Normalauslieferungen. Erstere werden ständig an das LVS übermittelt, letztere mehrmals pro Tag innerhalb vereinbarter Zeitfenster. Die Auslagerung geschieht in den folgenden Schritten:

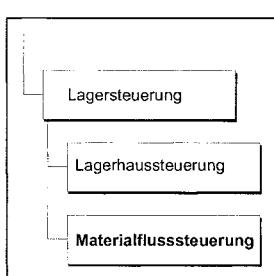
- a) Die Auslagerungsposition wird freien Kommissionierplätzen zugeordnet.
- b) Die Auswahl der auszulagernden Ladeeinheit (z. B. Palette) erfolgt nach dem Fifo-Prinzip, wenn die Transportgeräte des Lagers (Lagemaschinen) frei sind, sonst nach einem so genannten erweiterten Fifo-Prinzip, bei dem Kapazitätsengpässe der Lagemaschinen berücksichtigt werden.
- c) Das LVS beauftragt die Lagersteuerung, die Ladeeinheit auszulagern.
- d) Die Auslagerung und die Rückmeldung an das LVS werden durch die Lagersteuerung durchgeführt. Die aus dem Lager entnommene Ladeeinheit gelangt an einen Kommissionierplatz. Dort zeigt das LVS auf dem Bildschirm Entnahmeanweisungen. Wenn z. B. nur ein kleiner Teil der auf einer Palette gelagerten Kartons bestellt ist, werden diese Kartons von der aus dem Lager kommenden Ladeeinheit auf eine Auftragspalette übertragen. Ist aber ein hoher Prozentsatz der Kartons zu

entnehmen, so erscheint am Bildschirm die Anweisung, nur die Differenzmenge auf eine Palette zu legen, die wieder eingelagert wird, und die aus dem Lager kommende Palette nun als Auftragspalette zu verwenden („negative Kommissionierung“). Zusätzlich werden Ladeeinheiten, die mit ihrer Gesamtmenge benötigt werden, an den Kommissionierplätzen vorbei über so genannte Ganzauslagerungsstrecken ausgelagert.

- e) Die Auftrags-Ladeeinheit wird aus dem Hochregallager per FTS und über eine Förderanlage (aus dem Kastenlager über eine Förderanlage ohne FTS) zur Auftragszusammenstellung transportiert.
- f) Die zu einem Auftrag gehörenden Positionen stellt man personell zu Verpackungseinheiten zusammen, welche dann entsprechend den Kundenanforderungen verpackt werden.
- g) Das LVS vergleicht die Mengen der Pack- mit den Entnahmepositionen der Auslagerung und zeigt gegebenenfalls Abweichungen an.
- h) Die Packdaten werden online am Packplatz im LVS erfasst (z. B. Art und Größe des Packmittels, Gewichtsangaben, Menge der verpackten Auftragspositionen).
- i) Die Paketaufkleber und Versanddokumente werden ausgedruckt.
- j) Nach Rückmeldung der letzten Position eines Auftrags veranlasst das Modul Speditionsdisposition die Verladung und Versendung. Hierzu beauftragt es mittels Datenfernübertragung den Hauptspediteur, Frachtbriefe und Ladelisten für Nebenspediteure auszudrucken.
- k) Das LVS sendet eine Rückmeldung über den Auftragsstatus an die SAP-Systeme der jeweiligen FAG-Gesellschaft.

In vielen Lagern wechseln sich Zeitabschnitte mit großer Belastung mit solchen ab, in denen wenig zu tun ist. Daher ist es vorteilhaft, wenn aus der Fertigungsfortschrittskontrolle (vgl. Abschnitt 3.5.2.9.2), den Teilsystemen aus dem Einkauf und denen aus dem Verkauf rechtzeitig Meldungen über die demnächst ein- oder auszulagernden Positionen kommen. In geeigneter Form (z. B. nach Lagerabschnitten, Produkten, Lager- und Versandeinrichtungen, Rampen) verdichtet, erlauben sie den Disponenten eine verhältnismäßig präzise Personaldisposition (beispielsweise Einbestellung von Teilzeit- oder Reservekräften). Im SAP WM ist es möglich, Belastungsverläufe über der Zeit abhängig von Mengen, Gewichten und Vorgabezeiten zu berechnen [SAP 07b].

### 3.4.5.2 Materialflussteuerung



Die im vorigen Abschnitt skizzierte Verbindung der IV mit der Steuerung von Hochregallagern und Fahrerlosen Transportsystemen wird oft als Anfang einer Entwicklung gesehen, die im Laufe der Zeit zu integrierten Materialflussteuerungssystemen (interne Logistik) führen kann, wobei diese Materialflussteuerungssysteme wiederum mit der Produktionslenkung und der Qualitätskontrolle verbunden sind (vgl. dazu auch Abschnitte 3.5.2.8 und 3.5.2.9.3).

Voraussetzung leistungsfähiger Materialflussteuerung ist, dass über Balkencodes, Transponder (siehe unten) und maschinelle Mustererkennung die Materialien zuverlässig identifiziert und vom IV-System lokalisiert werden.

In vielen Industriebetrieben wird angestrebt, die Materialflussteuerung und die Produktionsfeinplanung so gut abzustimmen, dass Fremdbezugsteile sofort an die Stationen im Produktionsprozess gelangen, wo sie gebraucht werden, ohne dass Zwischenlager entstehen („lagerlose Fertigung“, „**Bypass-Verfahren**“) (vgl. auch die Fehlteilesteuerung in **IBM**-Werken in Abschnitt 3.3.5).

### PRAKTISCHES BEISPIEL

Im Folgenden wird ein Beispiel zur automatisierten Montageversorgung der **BMW Group** beschrieben [KUP 05/REI 90].

Beim Bau des Werks Regensburg gaben Logistikabläufe den Ausschlag bei der Bestimmung der äußeren und inneren Strukturen der Fabrikgebäude. So sind Fertigung und Logistik gemeinsam auf einer Ebene unmittelbar nebeneinander untergebracht. Außer einem zentralen Wareneingang verfügt das BMW-Werk über verschiedene dezentrale, spezialisierte Einschleusungseinrichtungen für Sitze, Getriebe, Motoren, Räder und Karosserien. Ein bestimmendes Merkmal ist die durchgehende Kette von Material- und Informationsfluss, beginnend mit der Annahme der Waren bzw. Behälter im Wareneingang bis zur Abgabe der leeren Behälter in der Leerguthalle.

Nach der Erfassung der Lieferpapiere im Wareneingangsbüro werden interne Warenbegleitscheine für Lagerteile gedruckt. Sie beinhalten Daten zur Teile- und Lieferantenidentifikation sowie Materialflussteuerdaten. Zudem wird die Packstücknummer als Barcode aufgedruckt.

Der Transport der Behälter erfolgt auf so genannten Systempaletten. An ihrer Unterseite sind mobile Datenträger (Transponder) befestigt, die die Nummer der Systempalette beinhalten. Über die Systempalettennummer kann der Transport auf seinem Weg identifiziert und gesteuert werden. Die Systempaletten werden zunächst mit einer Stetigförderanlage an den Identifikationspunkt transportiert. Dort wird mithilfe automatischer Scanner der auf dem Warenbegleitschein angebrachte Barcode gelesen und die Packstücknummer an den Lagerverwaltungsrechner (LVR) gesendet. Der vom LVR ermittelte Lagerort wird anschließend in das Transportleitsystem eingespeist. Das Transportleitsystem errechnet den Weg zum Zielpunkt und gibt die Einheit für den Weitertransport frei.

Am Hochregallager wird die Packstücknummer erneut abgescannt und dem LVR mitgeteilt. Dieser weist dem Packstück einen Regallagerplatz zu. Das Regalförderzeug übernimmt darauf das Packstück und hebt es in das zugeteilte Lagerfach. Nach dem Absetzen des Behälters im Lagerfach wird die Lagerzugangsbuchung angestoßen.

Abgänge aus den Lagerbereichen werden überwiegend vom Materialflusssystem veranlasst. So genannte „Linerunner“ schätzen personell den voraussichtlichen Materialbedarf an den Montageplätzen. Sie geben terminierte Auslagerungsanforderungen über mobile Datenerfassungsterminals per Funk in das Materialflusssystem ein. Diese Abrufe werden minutengenau an das Lagerverwaltungssystem übertragen. Der LVR arbeitet diese in Abhängigkeit der Verfügbarkeit von Fördermitteln ab.

Zur Auslagerung stellt z. B. das Regalförderzeug des Hochregallagers einen Behälter auf eine leere Systempalette und stößt mit der Übergabe die Auslagerbuchung an. Der Behälter wird über Stetigförderanlagen an einen FTS-Übergabeförderer transportiert und dort an ein FTS übergeben. Das wiederum fährt rechnergesteuert zum Transportziel. Dieses Ziel ist der dem Arbeitsplatz nächstgelegene FTS-Übergabeförderer. Anschließend werden die angeforderten Materialien per Stapler zum Einbauort am Band verteilt. Der Datenaustausch zwischen dem FTS und der Fördertechnik erfolgt über im Boden eingelassene Lesestationen.

*Die FTS selbst haben an der Unterseite einen Transponder, der die Nummer des FTS beinhaltet.*

Interessante Weiterentwicklungen der Lagerbestandsführung und vor allem der Inventur erlaubt die Funketiketten- oder RFID-Technik (Radio Frequency Identification). Im Zentrum dieser Technologie stehen die E-Tags. Dies sind kleinste Computer, die wegen der extrem großen Zahl außerordentlich günstig hergestellt werden können (im Jahr 2007 tendierten die Kosten je nach technischen Merkmalen gegen 5 bis 10 Cent pro Stück) [FLE 07]. Über die reine Speicherung von Produktinformationen hinaus können auch variable Daten hinzugefügt werden, z. B. ein Code, der den Absender oder Eigentümer identifiziert. Anders als Strichcodes müssen die Tags nicht berührt werden, die Sichtstrecke zwischen dem Lesegerät und dem mit dem Tag ausgezeichneten Produkt kann, abgesehen von bestimmten Ausnahmen (Verfälschungen der Signale durch Metalle oder Flüssigkeiten), durch ein „Hindernis“ verstellt sein und die Erkennungssysteme können gleichzeitig mit hunderten von Tags kommunizieren [SMI 03]. Die Etiketten lassen sich selbst auf bewegten Transportbändern mit einer Geschwindigkeit von ca. 500 Stück pro Stunde (Stand 2007) ablesen. Die für eine weltweite Kennzeichnung von Produkten erforderliche und auf die RFID-Technik abgestimmte Standardisierung der Produktcodes dürfte in den kommenden Jahren fortschreiten.

### **PRAKTISCHES BEISPIEL**

*Bei der CINRAM GmbH, einem Hersteller von CDs, DVDs und VHS-Kassetten, sind zwei Tore im Lagereingang mit RFID-Lesern ausgerüstet. Das Warenwirtschaftssystem erfasst die Lieferdaten automatisch, d. h. ohne manuelles Scannen, und vergleicht mit den vorher elektronisch übermittelten Lieferscheindaten [OV 06].*

Die Umlagerung eines Materials, z. B. von einem verwalteten Lager zu einem Montageband, muss nicht mehr an einem Terminal oder an einem Scanner mit manueller Bedienung gebucht werden; vielmehr kann das System jederzeit lokalisieren, wo sich die Teile befinden, auch wenn sich diese rasch durch verschiedene Lager- und Produktionsstätten bewegen. Bei Erzeugnissen oder Komponenten, die ein Kunde im Rahmen einer Reklamation (vgl. Abschnitt 3.7.3) zurückgesandt hat, ist es darüber hinaus denkbar, dass ohne eine entsprechende Eingangsprüfung automatisch festgestellt wird, ob das Teil auch von dem empfangenden Industriebetrieb geliefert wurde. Droht Verderb durch Zeitablauf oder physikalische Einflüsse (z. B. vorübergehend sehr hohe Temperatur im Lager), so warnt die Materialposition von sich aus. Derartige Formen der Lagerbestandsführung bezeichnet man auch als „Real Time Inventory“ [SMI 03].

Visionen beinhalten, dass im Lager Einheiten (Fahrzeuge, Förderstrecken, Behälter) unterwegs sein werden, die mit kleinen Computern und Software-Agenten ausgestattet sind. Diese Objekte sollen (vor allem via Funksensorik) ihre Umgebung erkennen, lernen untereinander zu kommunizieren („Internet der Dinge“) und so den Materialfluss ad hoc organisieren (vgl. Abschnitt 3.5.2.7.3.7) [BEN 07].

#### **3.4.6 Anmerkungen zu Abschnitt 3.4**

- |                  |   |
|------------------|---|
| [BEC 00]         | Becker, J., Uhr, W. und Vering, O., Integrierte Informationssysteme in Handelsunternehmen auf der Basis von SAP-Systemen, Berlin u.a. 2000.   |
| [BEN 07]         | Bennühr, S., Der RFID-Boom schwächelt, LOG Nr. 2 (2007), S. 51.   |
| [BRE 82/SCHE 81] | Einige Hinweise zu organisatorischen Sonderproblemen bei der Stichprobenvinventur, wie sie z. B. durch Veränderungen der Lagerstruktur zwischen dem Zeitpunkt der Planung des Stichprobenumfangs und dem Aufnahmzeitpunkt entstehen, erhält man bei: Brendel, H.J., Programmsysteme zur |

- Stichprobeninventur mit und ohne Bestandsfortschreibung, in: Stahlknecht, P. (Hrsg.), EDV-Systeme im Finanz- und Rechnungswesen, Berlin u.a. 1982, S. 380-392; Scherrer, G. und Obermeier, I., Stichprobeninventur, München 1981.
- [DAT 07] DATEV eG (Hrsg.), Umsatzsteuer-Expertisen V. 6.81, [http://www.datev.de/portal>ShowPage.do?pid=dpi&xnav=dl&xnid=0008340\\_0004996&zg=n](http://www.datev.de/portal>ShowPage.do?pid=dpi&xnav=dl&xnid=0008340_0004996&zg=n), Abruf am 2007-05-30.
- [DIT 06] Dittrich, J., Mertens, P., Hau, M. und Hufgard, A., Dispositionsparameter in der Produktionsplanung mit SAP, 4. Aufl., Braunschweig-Wiesbaden 2006.
- [END 05/NEF 85] Persönliche Auskunft von Herrn G. Endres, PD Logistics GmbH; Neff, M. und Sommerfeld, H., Computergestützte Logistiksysteme als Instrumente einer modernen Distributionspolitik am Beispiel von FAG Kugelfischer, in: Diruf, G. (Hrsg.), Logistische Informatik für Güterverkehrsbetriebe und Verlader, Berlin 1985, S. 167-181.
- [FLE 07] Persönliche Auskunft von Herrn E. Fleisch, Auto-ID-Lab der ETH Zürich und der Universität St. Gallen.
- [GRO 04] Gronau, N., Enterprise Resource Planning und Supply Chain Management, München-Wien 2004, insbes. S. 42-43.
- [HOM 05] ten Hompel, M. und Schmidt, T., Warehouse Management – Automatisierung und Organisation von Lager- und Kommissioniersystemen, 2. Aufl., Berlin u.a. 2005.
- [KLE 75] Klein, H., Elektronische Datenverarbeitung im Vertrieb, Stuttgart-Wiesbaden 1975, S. 108-110.
- [KUP 05/REI 90] Persönliche Auskunft von Herrn B. Kupillas, BMW Group; Reisch, D., Realisierung einer automatisierten Montageversorgung in der Automobilindustrie, in: Mesina, M., Bartz, W.J. und Wippler, E. (Hrsg.), CIM-Einführung, Ehringen 1990, S. 362-380.
- [LAR 01] Laroque, P., SAP R/3 – Materialwirtschaft, München 2001, S. 399-430.
- [MAA 05] Maassen, A., Schoenen, M. und Werr, I., Grundkurs SAP R/3, 3. Aufl., Wiesbaden 2005, S. 99.
- [OV 86] O.V., Hersteller und Zulieferer – eng verbunden, IBM Nachrichten 36 (1986) 283, S. 50-52.
- [OV 97/RYB 05] O.V., „Chaotische Lagerung“ erlaubt optimale Raumauslastung, Blick durch die Wirtschaft 40 (1997) 145, S. 10; persönliche Auskunft von Herrn H.-G. Rybak, 3M Deutschland GmbH.
- [OV 06] O.V., RFID – Funkender Erkennungsdienst, VDMA Nachrichten Nr. 1 (2006), S. 40-42.
- [PFO 03] Pfohl, C., Logistiksysteme, 7. Aufl., Berlin u.a. 2003, S. 136.
- [ROH 78] Rohmer, M. und Söldenwagner, F., Qualitätskontrolle in einem Unternehmen der pharmazeutischen und chemischen Industrie, IBM Nachrichten 28 (1978) 241, S. 210-218.
- [SAP 07a] SAP AG (Hrsg.), SAP-Bibliothek – Chargenverwaltung (LO-BM), <http://help.sap.com/printdocu/core/Print46c/de/data/pdf/LOBM/LOBM.pdf>, Abruf am 2007-05-09.
- [SAP 07b] SAP AG (Hrsg.), SAP Functions in Detail – Warehouse Management with mySAP Supply Chain Management, [http://www.sap.com/solutions/business-suite/scm/pdf/BWP\\_WM\\_LES.pdf](http://www.sap.com/solutions/business-suite/scm/pdf/BWP_WM_LES.pdf), Abruf am 2007-05-09.
- [SCHE 97] Scheer, A.-W., Wirtschaftsinformatik - Referenzmodelle für industrielle Geschäftsprozesse, 7. Aufl., Berlin u.a. 1997, S. 155-156.

- [SCHÖ 07] Schönsleben, P., Integrales Logistikmanagement, 5. Aufl., Berlin u.a. 2007, insbes. Abschnitte 7.1.3 und 7.2.3.
- [SMI 03] Smith, H.A. und Konsynski, B., Developments in Practice X: Radio Frequency Identification (RFID) – An Internet for Physical Objects, Communications of the AIS 12 (2003), S. 301-311.

## 3.5 Produktionssektor

### 3.5.1 Überblick

#### 3.5.1.1 Begriffsvereinbarungen

Unter **Produktionsplanung** soll im Folgenden die Planung von Produktions- bzw. Fertigungs- bzw. Betriebsaufträgen (wir verwenden diese Begriffe synonym) verstanden werden. Die **Produktionssteuerung** hat die Steuerung der Produktionsaufträge durch die Fertigungsstätten zum Gegenstand. Ein System, das diese Module und dazu solche zur Produktionsfortschrittskontrolle enthält, heißt auch „Produktionsplanungs- und -steuerungs-System“ (**PPS-System**).

Eine **Fertigungsstufe** ist eine Gesamtheit von Fertigungsaggregaten und Handarbeitsplätzen, die zwischen zwei Lägern eingebettet ist, auf deren Bestände dispositorisch Einfluss genommen werden kann. Auf den verschiedenen Fertigungsstufen eines Betriebs werden Produktionsaufträge durchgeführt. Jeder Produktionsauftrag ist also nur auf eine Fertigungsstufe bezogen. Für jeden solchen Auftrag werden ein oder mehrere Teile an das nächste Lager abgeliefert.

Wenn wir von einer höheren Fertigungsstufe sprechen, so meinen wir eine solche, die näher zum Endprodukt hin liegt. Die Grenzfälle sind die höchste und die niedrigste Fertigungsstufe: Nach dem Durchlaufen der höchsten werden die Produkte an das Fertigerzeugnislager abgeliefert. Das Lager vor der niedrigsten Fertigungsstufe ist das des Fremdbezugsmaterials (z. B. Rohstoffe).

Natürlich gibt es daneben kompliziertere Situationen, etwa dass Halbfabrikate auch nach außen verkauft oder dass andere Halbfabrikate zugekauft werden. Diese Sonderfälle bringen jedoch keine grundsätzlichen Schwierigkeiten bei der Produktionsplanung mit sich, so dass wir an dieser Stelle nicht näher darauf eingehen wollen.

Im Zusammenhang mit der deterministischen Bedarfsauflösung wird zwischen **Primär- und Sekundärbedarf** unterschieden. Die **Primärbedarfe** stehen am Anfang der Bedarfsauflösung und werden von außen (z. B. von der Absatzplanung oder von der Kundenauftragserfassung und -prüfung) an das Bedarfsplanungsprogramm herangetragen. In der Regel wird es sich dabei um Enderzeugnisse handeln, jedoch kann auch ein Primärbedarf an untergeordneten Baugruppen und Einzelteilen vorliegen, beispielsweise im Rahmen des Ersatzteilwesens. Der **Sekundärbedarf** hingegen wird mithilfe der Erzeugnisstrukturen aus dem Primärbedarf abgeleitet.

#### 3.5.1.2 Optimierungsprobleme

Der gesamte Fertigungssektor ist ein einziger Optimierungskomplex. Es wurden unter anderem Modelle für die Ermittlung der günstigsten Losgrößen, der kostenminimalen Sortenschaltung und optimalen Reihenfolge von Fertigungsaufträgen, der optimalen Instandhaltungsintervalle, der Verschnittminimierung oder der optimalen Verfahrenswahl in großer Zahl formuliert (vgl. z. B. [DOM 97], [VOS 03]).

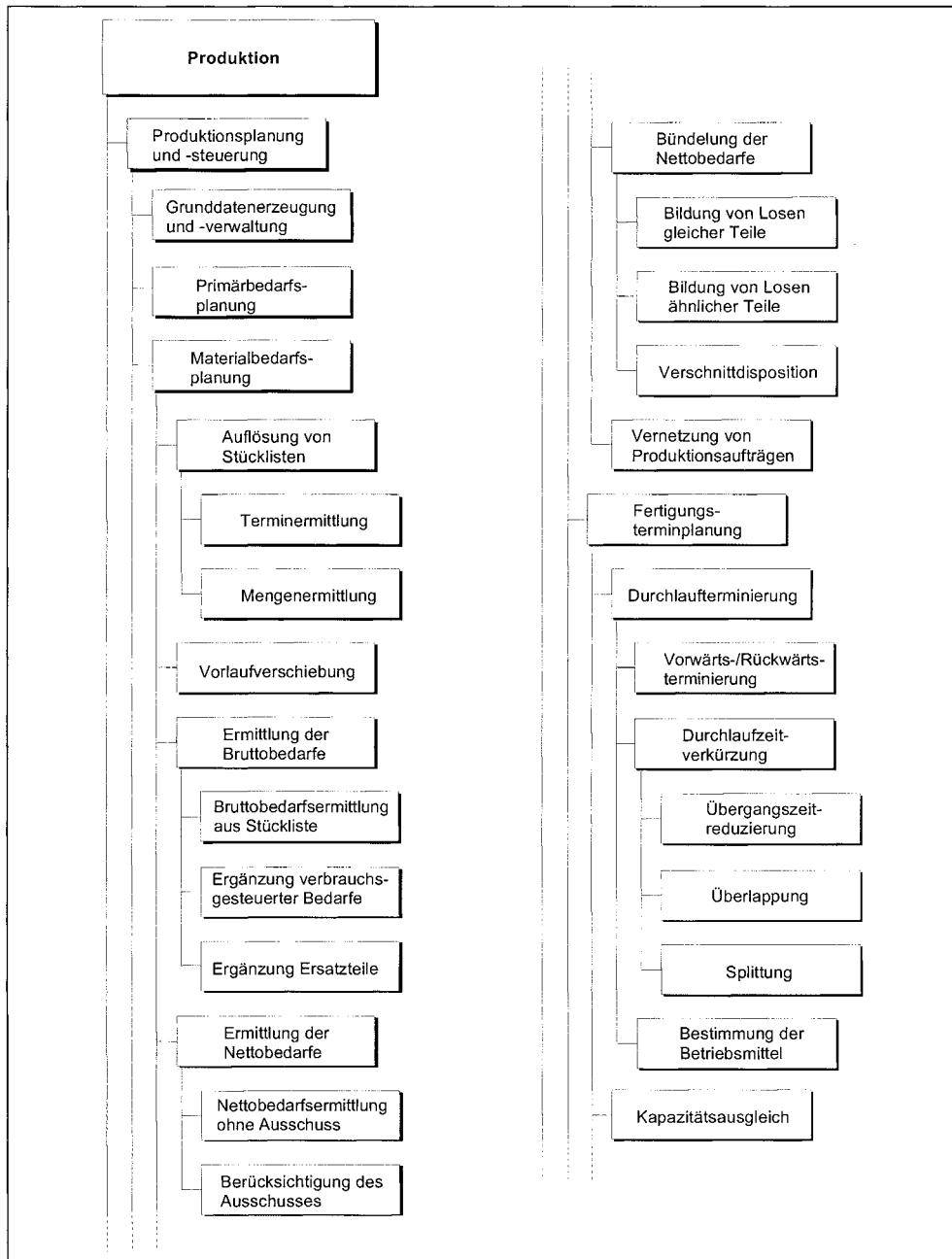


Abb. 3.5.1/1

Teilfunktionsmodell des Produktionssektors (Teil 1)

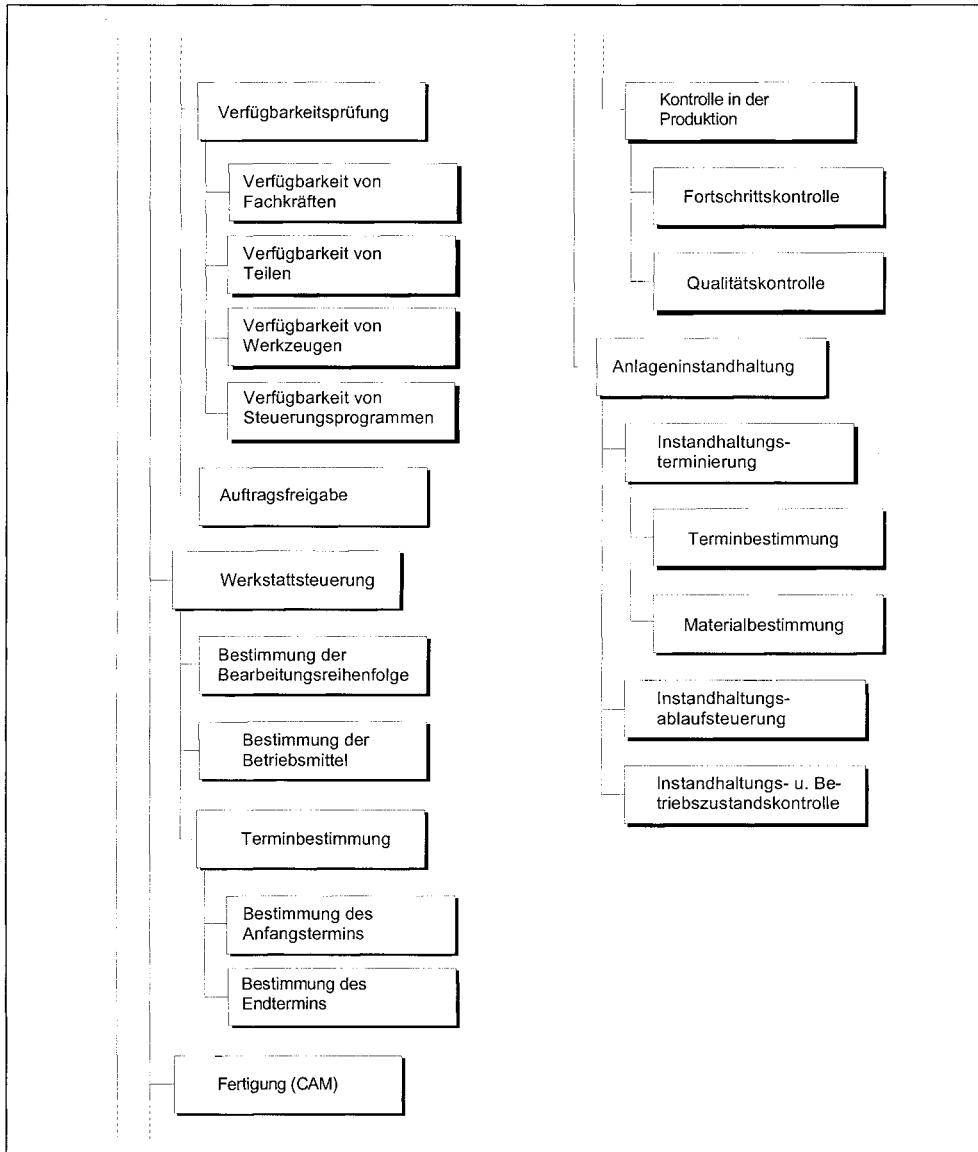


Abb. 3.5.1/2 Teifunktionsmodell des Produktionssektors (Teil 2)

Diese Optimierungsmodelle können jedoch nicht isoliert betrachtet werden, insbesondere nicht isoliert für eine Fertigungsstufe, sondern stehen in einer engen Wechselwirkung, die eine simultane Betrachtung erfordert, wenn das theoretische Optimum erreicht werden soll. Das zeigen die folgenden beispielhaften Überlegungen:

- 1) Durch Zusammenfassung von Bedarfen zu Losen werden zukünftige Bedarfe in einer Periode produziert, die näher an die Gegenwart gerückt ist. Möglicherweise tritt nun gerade in dieser Periode eine Kapazitätsüberlastung ein. Deren Bewältigung ist entweder mit erhöhten Kosten (z. B. Überstunden) verbunden oder erfordert die Zerlegung des Loses in mehrere Teile, von denen einige in späteren Perioden gefertigt werden. In bei-

den Fällen gehen die Nutzeffekte der Losbildung wieder verloren oder werden zumindest reduziert. Wünschenswert, aber in praxi oft sehr schwierig, wäre eine simultane Termin- und Kapazitätplanung.

- 2) Die Losgrößenermittlung verlangt die Angabe der Rüstkosten pro Los. In vielen Fertigungen – so in der **Stahlindustrie** – sind diese Rüstkosten aber nicht konstant, sondern reihenfolgeabhängig (Problem der optimalen Sortenschaltung).
- 3) In vielen Branchen treten Abfallprobleme auf, von denen das Verschnittproblem das bekannteste ist. Die **Verschnittoptimierung** hat Einfluss auf die Materialkosten, aber auch auf die Kapazitätsausnutzung. Durch geschickte Kombination von Aufträgen wird in der zur Verfügung stehenden Zeit ein hoher Produktionsdurchfluss erzielt; da zur Produktion des Vormaterials, das durch Verschnitt zu Abfall wird, Kapazitäten vorgelagerter Fertigungsstufen erforderlich waren, kann eine gute Kombination von Aufträgen an einer einzigen Maschine zur Erhöhung der Kapazitätsausnutzung der gesamten Fertigung führen. Das Verschnittproblem steht aber in Verbindung mit der Losgröße; z. B. mögen durch Heranziehen von noch nicht fälligen Aufträgen in die Gegenwart besonders günstige Verschnittkombinationen gelingen. Man erkauft diesen Vorteil mit den Kosten der Lagerung dieser vorgezogenen Auftragsmengen.
- 4) Die Terminierung der **vorbeugenden Instandhaltung** ist ein besonderes Optimierungsproblem, das aber wieder im Zusammenhang mit der Einplanung der Fertigungsaufträge zu sehen ist, damit einerseits nach Möglichkeit nicht wichtige Fertigungsaufträge durch Maßnahmen der vorbeugenden Instandhaltung verzögert werden und andererseits nicht durch zu langes Hinausschieben von Instandhaltungsmaßnahmen ungeplante und mit hohen Kosten verbundene Ausfälle auftreten.
- 5) Die Bedingungen der Fertigung sind im Zusammenhang mit Optimierungsproblemen aus anderen Funktionsbereichen zu sehen. Hier sollen nur die Probleme einer Abstimmung zwischen der Produktionsplanung und der Lagerhaltung mit ihren vielen Nebenbedingungen, wie z. B. begrenzte Liquidität, begrenzter Lagerraum oder begrenzte Haltbarkeit der gelagerten Güter, erwähnt werden.
- 6) In vielen Unternehmen kommen gleichzeitig mehrere Formen der Auftragsauslösung vor (Produktion auf Bestellung mit/ohne Rahmenaufträge(n), kundenanonyme Vorproduktion/kundenauftragsbezogene Endproduktion, Lagervorratsproduktion) [SAM 90].

Die auftretenden Probleme haben die Wissenschaftler der Betriebswirtschaftslehre, Unternehmensforschung und Wirtschaftsinformatik immer wieder gereizt und zu einer Fülle von Modellen geführt.

Nun verlangt schon die isolierte Betrachtung einzelner Optimierungsprobleme zum Teil nach praxisfremden Prämissen oder nach nicht mit vertretbarem Aufwand lösbarer Ansätzen.

Erst recht muss dann eine simultane Betrachtung der Optimierungsaufgaben Modelle herbringen, die mit den gegenwärtigen Mitteln nicht rechenbar sind, insbesondere nicht bei häufigem Lauf der Programme für Tausende zu produzierender Teile. Daher will die Einbettung derartiger Modelle in die IIV wohl überlegt sein (vgl. Abschnitt 1.4.1.2).

Das Optimierungsproblem wird noch größer, wenn man die engere betriebswirtschaftliche Betrachtung verlässt und im Sinne des Computer Integrated Manufacturing (vgl. Abschnitt 4.3) auch technische Gestaltungsmöglichkeiten einbezieht. Andererseits erreicht man durch geschickte Segmentierung mehr Transparenz und erleichtert somit die Gestaltung von IV-Systemen; darauf gehen wir in Abschnitt 3.5.2.2 ein.

### 3.5.2 Produktionsplanung und -steuerung

#### 3.5.2.1 Gültigkeitsbereiche der PPS

In Unternehmen mit komplizierten Fertigungsstrukturen ist zunächst abzuklären, für welche räumlichen und/oder organisatorischen Einheiten geplant bzw. disponiert werden soll.

Das **SAP-System** erlaubt analog zur Lagerhaltung (vgl. Abschnitt 3.4.3) auch bei der PPS unterschiedliche Zusammenfassungen von realen Werken zu fiktiven und ebenso die Aufteilung von größeren Fertigungsstätten in kleinere „zu beplanende“ Fertigungssegmente [DIT 06, Kapitel 4.2].

#### 3.5.2.2 Übersicht über PPS

In Anbetracht der in Abschnitt 3.5.1.2 aufgezeigten Schwierigkeiten einer Simultanoptimierung ist es Aufgabe des Systemplaners, die simultane Betrachtung in eine sequenzielle aufzulösen. Dabei empfiehlt es sich in der Regel, die zeitliche Reihenfolge der Planungsmaßnahmen derjenigen bei personeller Vorgehensweise nachzubilden. Einmal haben sich vermutlich im Rahmen der konventionellen Abwicklung im Laufe der Zeit eine Reihe von Verbesserungen so herausgebildet, dass eine sehr sinnvolle, wenn nicht gar optimale Prozedur zu Stande kommt, zum anderen erfordert eine dem personellen Verfahren angeglichenen IV-Konzeption die wenigsten Änderungen in der Grundorganisation, bringt daher oft die geringsten Umstellungsschwierigkeiten mit sich und wird von den Betroffenen am ehesten angenommen (Akzeptanzproblem). Kritik an dieser sequenziellen Vorgehensweise und alternative Vorschläge findet man z. B. bei Kanet [KAN 88], Kernler [KER 95], Tempelmeier [TEM 98] sowie Zäpfel und Missbauer [ZÄP 88].

Einen solchen Prozess der computerunterstützten Produktionsplanung und -steuerung kann man sich in folgende Vorgänge zerlegt vorstellen, wobei wir zunächst **Serienfertigung** unterstellen:

- 1) Ausgangspunkt ist die Planung der Primärbedarfe (d. h. der Mengen einzelner Endprodukte), die zu bestimmten Terminen versandfertig sein müssen, verbunden mit einer groben Abstimmung zwischen dem Kapazitätsbedarf, der aus dem Produktions- bzw. Absatzprogramm resultiert, und den vorhandenen Kapazitäten.
- 2) Auflösung der Erzeugnisstrukturen von Primärbedarfsteilen (Fertigprodukte oder Ersatzteile) mithilfe eines Stücklistenauflösungsprogramms (deterministische bzw. bedarfsgesteuerte Disposition, vgl. Abschnitt 3.3.2).
- 3) Errechnung der Bruttobedarfe an Baugruppen bzw. Teilen auf der nächstniedrigeren Fertigungs- bzw. Dispositionsstufe (vgl. Abschnitt 3.5.2.5.1). Diese Bedarfe liegen um die so genannte Vorlaufverschiebung früher als die Bedarfe der übergeordneten Baugruppen und Fertigerzeugnisse, weil noch Zeit für Montageprozesse verbraucht wird. Bei gemischten Dispositionssystemen mit Schwerpunkt auf der deterministischen Bedarfsermittlung sind gegebenenfalls die Bedarfe aus der verbrauchsgesteuerten Disposition (vgl. Abschnitt 3.3.2) neben anderen Zusatzbedarfen hinzuzufügen.
- 4) Ermittlung der Nettobedarfe durch Gegenüberstellung von Bruttobedarfen und Lagerbeständen. Bei der in Punkt 3) erwähnten Kombination ist dafür zu sorgen, dass die gleichen Lagerbestände nur einmal, und zwar entweder bei der verbrauchs- oder bei der bedarfsgesteuerten Disposition, abgesetzt werden.

- 5) Bündelung der Nettobedarfe. Hier ist vor allem die Bildung von Losen gemeint, jedoch sind darunter auch die Bündelung von Bedarfen über Mitglieder einer Teilefamilie und in einigen Branchen die Zusammenstellung von Verschnittkombinationen zu verstehen.

Die Schritte 3) bis 5) wiederholen sich nun für die einzelnen Stufen, bis die unterste erreicht ist.

Mit Schritt 5) sind die notwendigen Produktionsaufträge mengenmäßig bestimmt sowie die gewünschten Fertigstellungs- bzw. Ablieferungstermine dieser Produktionsaufträge bekannt. Man bezeichnet die Phasen 2) bis 5) auch als „**Materialbedarfsplanung**“ (vgl. Abbildung 4.3/1). Nun gilt es, den Beginn der Produktionsaufträge und ihrer Arbeitsgänge zu terminieren („**Terminplanung**“). Hierbei wird meist in mehreren Phasen vorgegangen:

- 6) Bei der Durchlaufterminierung werden die Arbeitsgänge der Lose mit Blick auf den gewünschten Endtermin und ohne Beachtung von Kapazitätsschranken, wohl aber unter Berücksichtigung der Verknüpfung von Produktionsaufträgen und Arbeitsgängen, terminiert. (Die Vernachlässigung der Kapazitätsgrenzen in verschiedenen Phasen der PPS stößt immer wieder auf Vorbehalte, vgl. zu Kritik und Lösungsvorschlägen z. B. [DRE 94] und die Ausführungen zu APS in Abschnitt 4.4.) Falls festgestellt wird, dass die so errechneten Termine mit den gewünschten bzw. erforderlichen Ablieferungsterminen nicht vereinbar sind, werden verschiedene Programmschritte eingeleitet (z. B. Reduzierung der Übergangszeiten, Spaltung der Lose, Überlappung).
- 7) Wenn sich in Schritt 6) ergibt, dass die Kapazität sehr unterschiedlich ausgenutzt sein wird, ist ein Kapazitätsausgleich zu versuchen.
- 8) Nun sind die Produktionsaufträge nach Mengen und nach realistischen Grobterminen bestimmt. Diese Produktionsaufträge werden abgespeichert.
- 9) Vor der Freigabe zur Produktion muss das System überprüfen, ob alle hierzu benötigten Ressourcen verfügbar sind.
- 10) Relativ kurz vor dem fälligen Beginn der Fertigung werden die Aufträge freigegeben.
- 11) Es gilt jetzt, die Produktionsaufträge den Betriebsmitteln zuzuteilen und feinzuterminalieren, nun aber im Gegensatz zur Durchlaufterminierung unter Beachtung der Kapazitätsgrenzen. Bei der Fertigungs- bzw. Werkstattsteuerung handelt es sich um diese Feindisposition einschließlich der Reaktion auf Störfälle in der Werkstatt, aber auch um die Abstimmung der Produktions- mit den Transportvorgängen. Die zum geeigneten Zeitpunkt veranlasste Ausgabe der Fertigungsdokumente bildet die Grundlage für die Administration der Aufträge und Arbeitsgänge in der Werkstatt.
- 12) Es schließt sich die eigentliche, oft stark automatisierte Produktion (**CAM**, Computer Aided Manufacturing) an.
- 13) Während der Produktionsvorgänge und danach werden in den Programmmodulen Produktionsfortschritts- und Produktionsqualitätskontrolle die aus den Fertigungsstätten zurückkehrenden Informationen verarbeitet, um den terminlichen Fortschritt zu überwachen, gegebenenfalls bei Verzögerungen der Herstellung Mahnungen auszugeben sowie Umdispositionen vorzubereiten und um die Qualität zu sichern.

Selbstverständlich sind nicht in jedem Fall alle Module erforderlich. Insbesondere kann man auf den Schritt 7) in vielen Fällen verzichten und den Kapazitätsausgleich dem Teil 11) überlassen, wenn im Allgemeinen wenig Kapazitätsüberlastungen zu befürchten sind oder wenn durch andere Programme, wie z. B. die Terminprüfung im Rahmen der Auftragserfas-

sung oder eine leistungsfähige Primärbedarfsplanung, Kapazitätsanforderungen und vorhandene Kapazität in etwa aufeinander abgestimmt wurden.

Zwischen dem PPS-System und der physischen Produktion (Ausführung der geplanten Fertigungsaufträge) werden zuweilen „**Manufacturing Execution Systems**“ (**MES**) gesehen. Die Begriffsbildung ist denkbar unscharf [SCHM 05]. Sie reicht von umfassenden Anwendungssystemen, die „alle Prozesse von der Automatisierungsebene bis zur Managementebene“ bzw. umgekehrt „vom Produktionsplan bis zum Sensor“ beinhalten [SIE 03], über die Teilintegration von Qualitätssicherung, Fertigungsleitstand und Betriebsdatenerfassung [KUR 05, S. 265] bis zum bloßen Synonym zur Fertigungssteuerung [GRE 03]. Die von Software-Häusern angebotenen Produkte [MUS 03] lassen auch Verwandtschaften zu CAM (vgl. Abschnitt 3.5.2.8), zur Leitstandstechnik (vgl. Abschnitt 3.5.2.7.2), zu Shop-Floor-Control-Systemen (vgl. Abschnitt 3.5.2.7.2) und zur Fortschrittskontrolle (BDE/MDE/PDE, vgl. Abschnitt 3.5.2.9.1) erkennen.

Vergleichsweise einfach ist die Produktionsplanung zwangsläufig bei **Einzelfertigung**, wie man sie oft im **Apparate- und Vorrichtungsbau**, in der **Labortechnik** oder im **Reparaturdienst** antrifft. Da keine oder nur wenig standardisierte Teile mit Erzeugnisstrukturen und Arbeitsplänen vorkommen, entfallen die Schritte 1) bis 5) von vornherein. Das Produktionsplanungssystem besteht im Wesentlichen aus einer Durchlaufterminierung (Schritt 6) auf der Basis der **Netzplantechnik**, wobei die Netzplantätigkeiten einschließlich Zuordnung zu Betriebsmitteln und Kapazitätsbedarf erst nach Eintreffen des Auftrags eingegeben werden. Anschließend kann die Kapazität personell ausgeglichen werden (Schritt 7).

Je nach Fertigungstyp müssen die Elemente der Serien- und die der Einzelfertigung unterschiedlich kombiniert werden, abhängig von dem Punkt, an dem die kundenanonyme Produktion endet und die kundenwunschbezogene beginnt („**Kundenauftrags-Entkopplungspunkt**“, „**Vorratsentkopplungspunkt**“, „**Variantenentstehungspunkt**“) (Abbildung 3.5.2.2/1). Eine weitere Ausdifferenzierung dieser Typologie findet man in [BRA 06].

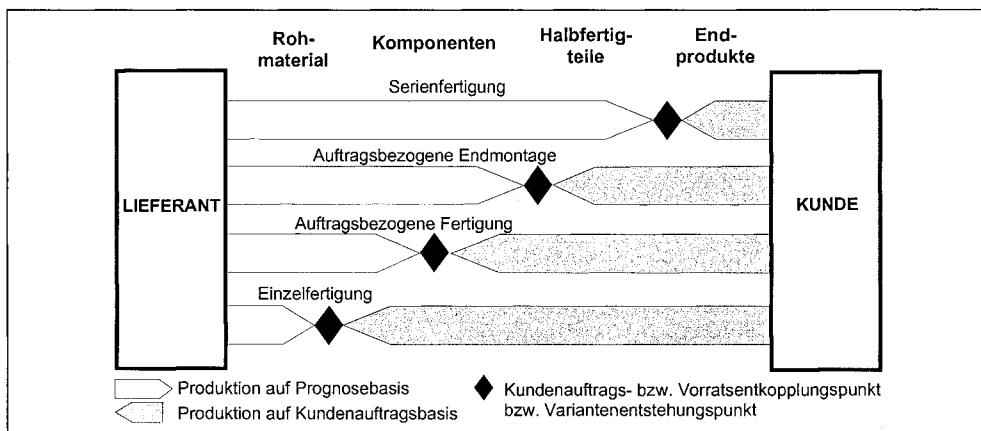
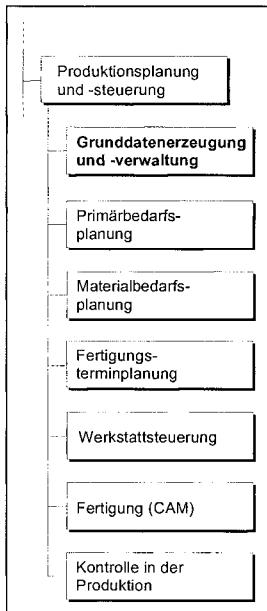


Abb. 3.5.2.2/1 Kundenauftrags-Entkopplungspunkt [BAA 95]

Bei der bisherigen Darstellung wurde davon ausgegangen, dass im Wesentlichen ein zentrales IV-System plant und steuert. Die zunehmende Durchdringung der Fertigung mit Automaten auf verschiedenen Ebenen (DNC-Maschinen, CNC-Maschinen, Roboter, Fertigungszellen, Flexible Fertigungssysteme (FFS), Fahrerlose Transportsysteme (FTS) usw.) erzwingt eine solche Vielfalt von Planungs- und Steuerungsprozeduren sowie von zugehörigen

gen Datenflüssen und von vorübergehender Datenspeicherung, dass ein zentrales System überfordert wäre. Andererseits erleichtert insbesondere die Mikroelektronik die Dezentralisierung der Steuerungsprogramme und -dateien. Diese beiden Entwicklungen fließen in dem Konzept einer **hierarchischen Produktionsplanung und -steuerung** zusammen (vgl. auch [STA 05c]). Dabei gibt jeweils das übergeordnete Modul dem nachgeordneten Baustein Eckdaten, insbesondere Start- und Endtermine, für Teiloperationen vor. Rückmeldungen sorgen dafür, dass die Daten auf dem neuesten Stand sind. Innerhalb dieses Rahmens wird auf jeder Ebene autonom disponiert; vor allem wird versucht, Störungen auf der jeweiligen Hierarchiestufe aufzufangen und nicht „nach oben“ weiterzuleiten. Systeme der hierarchischen PPS beinhalten die Gefahr, dass durch die zu starke Modularisierung in der Praxis das theoretische Optimum allzu weit verfehlt wird. Eine noch stärkere Dezentralisierung kommt zu Stande, wenn kleinere Anwendungssysteme, so genannte **Agenten**, für Kundenaufträge, Betriebsaufträge, Betriebsmittel usw. handeln und hierzu in Netzen kommunizieren [WEI 94] (vgl. Abschnitt 3.5.2.7.3.7). Eine Systematik der Dezentralisierungsvarianten findet man bei [FER 95].

### 3.5.2.3 Grunddatenerzeugung und -verwaltung



Die nachfolgend behandelten Grunddaten werden vor allem, jedoch nicht ausschließlich, von der Produktionsplanung und -steuerung benutzt. Wegen der besonderen Komplexität wird ihrer Erzeugung und Verwaltung ein eigener Abschnitt gewidmet.

Die zentralen Produktionsgrunddaten sind Materialstamm, Stücklisten, Arbeitspläne einschließlich solcher für die Qualitätssicherung (Prüfpläne) und Betriebsmittel (Maschinen, Anlagen, Werkzeuge). Je nach Grunddaten-Organisation werden die Arbeitsplätze in der Fertigung zusätzlich zu den Kostenstellen-Stammsätzen geführt; Ähnliches kann für Kapazitäten und Qualitätsmerkmale gelten, die man dann von den Betriebsmittel- und Produktdaten trennt.

In Unternehmen der **Metallindustrie** sind teure Werkzeuge beachtliche Kostentreiber. Werkzeugplanung, -bewirtschaftung, -disposition und -einsatz (zuweilen zum „**Werkzeugmanagement**“ zusammengefasst) verlangen ähnliche IV-Unterstützung wie die Materialplanung. Daraus resultieren spezielle Anforderungen an die Werkzeug-Stammdatenverwaltung. Zum Beispiel müssen Hinweise auf Soll-Lagerorte, Dispositionsarten, Standzeiten und gegebenenfalls Zuordnungen zu Kunden- und Betriebsaufträgen gespeichert werden [GEI 97].

Wegen der kurzen Lebenszyklen der Erzeugnisse führen Aufbau und Pflege der Grunddaten in vielen Unternehmen zu einem erheblichen Aufwand. Von daher ist IV-Unterstützung geboten. Hierzu ergeben sich vor allem fünf Ansatzpunkte:

- 1) Bei der Neuanlage eines Stammsatzes, einer Relation usw. präsentiert das IV-System Vorbilder; beispielsweise wird beim Anlegen eines neuen Materialstammsatzes der des Vorgängerprodukts auf den Bildschirm gebracht.
- 2) Die Grunddaten für die Produktionsplanung und -steuerung werden aus anderen Anwendungssystemen heraus gewonnen. Ein wichtiges Beispiel ist die Ableitung von

Stücklisten und Ausschnitten der Teiledaten (z. B. Geometrie-Daten) aus einem per CAD (vgl. Abschnitt 3.1.3) entworfenen Erzeugnis.

- 3) Man ermittelt Stammdaten wissensbasiert; hier ist insbesondere daran zu denken, aus den Kundenspezifikationen auf der Basis eines Baukastenprinzips Variantenstücklisten (siehe unten) und die zugehörigen Arbeits- und Prüfpläne zu gewinnen.
- 4) Verschiedene Instanzen erarbeiten die Grunddaten; sie sind durch ein WMS (vgl. Abschnitt 1.5.1) verbunden.
- 5) Die vorhandenen Grunddatenbestände werden vom IV-System ausgewertet; hierzu zählen Information-Retrieval-Funktionen, die es z. B. erlauben, mit vielfältigen Deskriptoren-Kombinationen nach schon früher angelegten und eventuell wieder verwendbaren Stücklisten, Arbeitsplänen, Prüfvorschriften usw. zu suchen oder solche Grunddaten aufzufinden, die längere Zeit nicht mehr verwendet worden sind und deshalb archiviert werden sollten.

**Stücklisten** oder **Erzeugnisstrukturen** zeigen die Zusammensetzung eines Produktes aus chemischen, physikalischen und/oder technischen Bestandteilen. Sie treten in vielen Erscheinungsformen auf [GRO 04, S. 36-38]. Die bei weitem wichtigste ist die Stückliste im **Maschinenbau** (siehe dazu als Beispiel die Strukturstückliste in Abbildung 3.5.2.3/1). Ähnliche Konstrukte sind die Zutatenliste in der **Textilindustrie** und die Rezeptur in der **Chemie-industrie**.

In der IV spielt die **Strukturstückliste** eine wesentlich größere Rolle als andere Arten, wie etwa die Mengenübersichtsstückliste. Unter den verschiedenen Typen der Strukturstückliste hat sich die Baukastenstückliste am stärksten durchgesetzt, weil sie den bei der Speicherung von Erzeugnisstrukturen oft verwendeten Verkettungstechniken am ehesten entspricht. Dabei ist der strukturelle Aufbau der Zusammenbauten jeweils nur bis zur nächstniedrigeren Stufe dargestellt, wie dies in Abbildung 3.5.2.3/1 die mit gestrichelten Linien umgebenen Felder andeuten. Das **SAP-System** kennt neben „echten“ Baugruppen, die auch im Lager als Bestand geführt werden, „Dummybaugruppen“. Letztere dienen nur dazu, die Erfassung einiger Einzelpositionen zu vermeiden, indem diese zu einer Gruppe aggregiert werden. Ein Beispiel ist der Teig in der **Schokoladenherstellung**, der bald weiterverarbeitet werden muss. Da man keine Lagerbewertung benötigt, wird die Dummybaugruppe auch bei der Produktkalkulation übersprungen (vgl. Abschnitte 3.4.2 und auch 3.9.2.3.1) [Brü 03, S. 231-241].

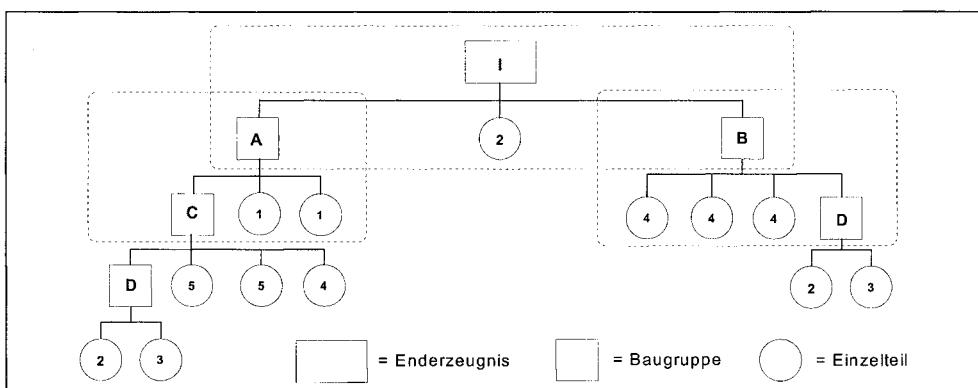


Abb. 3.5.2.3/1 Erzeugnisstruktur nach Fertigungsstufen

**Variantenstücklisten** finden vor allem in solchen Betrieben (z. B. in der **Automobilindustrie**) Verwendung, in denen ein Grundtyp eines Erzeugnisses in vielen Varianten hergestellt wird. Aus den vielen Varianten resultiert eine erhebliche Komplexität. Die Maßnahmen, hier Fehler zu vermeiden, bezeichnet man auch als **Komplexitätsmanagement**.

Variantenstücklisten bauen teilweise auf der Entscheidungstabellentechnik auf. Ihre Weiterentwicklung ist die **regelbasierte Variantenstückliste**, bei der Elemente der Expertensystem-Methodik genutzt werden [TRE 86/SCHW 96]. Beispielsweise würde in solchen Regeln festgeschrieben, welche Folgerungen für die Bestandteile der elektrischen Ausstattung eines Produkts daraus entstehen, dass in einem Exportmarkt die Stromversorgung anders als in Deutschland ist.

Im Hinblick darauf, dass in vielen Branchen versucht wird, die Vorteile der Massenproduktion in der Fertigung mit denen einer starken Kundenorientierung und -individualisierung bzw. Personalisierung zu vereinen (Mass Customization, vgl. Abschnitt 3.2.2.3), ergeben sich besondere Herausforderungen an die Entwicklung von Datenmodellen für variantenreiche Erzeugnisse. In [YEE 03] ist das Beispiel einer so genannten **Product Family Architecture (PFA)** für den **Bekleidungshersteller Esquel Enterprises Ltd.** in Hongkong beschrieben. Neben den üblichen Stücklisteninformationen (Strukturen und Mengen, mit denen untergeordnete Materialien und Baugruppen in übergeordnete eingehen) findet man auch „XOR“-Beziehungen, mit denen z. B. zum Ausdruck gebracht werden kann, dass niemals ein Steg in einem kragenlosen Hemd vorkommen kann. In einer PFA müssen ähnlich wie beim objektorientierten Ansatz des Software-Engineering auch Vererbungsmechanismen möglich sein. Wenn beispielsweise ein Textilerzeugnis als Ganzes bügelfrei oder waschmaschinenfest sein soll, muss dies für alle Komponenten gelten.

**mySAP ERP** kennt **Mehrachstücklisten**. In ihnen wird berücksichtigt, dass ein Erzeugnis durch verschiedene Produktionsprozesse hergestellt werden kann. Bei der Stücklistenposition wird gespeichert, welche Alternativen bei welchen Losgrößen vorteilhaft sind. Einen Überblick dazu und zu anderen Besonderheiten der Stücklistenspeicherung im **SAP-System** findet man bei Gronau [GRO 99, S. 83-87 und 118].

In Großunternehmen, speziell in solchen mit hoher Variantenzahl der Enderzeugnisse, kann es notwendig sein, den Teileumfang nach verschiedenen, mehr auf die Aufbauorganisation des Betriebs ausgerichteten Gesichtspunkten in Stücklisten zu gliedern. Häufig anzutreffen ist die Unterscheidung in **Verkaufs-, Konstruktions- und Produktionsstücklisten**. Beispielsweise wird in einem Automobilunternehmen die Baugruppe „Lenkung“ im Verkauf nach „Normalausführung“ und „Servolenkung“ klassifiziert, die Konstruktionsabteilung versteht darunter sämtliche mit der Lenkungsfunktion zusammenhängenden Teile, für die Fertigung gehören dagegen bestimmte Teile der Lenkung zur Baugruppe „Vorderachse“. Manchmal werden getrennte **Ersatzteilstücklisten** geführt, weil Ersatzteile gegenüber Fertigungsteilen Unterschiede aufweisen können, z. B. in der Oberflächenbehandlung, und deshalb auch eine andere Teilenummer benötigen. Eine getrennte **Versandstückliste** mag nötig werden, wenn man Maschinen oder Anlagen erst beim Kunden montiert. Es muss dann feststellbar sein, in welchen Behältern sich die einzelnen Teile befinden [GRU 89]. Eine weitere Überlegung geht dahin, **Demontagestücklisten** aufzubauen (vgl. Abschnitt 3.7.4). Diese können die Komponenten komplexer Erzeugnisse (z. B. Automobile), die bei der Entsorgung den gleichen Weg nehmen, in Gruppen zusammenfassen. Bei der computergestützten Stücklistenverwaltung gilt es, sicherzustellen, dass im Bildschirmsdialog die verschiedenen Ausführungsformen voneinander abgeleitet werden können.

Bei der Variantenkonfiguration im **SAP-System** werden eine so genannte **Maximalstückliste** und ein so genannter **Maximalarbeitsplan** angelegt [SCHE 02]. Die Maximalstückliste enthält alle möglichen Komponenten des Produkts und ähnlich der Maximalarbeitsplan alle möglichen Arbeitsvorgänge. Zwischen den Merkmalen kann ein Beziehungswissen hinterlegt werden. Wenn z. B. eine bestimmte Motorleistung ausgewählt wurde, kommt auch nur ein bestimmtes Bremsystem infrage. Bei der Erfassung des Kundenauftrages werden die Merkmale des zu konfigurierenden Erzeugnisses erfasst. Das System ermittelt dann aus der Maximalstückliste die individuelle Auftragsstückliste, die zur Produktionsplanung aufgelöst wird. Gleiches geschieht für den Arbeitsplan.

### PRAKTISCHES BEISPIEL

Die **ThyssenKrupp Information Systems** hat für die **Stahlerzeugung** eine Grunddatenverwaltung entwickelt, bei der die Maximalstücklisten gespeichert werden. Eine solche Maximalstückliste kann als Position bzw. Knoten n alternative Materialien enthalten. Über Beziehungswissen wird die korrekte Komponente ausgewählt, z. B. ein bestimmtes Blech, wenn man eine bestimmte Abmessung (Breite, Dicke) und die Farbe angegeben hat. In ähnlicher Weise setzt man „Maximalarbeitspläne“ ein, welche die Auswahl geeigneter Arbeitsgänge und Aggregate auf Basis der Merkmalswerte ermöglichen. So können etwa technisch adäquate Bearbeitungsmaschinen wie auch Zeitvorgaben aus den Abmessungen der Bleche abgeleitet werden [HOR 99/HOR 05].

Einige Großbetriebe experimentieren mit unternehmensweiten, softwareunabhängigen Datenmodellen unter Verwendung der Entity-Relationship-Methode, die auch Elemente der Stücklisten einbeziehen. Anregungen hierzu erhält man bei Vetter [VET 98].

Für viele Zwecke der betrieblichen IV ist es nützlich, die Beschreibungen eines Produktes und vor allem einer Produktvariante getrennt von dem eigentlichen Erzeugnis zu behandeln. In der Stammdatenverwaltung brauchen dann nicht mehr Materialstammsätze für jede Variante mit ihren spezifischen Merkmalskombinationen angelegt zu werden, wodurch der Speicher- und der Veränderungsbedarf wegen der erheblichen Kombinatorik „explodieren“ würden.

Eine Reihe von Funktionen können auf der Ebene der **Merkmale** durchgeführt werden. Ein Beispiel ist die Bedarfsvorhersage (etwa alle MP3-Player in grün oder mit UKW-Empfang, alle Mobil-Telefone mit Kamera, alle PKW mit Schiebedach, alle Milchspeise-Produkte mit Süßstoff-Zusatz). **SAP** nennt das „Characteristic Based Forecasting (CBF)“ [DIC 05].

Wenn ein Merkmal in der Produktion und in der Distribution einen gravierenden Engpass darstellt, wird sich auch die Verfügbarkeitsprüfung in ihren verschiedenen Erscheinungsformen, etwa ATP oder CTM (vgl. Abschnitt 4.4), auf ein solches Merkmal beschränken, z. B. wenn in der Elektronik-Fertigung CMOS-Chips immer wieder ein Engpass sind.

Auch die Entscheidung, welche Erzeugnisse man aufgrund der Absatzplanung auf Vorrat („kundenanonym“) oder welche nur nach Kundenbestellung produziert, bis hin zur Festlegung des Kundenauftrags-Entkopplungspunktes (vgl. Abschnitt 3.5.2.2) mag man von solchen Merkmalen abhängig machen.

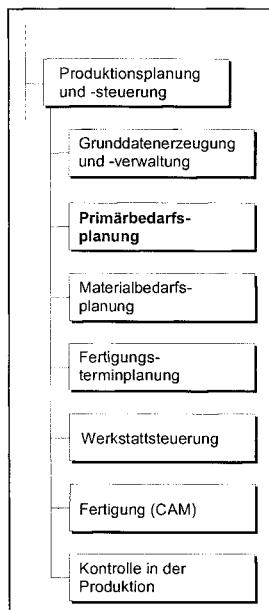
Statt einzelner Merkmale kann auch eine kleinere Zahl von gut definierbaren Merkmalskombinationen einer Prognose bzw. Planung zu Grunde gelegt werden. In der **Fahrzeugindustrie** sind das z. B. die so genannten Pakete (etwa „Sicherheitspaket“ mit Antiblockiersystem, Airbag, Schleuderschutz oder „Sportpaket“ mit Spoiler, härterer Federung, Sportlenkrad usw.).

In manchen Branchen ist der Produktionsprozess noch nicht so gut beherrscht, dass ein Erzeugnis mit bestimmten Merkmalen in Auftrag gegeben werden kann und dieses dann auch tatsächlich entsteht. Dies gilt z. B. für bestimmte Qualitäten von **Edelstahl** (vgl. Abschnitt 3.6.2), **Wälzlagern**, die mit sehr engen Toleranzen gefertigt werden müssen (vgl. Abschnitt 3.6.2), oder die „zweite Wahl“ in der **Textilindustrie**. In solchen Konstellationen liefert erst die Qualitätskontrolle Aufschluss darüber, in welche Merkmalsklasse ein Produkt oder ein Produktionslos einzusortieren ist. Naturgemäß spielt das vor allem dort eine Rolle, wo die Merkmale stetige und nicht diskrete Ausprägungen haben.

Invertiert man die Stückliste, so erhält man den **Teileverwendungs-** bzw. **Materialverwendungs-nachweis**. Ihm ist für eine bestimmte Materialposition zu entnehmen, in welche Baugruppen und Enderzeugnisse sie eingehet. Man benötigt ihn z. B., wenn der einzige Lieferant eines Fremdbezugs-teils Lieferschwierigkeiten hat und die Folgen für die eigene Auftragsabwicklung festgestellt werden müssen. Ferner dient er Rationalisierungsmaßnahmen (vgl. Abschnitt 3.1.3).

Die seit langem eingeführte Unterscheidung von Stücklisten und Arbeitsplänen wird zum Teil wieder aufgehoben. Man gelangt dann zu **Produkt-Prozess-Modellen (PPM)**. Ausführungen und Beispiele findet man bei [STA 05b]. Eine Weiterentwicklung von PPM-Modellen ist die **Production Data Structure** von SAP, die sowohl für innerbetriebliche PPS-Systeme als auch für die Planung in Liefernetzen (vgl. Abschnitt 4.4) herangezogen werden kann. Zusätzlich zu den Erzeugnisstrukturen und den Arbeitsplänen können dort auch Hinweise zur Fabrikorganisation, insbesondere die Verkettung einzelner Arbeitsstationen bei der Fließfertigung, abgelegt werden.

### 3.5.2.4 Primärbedarfsplanung



Die Primärbedarfsplanung sorgt für einen groben Abgleich zwischen gewünschten Absatz- bzw. Produktionsmengen und vorhandenen Fertigungskapazitäten. Eine frühzeitige Abstimmung von Kapazitätsangebot und -bedarf soll die Überlastung der Werkstattsteuerung durch unrealistisch geplante Produktionsaufträge verhindern und damit an einem wichtigen PPS-Problem ansetzen.

Durch Investition in Kapazitäten, Einplanung von Überstunden, verstärkten Fremdbezug oder auch durch Reduktion der geplanten Absatzmengen kann gegebenenfalls verhindert werden, dass in der Produktion der nächsten Monate zu viele Engpässe entstehen, die Kapitalbindung wächst, Liefertermine versäumt werden usw.

Um den Kapazitätsbedarf des geplanten Absatzprogramms zu ermitteln, existieren verschiedene Verfahren, deren Anwendbarkeit vom Mengengerüst des einzelnen Betriebs abhängt [MER 92].

Das System der **SAP AG** verwendet unter anderem so genannte Grobplanungsprofile, die in einer Matrix die Ressourcenbeanspruchung durch ein Erzeugnis oder eine Produktgruppe abbilden [HEI 90]. Die Perioden sind spaltenweise, die beanspruchten Ressourcen zeilenweise abgetragen. Der Begriff Ressource umfasst nicht nur Personal- und Maschinenkapazitäten, sondern jedes begrenzt vor-

handene Einsatzmittel. Ein Matrix-Element sagt somit aus, wie viele Einheiten einer Ressource das betrachtete Erzeugnis in welcher Periode verbraucht.

Wichtigste Eingaben:	Prognoseparameter
Wichtigste Anzeigen und Ausdrucke:	Primärbedarfe
Wichtigste Dialogfunktionen:	Simulation alternativer Produktionsprogramme (Veränderung von Absatzmengen und Kapazitäten)
Nutzeffekte:	Rationalisierung der Produktionsprogrammplanung, Abstimmung Kapazitätsangebot und -bedarf rechtzeitig möglich, weniger Terminverschiebungen, weniger Engpässe

Abb. 3.5.2.4/1 Primärbedarfsplanung

Weil bereits bei mittleren Betrieben das Mengengerüst der Produktion eine Primärbedarfsplanung mit unverdichteten Daten enorm erschwert, wenn nicht verhindert, ist erwähnenswert, sich auf Engpasskapazitäten und Materialien bzw. Erzeugnisse zu konzentrieren, die gravierenden Einfluss auf den gesamten Produktionsprozess haben. Das **SAP-System** enthält unter anderem folgende Funktionalitäten, um die Primärbedarfsplanung auch bei größerer Erzeugnisvarianz und anderen ungünstigen Bedingungen flexibel zu halten:

- 1) Leiterteileplanung: Bestimmte Enderzeugnisse und wichtige Baugruppen werden als Leiterteile gekennzeichnet. Nur diese plant man mit verfeinerten Methoden.
- 2) Planung auf unterschiedlichen Stücklistenebenen, z. B.:
  - a) Es wird aus der geplanten Produktion der Leiterteile der Bedarf auf der unmittelbar darunterliegenden Stücklistenstufe errechnet, jedoch die weitere Stücklistenstruktur nicht „nach unten durchwandert“. Dies spart Rechenzeit, hält die Planung transparent und vermeidet die so genannte „MRP-Nervosität“ auf den unteren Stufen, wo sich auch leichtere Änderungen auf der Enderzeugnisebene über multiplikative Verknüpfungen (viele Teile pro Fertigprodukt) stark auswirken können. Theoretische Betrachtungen dazu stellen Schneider, Buzacott und Rücker an [SCHN 05].
  - b) Man plant auf der Ebene der obersten Baugruppen, jedoch nicht deren Endmontage zum Kundenprodukt („Vorplanung ohne Endmontage“ [DIT 06, S. 55]). Der Montageprozess wird erst durch den Kundenauftrag angestoßen. Dies trägt dem Problem Rechnung, dass bei kundenwunschorientierter Fertigung auf der Enderzeugnisstufe eine große Vielfalt existiert, sodass dort auch die statistische Basis nicht gesichert werden kann. Beihalten diese heterogenen Endprodukte aber viele gemeinsame Baugruppen, so hat man auf der zweitobersten Stücklistenstufe günstigere Planungsvoraussetzungen.
- 3) Merkmalsvorplanung: Der Planprimärbedarf des Produktes wird mit Einsatzwahrscheinlichkeiten für die Variantenteile versehen. Zum Beispiel geht man davon aus, dass 30 Prozent der zu fertigenden Telefone einen eingebauten Anrufbeantworter haben [DIT 06, S. 58]. Diese Form kommt dann infrage, wenn konfigurierbare Erzeugnisse angeboten werden, auch bei der Mass Customization (vgl. Abschnitt 3.2.2.3).

Weitere Hilfsmittel der Primärbedarfsplanung sind Module zur Absatzprognose, zur Simulation (um unterschiedliche Produktionsprogramme zu bewerten), Matrizenrechnungen, wie sie in Band 2 im Zusammenhang mit der Unternehmensplanung dargestellt sind, und Routinen zur Verdichtung der Detailinformationen. Soweit das Mengengerüst nicht zu groß und zu kompliziert ist, kommen Modelle der mathematischen Programmierung infrage [STA 98]. Nach einer Analyse von Fandel u.a. enthielten 1997 in etwa 15 Prozent aller untersuchten

PPS-Systeme Modelle der linearen Programmierung zur Primärbedarfsplanung [FAN 97, S. 136].

Die Primärbedarfsplanung ist in engem Zusammenhang mit dem **MRP II-Konzept** zu sehen [WIG 84/MER 92]. MRP II steht für „Manufacturing Resource Planning“. Die Zahl „II“ dient der Unterscheidung zum Material Requirements Planning (Materialbedarfsplanung, MRP I, siehe unten). Konzeptionell umfasst MRP II die Primärbedarfsplanung und die nachfolgend beschriebenen Module der Produktionsplanung und -steuerung.

Abbildung 3.5.2.4/2 zeigt den schematischen Ablauf der Primärbedarfsplanung innerhalb eines MRP II-Konzepts [FOX 84]. Dabei wird auf den oberen Planungsebenen mit stark verdichteten Positionen (z. B. Produkthauptgruppen) gearbeitet. Beim Übergang zum Primärbedarf (**MPS, Master Production Schedule**) leitet man daraus die Planzahlen für die einzelnen Teile ab, die dann auch den Lagerbeständen gegenübergestellt werden können.

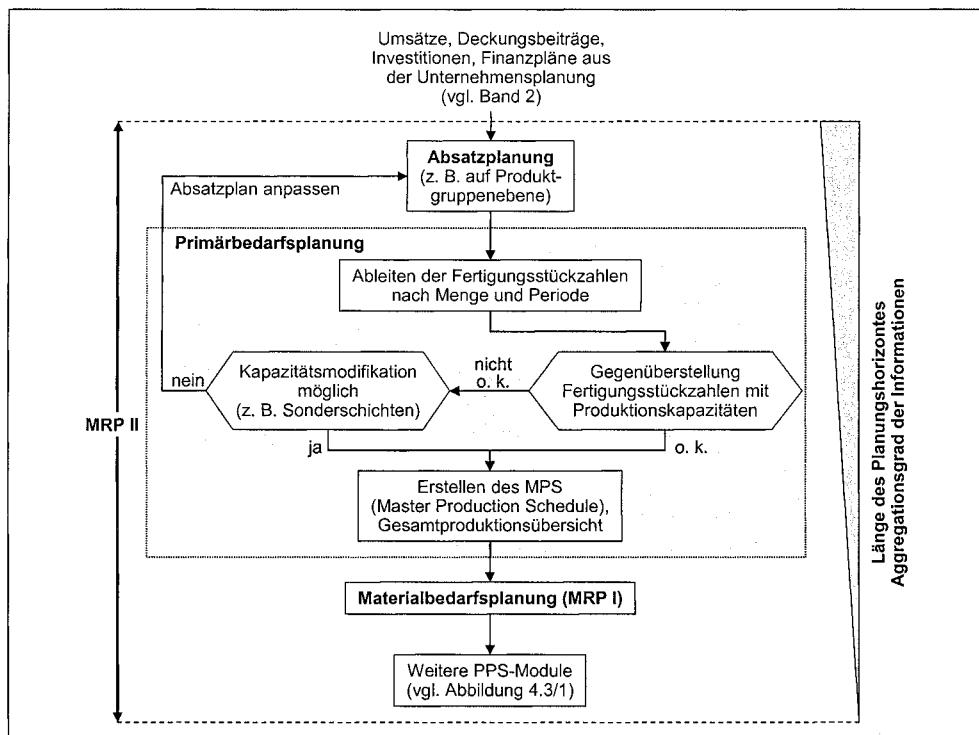


Abb. 3.5.2.4/2 Schematischer Ablauf in einem MRP II-Konzept

Das skizzierte Vorgehen ist interaktiv. Bei Voß und Woodruf [VOS 03] findet man einen Algorithmus, der es unter bestimmten Bedingungen erlaubt, einen guten oder optimalen Plan automatisch zu generieren.

Das MRP II-Konzept betont deutlich das Bestreben, die Kapazitäten genau zu dimensionieren bzw. auszulasten („Ressourcenökonomie“). Man mag das als Ausfluss einer gewissen „Philosophie“ in der amerikanischen Unternehmensführung deuten. Hingegen dominieren in anderen Kulturreihen andere Planungsansätze. Nach einer Studie von Türk [TÜRK 99] beispielsweise liegt in Deutschland der Akzent mehr auf MRP I, und in Japan werden Steue-

rungen auf der Grundlage flexibler Fertigungssysteme in den Vordergrund gerückt. (Wir haben hier ein Beispiel der Kultur-Bezogenheit von IV-Systemen.)

Mit fortschreitender Plan-Realisierung lösen die eintreffenden Kundenaufträge die Planungen ab („Plan Consumption“, „Forecast Consumption“ [DIC 06, S. 83-92]). Das Anwendungssystem sollte in dieser Phase hochrechnen und Warnungen ausgeben, wenn die Planmengen wahrscheinlich nicht ausreichen oder eine Überbevorratung droht.

In Abbildung 3.5.2.4/3, Figur (a), trifft in der Periode 25 ein großer Kundenauftrag ein. Es ist nun festzulegen, ob dieser Auftrag als Realisierung der geplanten Auftragseingänge 1 und/oder 2 und/oder 3 und/oder 4 betrachtet wird. Beispielsweise könnte der Kundenauftrag die Planmengen 2 und 3 „absorbieren“. Das System würde dann schließen, dass der Planauftrag 1 nicht mehr erfüllt sei, während ein späterer Kundenauftrag gegen Planauftrag 4 zu verrechnen wäre. Da Planauftrag 1 als zu optimistisch gewertet wird, würde dies in einem integrierten System zur Folge haben, dass (im Sinne eines Regelkreises) in der nächsten Periode vorsichtiger geplant wird. So geschieht es im **SAP-System**.

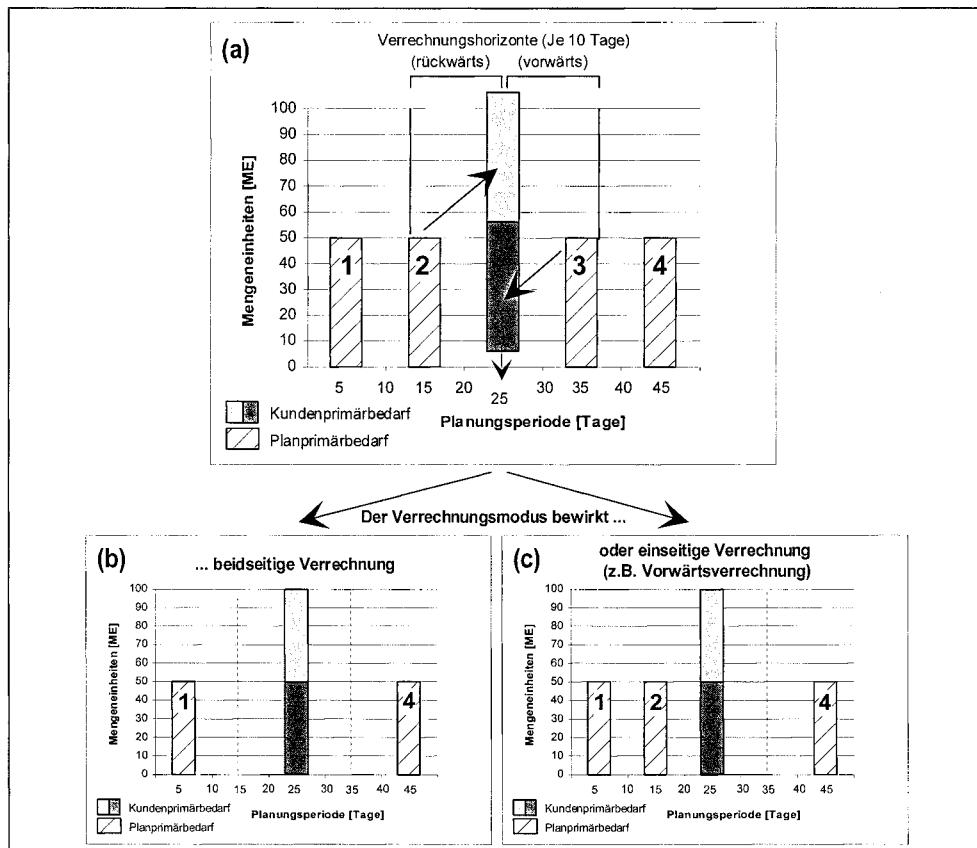


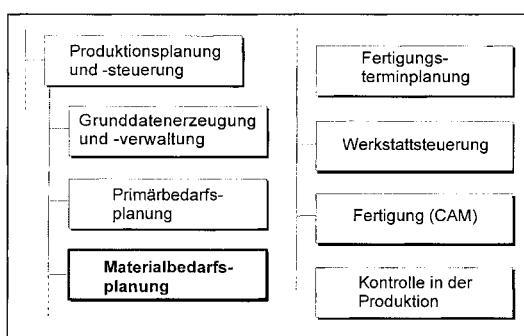
Abb. 3.5.2.4/3 Verrechnung von Kundenaufträgen und Planaufträgen [DIT 06, S. 90]

Durch Verrechnungsparameter kann der Disponent bei der Systemparametrisierung („Customizing“) bestimmen, ob nur frühere Planaufträge (im Beispiel 1 und 2), nur spätere (3 und

4), nur solche innerhalb einer Toleranzgrenze (2 und 3) oder Kombinationen dieser Alternativen der Verrechnung zu Grunde liegen sollen.

In Simulationsstudien anhand von **mySAP ERP** wurde gezeigt, dass eine unglückliche Parameter-Regulierung zu außerordentlich hoher Kapitalbindung in der Fertigung führen kann. Bei [DIT 06] findet man Einstellhinweise dazu.

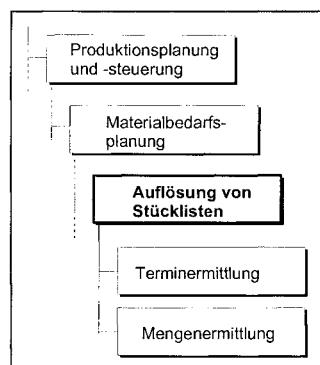
### 3.5.2.5 Materialbedarfsplanung (MRP I)



Die von der Auftragserfassung und/oder Absatzplanung bereitgestellten Brutto-Endproduktbedarfe müssen in der ersten Phase der Produktionsplanung unter Verwendung von Stücklisten in ihre Bestandteile bis hin zum Verpackungsmaterial zerlegt werden.

Die sich aus der Auflösung ergebenden Bruttobedarfe werden den vorhandenen Lager- und Werkstattbeständen gegenübergestellt. Das Ergebnis sind die periodengerechten Nettobedarfe.

#### 3.5.2.5.1 Auflösung von Stücklisten



Aufgabe der Erzeugnisstrukturauflösung ist es, aus dem nach Menge und Termin bekannten Bedarf eines übergeordneten Teils den Bedarf eines untergeordneten Teils abzuleiten. Dabei ist zunächst zu entscheiden, nach welchem Verfahren die Auflösung im engeren Sinne geschehen soll. Die Auflösung von Strukturstücklisten kann nach dem Fertigungsstufen-Verfahren oder nach dem Dispositionsstufen-Verfahren organisiert sein:

1) Beim **Fertigungsstufen-Verfahren** erfolgen die Bedarfsrechnung und der Abgleich des errechneten Bruttobedarfs mit den Lagerbeständen für jedes Teil in der Reihenfolge der Fertigungsstufen. Da manche Teile in verschiedenen Fertigungsstufen auftreten können (z. B. die Baugruppe D und die Teile 2, 3, 4 in Abbildung 3.5.2.3/1), müssen die Bedarfe eines Teils auf jeder Stufe ihres Vorkommens mit den vorhandenen Beständen abgeglichen werden. Dies bedingt einen erhöhten Verarbeitungsaufwand (z. B. wiederholte Zugriffe auf ein und denselben Materialstammsatz bzw. Vormerksspeicher). Es kann auch zu Fehlern in der Auftragsdisposition kommen, wenn ein vorhandener Lagerbestand dem Bedarf einer hohen Fertigungsstufe zugeordnet wird, während man die Bedarfe niedriger Stufen, die meist zeitlich früher bereitgestellt werden müssen, eigens neu fertigt.

2) Beim **Dispositionsstufen-Verfahren** werden die gesamte Bruttobedarfsrechnung und der Abgleich mit den Beständen nach Dispositionsstufen durchgeführt. Als Dispositionsstufe eines Teils bezeichnen wir die unterste Fertigungsstufe im gesamten Produktspektrum, auf der dieses Teil vorkommt. In Abbildung 3.5.2.5.1/1 ist die Stückliste aus Abbildung 3.5.2.3/1 nach Dispositionsstufen umorganisiert.

Die Dispositionsstufen-Methode vermeidet die oben genannten Probleme des Fertigungsstufen-Verfahrens. Ein Nachteil ist darin zu sehen, dass jedes Teil bei seiner Einspeicherung in den Dispositionsstufenaufbau einzugliedern und durch ein Stufenmerkmal (im Materialstammsatz) zu kennzeichnen ist. Hierdurch kann der Änderungsdienst erschwert werden.

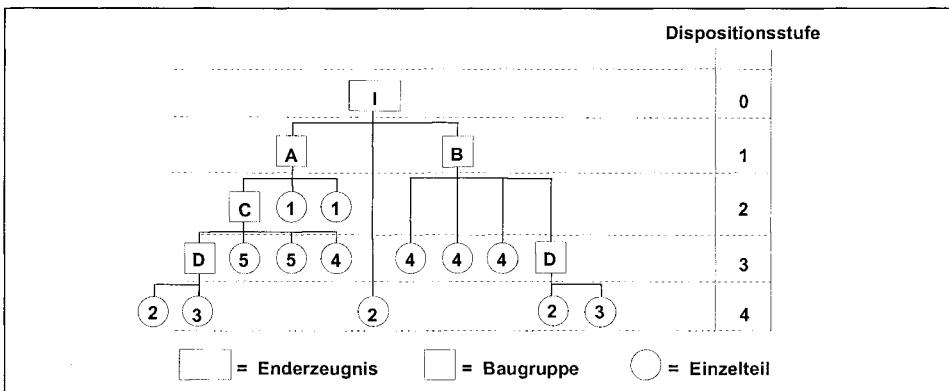


Abb. 3.5.2.5.1/1 Erzeugnisstruktur nach Dispositionsstufen

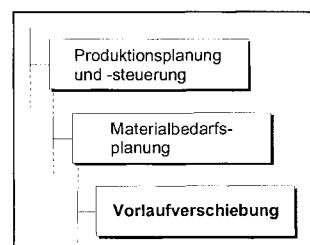
Eine weitere Differenzierung von Bedarfsauflösungsverfahren erfolgt danach, ob stets der ganze Primärbedarf aufgelöst wird oder ob sich die Auflösung auf die Ermittlung von Bedarfsänderungen (**Differenzplanung** oder **Net-change-Prinzip**) (vgl. z. B. [RÜC 92]) beschränkt. Die Differenzplanung ist programmtechnisch komplizierter, spart aber besonders bei großen Datenbeständen Verarbeitungszeit. Eine Variante des Net-change-Prinzips, die im **SAP-System** benutzt werden kann, besteht darin, dass nur bis zu einem parametrisierbaren Horizont neu disponiert wird.

Schließlich ist im Zusammenhang mit der programmgesteuerten Bedarfsermittlung von Bedeutung, ob die Möglichkeit des Online-Eingriffs besteht, wobei der Sachbearbeiter z. B. nach Abarbeitung einer Dispositionsstufe noch einen Zusatzbedarf einfügen kann, um eine momentan schlecht ausgelastete Kapazitätseinheit zu füllen.

In Produktionsbereichen mit **chemischen und physikalischen Umwandlungsprozessen** entspricht der Stücklistenauflösung die **Ausbeuterechnung**. Wegen der unter Umständen sehr diffizilen Abhängigkeiten von Schwankungen der Rohstoffqualität und vom Zustand der Apparaturen ergeben sich jedoch viele Besonderheiten. Nähere Hinweise findet man bei Hahn und Laßmann [HAH 99].

### 3.5.2.5.2 Vorlaufverschiebung

Die bei der Stücklistenauflösung ermittelten Sekundärbedarfe einer niedrigeren Stufe müssen auf der Zeitachse um eine bestimmte Strecke in Richtung Gegenwart „verschoben“ werden. Diese Vorlaufzeit entspricht im einfachsten Fall der Durchlaufzeit auf der höheren Produktionsstufe: Wenn ein Endprodukt I zum Werkskalendertag 187 abzuliefern ist und die Zeit zur Montage (= höchste Produktionsstufe) 15 Tage beträgt, müssen die zu montierenden Baugruppen spätestens am Werkskalendertag 172 (= 187 - 15) von der zweithöchsten Produktionsstufe bereitgestellt werden; unter dem Gesichtspunkt der Bedarfsplanung heißt



dies, dass der entsprechende Bedarf an den Baugruppen zum Werkskalendertag 172 auftritt. Die Durchlaufzeit pro Produktionsstufe  $i$  lässt sich in Abhängigkeit von der Bedarfsmenge  $Q$  mithilfe folgender Formel errechnen:

$$t_d = \sum_{j=1}^m (t_{r,j} + Q_i \cdot t_{b,j} + t_{u,j}) \text{ mit}$$

- |       |   |
|-------|---|
| $t_d$ | = Durchlaufzeit in der Produktionsstufe $i$             |
| $t_r$ | = Rüstzeit  |
| $t_b$ | = Bearbeitungszeit (Stückzeit)                          |
| $t_u$ | = Übergangszeit   |
| $Q$   | = Bedarf der Stufe                                      |
| $m$   | = Anzahl der Arbeitsgänge pro Produktionsstufe und Teil |
- } pro Arbeitsgang  $j$  einer Produktionsstufe

Die Daten zu dieser Berechnung erhält das Programm durch Zugriffe auf die verschiedenen Arbeitsgänge der Arbeitsplandatei.

Bei der Vorlaufverschiebung kann sich zeigen, dass Materialien bereits in der Vergangenheit hätten bereitgestellt (d. h. eingekauft oder produziert) werden müssen. Es tritt damit ein ähnliches Problem auf wie bei der Durchlaufzeitverkürzung beschrieben (vgl. Abschnitt 3.5.2.6.1). Das System **mySAP ERP** schaltet in dieser Situation von einer Rückwärts- auf eine Vorwärtsterminierung um, wobei man aber in Kauf nimmt, dass komplizierten Vernetzungen von Arbeitsgängen nicht genügend Rechnung getragen wird. Dies ist dann erträglich, wenn ein Arbeitsgang nicht unbedingt auf die Bereitstellung von Halbfabrikaten durch eine davor liegende Operation angewiesen ist, weil für die betreffende Komponente ausreichend Sicherheitsbestand existiert.

### 3.5.2.5.3 Ermittlung der Bruttobedarfe

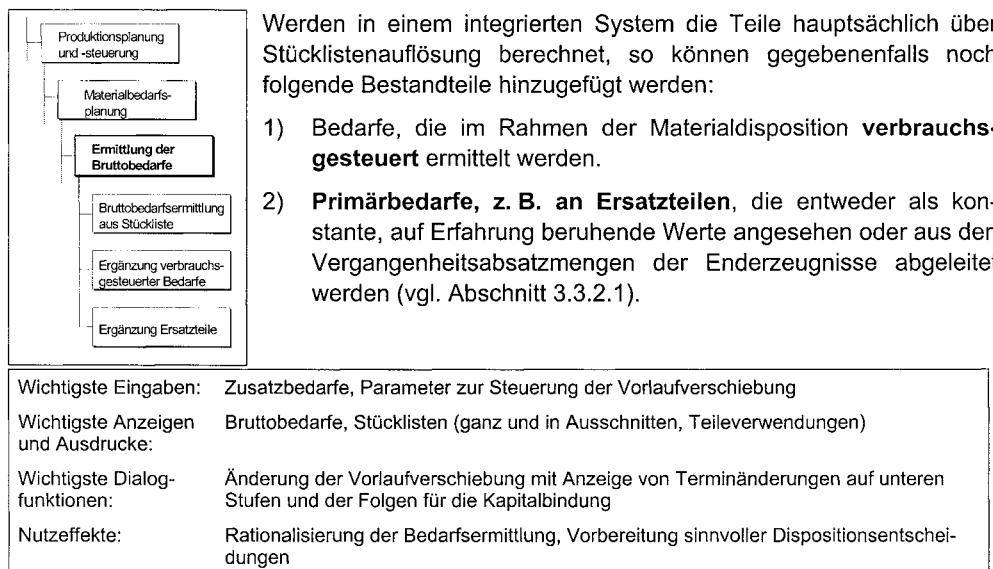
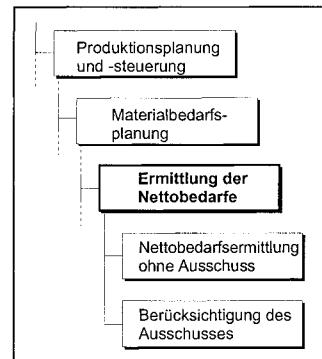


Abb. 3.5.2.5.3/1 Stücklistenauflösung und Bruttobedarfermittlung

### 3.5.2.5.4 Ermittlung der Nettobedarfe

Nach der Errechnung der Bruttobedarfe einer Stufe werden diese den Lagerbeständen gegenübergestellt. Je nach Verfeinerung der Lagerbestandsführung (vgl. Abschnitt 3.4.3) ergeben sich bei der Nettobedarfsermittlung unterschiedliche Vorschriften, nach denen vom Bruttobedarf Bestände abgesetzt werden.

- 1) Wird für die Komponenten ein Werkstattbestand geführt, so ist bei der Nettobedarfsermittlung der Teile neben dem Lagerbestand auch der **Werkstattbestand** periodengerecht vom Bruttobedarf der Baugruppe zu subtrahieren.
- 2) Bei kritischen Teilen kann neben den normalen Lagerbeständen ein **Reservierungsbestand** für geplante Aufträge gehalten werden, der z. B. im Anschluss an die Verfügbarkeitskontrolle (vgl. Abschnitt 3.5.2.6.3) gebildet wird. Diese Reserve mindert den Nettobedarf des Auftrags, für den sie angelegt wurde.
- 3) Allgemeine, d. h. nicht einzelnen Aufträgen zugewiesene **Sicherheitsbestände** dürfen beim Übergang vom Brutto- zum Nettobedarf nicht subtrahiert werden.
- 4) Erwartet man in einer bestimmten Periode den **Zugang einer bestellten Lieferung** (aus Eigenfertigung oder Fremdbezug), so kann diese als Bestellbestand bei der Nettobedarfsermittlung vom Bruttobedarf periodengerecht abgezogen werden.



Das Ergebnis der Abgleichsrechnung sind die für den Planungszeitraum ermittelten Nettobedarfe.

Wichtigste Eingaben:	
Wichtigste Anzeigen und Ausdrucke:	Nettobedarfe, Ausschussprozentsätze, Ausnahmemeldungen
Wichtigste Dialogfunktionen:	
Nutzeffekte:	Rationalisierung der Bedarfsermittlung, Vorbereitung sinnvoller Dispositionentscheidungen

Abb. 3.5.2.5.4/1 Nettobedarfsermittlung

Der **Zusatzbedarf für Ausschuss** wird meist wie folgt bestimmt: Das System beobachtet den anfallenden Ausschuss, und zwar entweder über die getrennt registrierten zusätzlichen (ungeplanten) Entnahmen vom Lager (vgl. Abschnitt 3.4.3) oder über die Differenzen zwischen entnommenen Teilen des Lagers der untergeordneten Stufe und den Ablieferungen von Baugruppen der übergeordneten Stufe an das nächstreifere Lager. Der Ausschuss wird ins Verhältnis zur Gutmenge gesetzt, wobei sich folgender Ausschussfaktor  $F_a$  ergibt:

$$F_a = \frac{\text{Ausschuss}}{\text{Nettobedarf} - \text{Ausschuss}}$$

Diesen Faktor braucht man in der Regel nur in bestimmten Zeitintervallen zu überprüfen. Er kann, falls Änderungen eingetreten sind, mithilfe der Exponentiellen Glättung fortgeschrieben werden. Der Zusatzbedarf für Ausschuss errechnet sich dann durch Multiplikation des Nettobedarfs mit  $F_a$ .

Bei ausgeprägter **Entsorgungsplanung** (vgl. Abschnitte 3.7.4 und [RAU 97]) ist oft mit hinreichender Genauigkeit abzuschätzen, welche Rezyklate in die Produktion zurückfließen. Diese können wie ein Bestellbestand berücksichtigt werden.

Abbildung 3.5.2.5.4/2 zeigt Schema und Zahlenbeispiel einer Brutto- und Nettobedarfsrechnung für eine Baugruppe mit einigen der von uns oben aufgezeigten Besonderheiten. Der Vollständigkeit halber wurde bei der Darstellung auch die Zusammenfassung der Nettobedarfe in Losen berücksichtigt.

Während der Nettobedarfermittlung können einfachere **Analyse-Module** mitlaufen und Hinweise auf **Ausnahme-Konstellationen** geben, z. B. wenn der erforderliche Starttermin von Aufträgen in die Vergangenheit fällt, Bestellungen offen sind, obwohl dem Bedarf genügend Lagerbestand gegenübersteht, oder eine offene Bestellung nicht ausreicht, den Periodenbedarf zu decken (es muss versucht werden, die Bestellmenge zu erhöhen).

Perioden-Nr.	1	2	3	4	5	6
Gesamter Sekundärbedarf einer Baugruppe (aus Stücklistenauflösung)	700	550	1300	800	900	700
+ Verbrauchsgesteuerter Bedarf	270	400	300	140	340	250
+ Primärbedarf (Ersatzteile)	130	200	100	60	160	50
= <b>Bruttobedarf</b>	1100	1150	1700	1000	1400	1000
Lagerbestand	3000					
- Sicherheitsbestand	300					
- Reservierungen *)	900					
= Verfügbarer Lagerbestand	1800	1800	700		300	600
Bestellbestand	900					
- Erwarteter Ausschuss (10%)	90					
- Zugänge aus Recycling		50			100	
= Disponierbarer Bestellbestand	810			450	360	
= <b>Nettobedarf (Zwischensumme)</b>	-	400	1250	340	700	1000
+ Zusatzbedarf (gerundet) für Ausschuss (10%, Faktor 0,11)	-	44	137	37	77	110
= <b>Erweiterter Nettobedarf</b>	-	444	1387	377	777	1110
Losgrößenbestimmung	-	▼▼	-	-	▼▼	-
	-	2208	-	-	1887	-

\*) Dieser Reservierungsbestand wird in den Perioden 4 und 5 zu verfügbarem Lagerbestand.

Periodengerechter Bedarf für die weitere Verplanung bzw. Auflösung

Abb. 3.5.2.5.4/2 Schema einer Brutto- und Nettobedarfsrechnung

### 3.5.2.5.5 Bündelung der Nettobedarfe

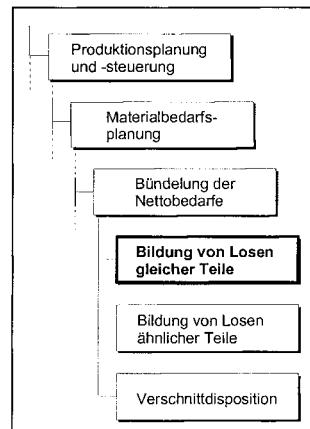
Wichtigste Eingaben:	Losgrößenverfahren, Parameter (z. B. Höchst-Bevorratungszeit, Bestellkosten, Rundungsvorschriften)
Wichtigste Anzeigen und Ausdrucke:	Ermittelte Lose, Verschnittpläne
Wichtigste Dialogfunktionen:	Änderung von Parametern der Losgrößenbildung mit Anzeige der Kosten und der Bevorratungsdauer, Bündelung von ähnlichen Teilen
Nutzeffekte:	Rationalisierung der Produktionsplanung, Minimierung der losgrößenabhängigen Kosten, Durchlaufzeitverkürzung, optimale Verschnittdisposition, Nutzung der Möglichkeiten einer Teilefamilienbildung

Abb. 3.5.2.5.5/1 Losgrößenermittlung (bei Eigenfertigung)

### 3.5.2.5.5.1 Bildung von Losen gleicher Teile

Bei der Berechnung von Produktionslosen im Rahmen der mengenmäßigen Planung von Produktionsaufträgen können grundsätzlich jene Verfahren verwendet werden, die wir bereits im Lagerhaltungs- und Beschaffungssektor bei der Bildung von Einkaufslosen erwähnt haben (vgl. Abschnitt 3.3.2.3). Zusätzlich zu den im Lagerhaltungssektor schon behandelten Besonderheiten der Losgrößenrechnung sind in der Produktionsplanung noch folgende Varianten und Probleme zu berücksichtigen:

- 1) Wenn im Materialstammsatz ein Änderungs- oder Auslauftermin gespeichert ist, muss verhindert werden, dass man mehr fertigt, als bis zu diesem Termin verbraucht wird.
- 2) Es werden Parameter gesetzt und abgefragt, die Grenzen zu bestimmten Mindest- oder Höchstlosgrößen fixieren. **Mindestlosgrößen** können z. B. erwünscht sein, wenn festgestellt wurde, dass im mittel- oder langfristigen Durchschnitt der Rüstzeitanteil in einer Produktionsstätte zu hoch war und dadurch zu viel Fertigungskapazität verloren ging. Falls aber kurzfristige Kapazitätsengpässe zu überwinden sind, kann sich die Festlegung von **Höchstlosgrößen** empfehlen, z. B. gemessen in der Zeitstrecke, über die Zukunftsbedarfe zu einem gegenwärtig aufzulegenden Los „gerafft“ werden dürfen. Dadurch erreicht man, dass die gegenwärtig knappe Kapazität nicht zu stark durch die Produktion für zukünftige Bedarfe belegt wird. Auch aus Lagerkapazitäts- oder Liquiditätsgründen können Höchstlosgrößen ratsam sein.



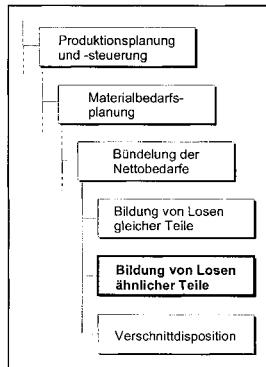
Nachdem einerseits durch moderne Fertigungstechnologien die Rüstzeiten bzw. -kosten an Bedeutung verlieren, die Lagerhaltungskosten wegen hoher Realzinsen, Lagerraumkosten, rascher technischer Veralterung und Verderb eher an Gewicht zunehmen und schließlich immer kürzere Durchlaufzeiten angestrebt werden, tendieren viele Betriebe in einer Reihe von Branchen, etwa im **Maschinenbau**, zu minimalen Losgrößen. Wie Knolmayer und Lemke [KNO 90] in einer detaillierten Simulationsuntersuchung gezeigt haben, ist diese Politik vor allem bei höheren Kapazitätsauslastungsgraden nicht ungefährlich. In anderen Branchen, z. B. in der **Halbleiter- oder allgemeinen Elektro-**, der **Chemie-, Pharma-** oder **Stahlindustrie**, sind die Rüstzeiten nach wie vor sehr hoch. Bei hoch automatisierten DNC-Drehbänken in einem Nürnberger Werk der **Siemens AG** betragen sie z. B. 150 Minuten (bei einer Drehzeit pro Stück von nur 15 Minuten). Der Verzicht auf situationsbezogene Optimierungsrechnungen kann also zu unnötigen Kosten führen [KNO 92], [PRE 05].

Theoretisch interessant ist der Ansatz des **OPT-Verfahrens** (Optimized Production Technology) [COX 98], [DET 97], [GOL 90], [JAC 84], [MUL 98]. Um nach Möglichkeit keinerlei Kapazität von Engpassmaschinen zu verlieren, wird dort mit großen, an nicht kritischen Arbeitsstationen hingegen mit kleinen Losen gearbeitet (vgl. auch Abschnitt 3.5.2.7.3.5).

In Unternehmen, in denen kurze Durchlaufzeiten an relativer Bedeutung im Vergleich zu minimalen Produktionskosten gewinnen, ist es erwägenswert, so genannte **durchlaufzeitminimale Losgrößen** zu ermitteln. Zimmermann zeigt, wie dies mithilfe der Warteschlangentheorie möglich ist. Grundüberlegung ist folgende: Bei großen Losen steigen die mittleren Durchlaufzeiten der gesamten Produktion an, weil sich das Risiko erhöht, dass während der Bearbeitung eines großen Losen an einem Engpass Folgemaschinen unausgelastet bleiben

und dadurch Produktionskapazität eingebüßt wird. Hingegen führen sehr kleine Lose dazu, dass Produktionskapazität für Umrüstvorgänge geopfert wird, was ebenfalls durchlaufzeitverlängernd wirkt [ZIM 87].

### 3.5.2.5.5.2 Bildung von Losen ähnlicher Teile



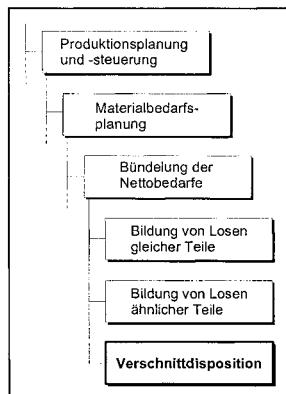
In Betrieben, die wirtschaftliche Losgrößen durch Zusammenziehen von mehreren Bedarfswerten eines Teils nicht bilden können, z. B. weil keine Mehrfachverwendung eines Teils vorkommt und gleiche Sachnummern nur sehr selten zu mehreren Terminen hintereinander angesprochen werden, oder in Unternehmen, die verstärkt flexible Fertigungssysteme einsetzen (vgl. Abschnitt 3.5.2.8), mag eine wirtschaftliche Produktionsmenge durch Zusammenziehen von Bedarfswerten ähnlicher Komponenten zu einer Teilefamilie erreicht werden. Voraussetzung für dieses Zusammenziehen ist, dass sich die Teile nacheinander ohne nennenswerte zusätzliche Rüstzeit fertigen lassen. Dann kann man eine Programmkomponente Losbildung nach Teilefamilien vorsehen, die im Wesentlichen der gewöhnlichen Losbildung entspricht.

Derartige Verfahrensbausteine sind jedoch nur dann verwendbar, wenn über die Teilenummer, eine Relation oder eine Verkettung die zusammengehörenden Teile einer bestimmten Familie erkannt werden können.

### 3.5.2.5.5.3 Verschnittdisposition

Das Verschnittproblem tritt vor allem in der **Glas-, Kunststoff-, Leichtmetall-, Papier- und Textilindustrie** auf, wo es gilt, gegebene Kunden- oder Produktionsaufträge so zu kombinieren, dass möglichst wenig Verschnitt anfällt. In der **Flachglasindustrie** empfiehlt es sich, die Reihenfolge, in der die Scheiben verpackt werden, schon beim Schneiden zu berücksichtigen. Folgt auf einem Gestell eine große Scheibe auf eine wesentlich kleinere, so könnte die Verpackung instabil werden [LAS 01].

Für die Lösung des Verschnittminimierungsproblems existiert eine Reihe von Algorithmen. Eine Übersicht über zugehörige Softwarepakete – gegliedert nach branchenspezifischen Anforderungen – geben Dyckhoff und Finke [DYC 92].



Wir wollen nun anhand eines praxisbezogenen Beispiels [MEY 96, S. 8-10] die Lösung eines Verschnittminimierungsproblems mithilfe der linearen Programmierung aufzeigen:

Ein Betrieb erzeugt bei jedem Maschinenlauf 10 m lange und 40 cm breite Bahnen eines Spezialpapiers, die anschließend auf eine vom Kunden gewünschte Breite geschnitten werden. Für die Planungsperiode liegen vier Kundenaufträge vor: 5 Bahnen à 20 cm, 2 Bahnen à 16 cm, 5 Bahnen à 8 cm und 12 Bahnen à 6 cm Breite, alle in einer Länge von 10 m. Aus einer Reihe von möglichen Produktionsaufträgen gilt es nun die Kombination herauszufinden, mit der der Materialverlust, der beim Zuschneiden entsteht, minimiert wird. Schritte des Algorithmus sind:

- 1) Man versucht möglichst systematisch, alle effizienten Zuschnittalternativen aufzulisten. Eine Zuschnittsalternative ist eine Möglichkeit, eine 40-cm-Bahn so zu teilen, dass min-

destens eine der nachgefragten Bahnen entsteht; „effizient“ heißt eine Alternative, wenn aus dem abgeschnittenen Material kein weiterer Kundenauftrag befriedigt werden kann. Abbildung 3.5.2.5.5.3/1 zeigt alle 17 effizienten Alternativen im Beispiel. Die Werte in den Zeilen geben an, wie viele kundenspezifische Bahnen beim Zerschneiden einer fertigten Bahn von 40 cm Breite entstehen.

Nachfrage	Zuschnittalternative																	erforderlich
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
20 cm	2	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
16 cm	0	1	0	0	0	2	2	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	2
8 cm	0	0	2	1	0	1	0	3	2	1	0	5	4	3	2	1	0	5
6 cm	0	0	0	2	3	0	1	0	1	2	4	0	1	2	4	5	6	12
Abfall m <sup>2</sup>	0	0,4	0,4	0	0,2	0	0,2	0	0,2	0,4	0	0	0,2	0,4	0	0,2	0,4	

Abb. 3.5.2.5.5.3/1

Effiziente Zuschnittalternativen

- 2) Nun ist zu entscheiden, welche der Alternativen als Produktionsauftrag ausgeführt werden soll. Dazu führen wir mit der Entscheidungsvariablen  $x_j$  ( $j = 1, 2, \dots, 17$ ) die gesuchte Anzahl der Realisationen einer effizienten Zuschnittalternative  $j$  ein und mit  $u_i$  ( $i = 1, 2, 3, 4$ ) eine mögliche Überschussproduktion (in Anzahl der Bahnen) bei den vier nachgefragten Abmessungen. (Es kann gezeigt werden, dass mit der Überschussproduktion, die mangels Auftrag zunächst gelagert wird, der Gesamtabfall eventuell geringer ausfallen kann als bei strenger Beachtung der Nachfrage.) Mit den  $x_j$ ,  $u_i$  und den Koeffizienten bzw. Konstanten aus Abbildung 3.5.2.5.5.3/1 lautet das LP-Modell zur Bestimmung eines optimalen Zuschnittplans:

$$\text{Zielfunktion: } Z = 0,4x_2 + 0,4x_3 + 0,2x_5 + 0,2x_7 + 0,2x_9 + 0,4x_{10} + 0,2x_{13} + 0,4x_{14} + 0,2x_{16} + 0,4x_{17} + 2u_1 + 1,6u_2 + 0,8u_3 + 0,6u_4 \rightarrow \min!$$

Nebenbedingungen:

$$2x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 - u_1 = 5$$

$$x_2 + 2x_6 + 2x_7 + x_8 + x_9 + x_{10} + x_{11} - u_2 = 2$$

$$2x_3 + x_4 + x_6 + 3x_8 + 2x_9 + x_{10} + 5x_{12} + 4x_{13} + 3x_{14} + 2x_{15} + x_{16} - u_3 = 5$$

$$2x_4 + 3x_5 + x_7 + x_9 + 2x_{10} + 4x_{11} + x_{13} + 2x_{14} + 4x_{15} + 5x_{16} + 6x_{17} - u_4 = 12$$

$$x_1, x_2, \dots, x_{17}, u_1, u_2, u_3, u_4 \geq 0, \text{ ganzzahlig}$$

Dieses Modell hat mehrere optimale Lösungen, nach denen 7 Bahnen zu fertigen sind und  $Z = 3,6 \text{ m}^2$  Abfall entstehen. Eine Lösung ist:  $x_1 = 3$ ,  $x_6 = 1$ ,  $x_{11} = 1$ ,  $x_{15} = 2$ ,  $u_1 = 1$ ,  $u_2 = 1$ ; alle anderen  $x_j$  und  $u_i = 0$ . Die Zuschneideanweisung für diese Lösung lautet dann also: „Zerschneide 3 Bahnen in je 2 20-cm-Streifen; eine Bahn in 2 16-cm- und einen 8-cm-Streifen; eine Bahn in einen 16-cm- und 4 6-cm-Streifen; 2 Bahnen in je 2 8-cm- und 4 6-cm-Streifen. Lagere je einen Streifen von 20 cm und 16 cm Breite.“

In Branchen, in denen das Verschnittproblem auftaucht, sehen die Lieferbedingungen oft vor, dass in bestimmten Grenzen über- oder unterliefert werden kann. Eine sinnvolle Zielsetzung ist dann, den **relativen** Verschnitt als Quotienten zwischen Verschnitt und Liefermenge zu minimieren. Da nun sowohl Verschnitt als auch Liefermenge zunächst unbekannt sind, ergibt sich ein nichtlinearer Ansatz, speziell ein Ansatz der Quotientenprogrammierung.

Wie schon das obige Rechenbeispiel zeigt, muss die Verschnittoptimierung auf Materialbestandsdaten zugreifen.

### PRAKTISCHES BEISPIEL

*Für die Stahlwerke Ergste-Westig GmbH wurde ein System entwickelt, bei dem die unter anderem vom Kunden nach Kilogramm und Breite definierten Streifen aus Rollen von Feinbandstahl geschnitten werden. Das System sucht zunächst geeignete Chargen und ist hierzu mit einem SAP-System integriert. Die rechnergestützte Materialsuche kann sich über verschiedene Lagerorte erstrecken (vgl. Abschnitt 3.4.3). Anschließend wird das Problem durch ein Modell der ganzzahligen linearen Programmierung gelöst. In einem gesonderten Post-Processing wird jedes einzelne Schnittmuster daraufhin überprüft, ob es fertigungstechnische Restriktionen, z. B. bezüglich der Banddicke, verletzt [STE 04].*

Besondere Probleme entstehen in der **Textilindustrie**, weil dort kaum rechteckige Teile vorkommen, sondern kurvige Muster, z. B. für Hemden-Rückenteile. Folgende Lösung ist denkbar [RIE 77]: Zunächst gilt es, eine Datenbank mit Schnitt- bzw. Archivbildern (Schnittbildarchiv) aufzubauen. Bei der Bearbeitung eines Auftrags sucht ein spezielles CAD-System aus dem Archiv das am ehesten passende Schnittmuster heraus. Gleichzeitig wird ein Vorschlag unterbreitet, ob dieses Muster der Produktion zu Grunde gelegt oder ein individuelles entwickelt werden soll. Hierzu zieht das Anwendungssystem unter anderem auch die Kriterien „Kosten für Schnittbild-Neuerstellung“ und „Materialkosten“ heran: Wenn aufgrund eines ungünstigen Schnittbilds viel Stoffabfall pro Stück entsteht, fällt dieser Verschnitt bei einem kleinen Auftrag im Vergleich zu den Kosten eines neuen Schnittbilds weniger ins Gewicht. Bei einem Großauftrag kehrt sich die Situation um.

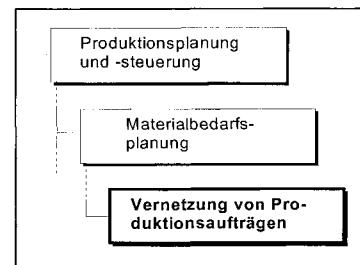
Sind auf einer bestimmten Produktionsstufe Verschnittdispositionen zu treffen, so können sie wie folgt in die IIV eingegliedert werden:

- 1) Bei der Bedarfsauflösung der höheren Stufe wird das benötigte Vormaterial nach Menge, Art (z. B. Papierqualität, Metalllegierung) und Dimension spezifiziert.
- 2) Auf der betrachteten Stufe werden zunächst die Bruttobedarfe den Lagerbeständen gegenübergestellt und damit Nettobedarfe gewonnen.
- 3) Wenn der Nettobedarf ermittelt ist, wird mithilfe des Verschnittminimierungsmodells versucht, möglichst günstige Verschnittkombinationen zu finden.
- 4) Die gefundenen Verschnittkombinationen bestimmen das benötigte Vormaterial und damit den Ausgangspunkt der Bedarfsermittlung für die nächste Stufe.
- 5) Eventuell kann sofort ein NC-Programm für die Werkzeugmaschine generiert werden (ein Beispiel für die Produktion von **Heizkörpern** findet man in [HEI 80]).

#### 3.5.2.5.6 Vernetzung von Produktionsaufträgen

Durch die Bedarfszusammenfassung und die im vorhergehenden Kapitel behandelte Losgrößenbildung werden in den Nettobedarfen der Baugruppen und Einzelteile die Bedarfe für die verschiedensten Baugruppen höherer Stufen, Enderzeugnisse und Kundenaufträge vereint. Grundsätzlich ist es durch Wiederholung der Bedarfsauflösung möglich, diese Zusammenfügung jederzeit nachzuvollziehen. Jedoch kann es wünschenswert sein, die Information, welcher Bedarf und damit welcher Produktionsauftrag bzw. welche Fremdbestellung zu welchem Bedarf auf den höheren Stufen gehört, durch eine einfache Datenbankabfrage zu erhalten. Anlässe hierfür sind:

- 1) Es treten bei einem Produktionsauftrag Verzögerungen auf. Dann muss ermittelt werden, welcher Kunde davon betroffen sein wird oder welche Teilmenge bei einer eventuell notwendig werdenden Spaltung eines Loses vorerst zurückgestellt werden kann.
- 2) In manchen Branchen ist es für das Werkstattpersonal während des Fertigungsprozesses wichtig zu wissen, in welche Enderzeugnisse oder Kundenaufträge eine gerade bearbeitete Materialposition einmünden wird, weil man dann schwierige Ad-hoc-Entscheidungen leichter treffen kann, z. B. wenn ein Teil qualitativ gerade an der Grenze zwischen „gut“ und „unbrauchbar“ liegt und sich die Frage stellt, ob man es Ausschuss werden lassen soll.



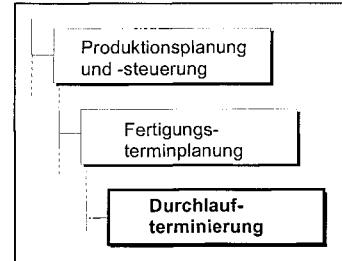
In solchen Fällen wird man bei der Datenorganisation Sorge tragen, dass die Zusammenhänge leicht rekonstruiert werden können.

Eine Weiterführung der hier beschriebenen Vernetzung, die vor allem für das Lieferketten-Management infrage kommt, ist das Pegging (vgl. Abschnitt 4.4).

### 3.5.2.6 Fertigungsterminplanung

#### 3.5.2.6.1 Durchlaufterminierung

Das Ergebnis der in den vorhergehenden Kapiteln behandelten Programmbausteine sind die in einem bestimmten Planungszeitraum zu fertigenden Lose. Dabei ist bekannt, wann der durch sie repräsentierte Bedarf gedeckt sein muss, mit anderen Worten: Man kennt den spätestmöglichen Fertigstellungstermin der Produktionsaufträge. Über die Vernetzung (vgl. Abschnitt 3.5.2.5.6), die letztlich die Erzeugnisstruktur widerspiegelt, stellt das System die gegenseitige Abhängigkeit der Endtermine fest. Es ergibt sich eine netzplanartige Struktur, wie sie z. B. in den Abbildungen 3.5.2.6.1/2 und 3.5.2.6.1/3 dargestellt ist.



Aufgabe der Terminierung ist es nun, die Produktionsaufträge und ihre einzelnen Arbeitsgänge so einzuplanen, dass die Endtermine erreicht werden. Man kann die Funktion der Durchlaufterminierung auch so begreifen, dass aus den geplanten **Endterminen** der Betriebsaufträge **Beginntermine** der Arbeitsgänge **abzuleiten** sind. Das Programmmodul Durchlaufterminierung legt dazu mithilfe der in der Arbeitsplandatei gespeicherten Informationen fest, welche Arbeitsgänge und welche Betriebsmittel für die Herstellung bzw. Montage eines Auftrags notwendig sind und wie lange ein Betriebsmittel, ein Arbeitsplatz oder eine andere Kapazitätseinheit dadurch zeitlich belastet wird. Dabei werden nur die Verknüpfungen des Netzplans berücksichtigt, jedoch keine Kapazitätsgrenzen. Abbildung 3.5.2.6.1/1 zeigt Phasen der Durchlaufterminierung und ihre Einbettung in die PPS-Vorgangskette.

Die Durchlaufterminierung vernetzter Aufträge kann **progressiv** oder **retrograd** erfolgen.

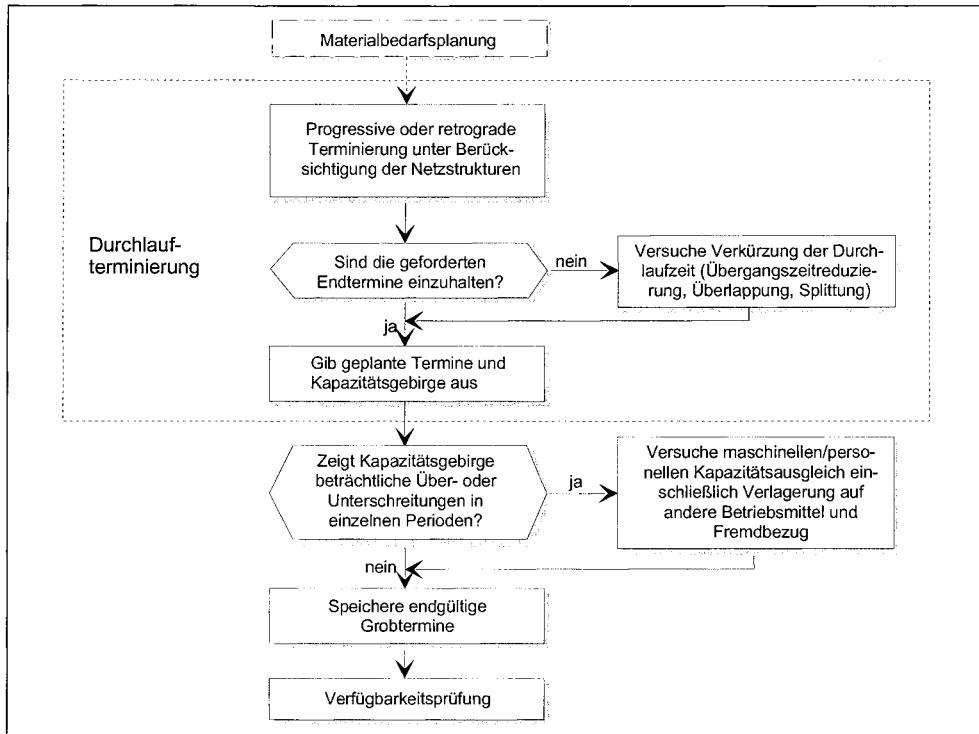


Abb. 3.5.2.6.1/1 Phasen und Integrationsbeziehungen der Durchlaufterminierung

Die **Vorwärtsterminierung** (progressives Verfahren) ermittelt, startend mit der Gegenwart, im Zeitablauf vorwärts schreitend den Endtermin des Auftrags, indem Operation für Operation dem Verlauf der Fertigung entsprechend aneinander gereiht wird. Das progressive Verfahren hat den Nachteil, dass alle Komponenten so früh wie möglich, d. h. in vielen Fällen früher als notwendig, produziert und dann unter Umständen gelagert werden, wodurch unnötig hohe Lagerzeiten entstehen. Abbildung 3.5.2.6.1/2 zeigt diesen Sachverhalt für den Fall, dass die drei Produktionsaufträge A, B und C (Teilefertigung) abgeschlossen sein müssen, bevor der Produktionsauftrag M (Montage) beginnen kann.

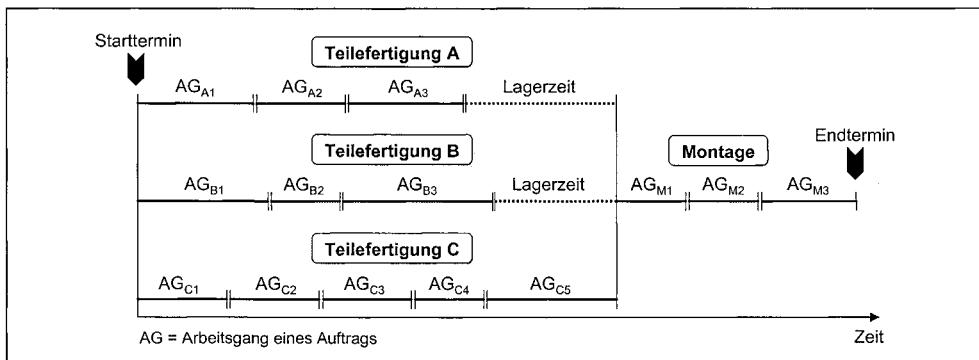


Abb. 3.5.2.6.1/2 Vorwärtsterminierung

Die **Rückwärtsterminierung** (retrogrades Verfahren) bestimmt, ausgehend von einem vorgegebenen Endtermin, die notwendigen Starttermine der Arbeitsgänge, die dann den Charakter von Spätest-Startterminen haben (vgl. Abbildung 3.5.2.6.1/3). Jeder Auftrag soll so spät begonnen werden, dass eine rechtzeitige Fertigstellung zum vorgegebenen Ablieferungstermin gerade noch möglich ist. Dadurch wird der Nachteil des progressiven Verfahrens vermieden, jedoch die Gefahr heraufbeschworen, dass bei einer Störung des Produktionsprozesses (z. B. durch Maschinenausfall) der gewünschte Endtermin nicht eingehalten werden kann. Im Zuge der Bemühungen, die Kapitalbindung zu minimieren, wird die retrograde Methode der progressiven oft vorgezogen.

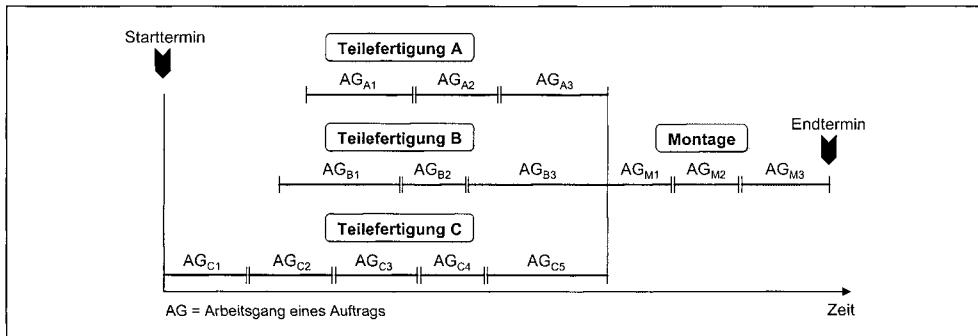
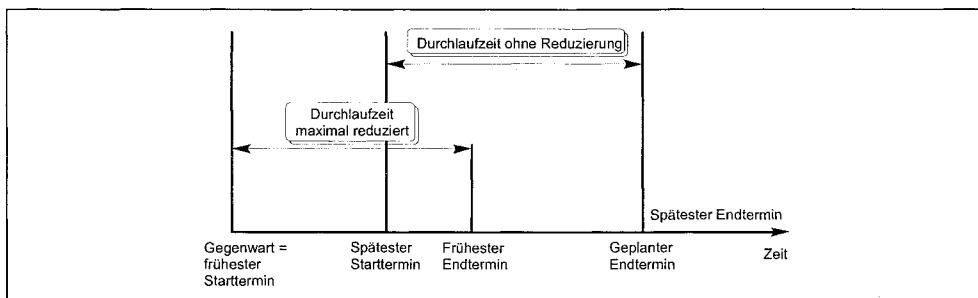


Abb. 3.5.2.6.1/3 Rückwärtsterminierung

Eine Kombination aus Vorwärts- und Rückwärtsterminierung stellt die **Mittelpunktsterminierung** dar. Der Zeitpunkt eines bestimmten Arbeitsgangs wird fix vorgegeben, z. B. weil es sich um einen Engpass handelt. Von diesem Punkt aus werden die vorhergehenden Operationen rückwärts- und die nachfolgenden vorwärtssterminiert.

Wenn genügend Spielraum vorhanden ist, liegt zwischen den aus Vorwärts- und Rückwärtsterminierung gewonnenen Anfangsterminen eine Pufferzeit, die ausgewiesen und für die weiteren Dispositionen – etwa auf dem Fertigungsleitstand (Abschnitt 3.5.2.7.2) – nutzbar gemacht werden kann. Die Pufferzeiten werden wie folgt bestimmt: Ausgehend vom geplanten Endtermin wird der späteste Starttermin ermittelt. Dann wird vorwärtssterminiert, wobei das Programm alle in der Durchlaufzeit enthaltenen Liege- bzw. Wartezeiten soweit als möglich reduziert (vgl. unten). Man erhält so den frühesten Endtermin. Die Differenzen zwischen den jeweils frühesten und spätesten Terminen bilden die Puffer, innerhalb derer Termine verschoben werden können, wenn es aus Kapazitätsgründen erforderlich ist (siehe Abbildung 3.5.2.6.1/4).



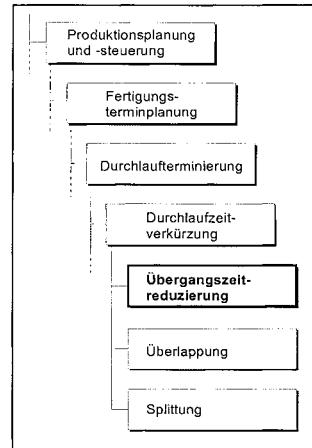
3.5.2.6.1/4 Puffer für Terminverschiebungen

Wir wollen jetzt annehmen, dass entweder bei einer Vorwärtsterminierung der Wunschtermin (Kundenwunschtermin oder Termin der Ablieferung an eine höhere Lagerstufe) nicht erreichbar ist oder dass man bei der Rückwärtsterminierung „hinter die Gegenwart gelangt“. Dann müssen Maßnahmen zur **Durchlaufzeitverkürzung** eingeleitet werden.

Wichtigste Eingaben:	Parameter zur Politik bei der Kapazitätsveränderung und zur Übergangszeitreduzierung/Splittung/Überlappung
Wichtigste Anzeigen und Ausdrucke:	Mittelfristige Kapazitätsbelastungsübersicht (Kapazitätsgebirge), Betriebsaufträge, die zur Überlast beitragen, terminlich kritische Fertigungsaufträge, Vorschläge zu Übergangszeitreduzierung/Splittung/Überlappung, Ausweicharbeitsplätze, grobterminierter Ablauf der Fertigungsaufträge
Wichtigste Dialogfunktionen:	Verlagerung von Betriebsaufträgen mit Anzeige des Kapazitätsgebirges und der Verstärkungen
Nutzeffekte:	Rationalisierung der Produktionsplanung, gleichmäßige Kapazitätsauslastung, Vermeidung von Überstunden, Termsicherheit

Abb. 3.5.2.6.1/5 Durchlaufterminierung (einschließlich Kapazitätsausgleich)

### 3.5.2.6.1.1 Übergangszeitreduzierung



Die Tatsache, dass bei vielen Produktionsprozessen die eigentliche Bearbeitungszeit nur einen Bruchteil der gesamten Durchlaufzeit eines Loses ausmacht, führt dazu, dass bei drohenden Terminverzögerungen zunächst versucht wird, die übrigen Elemente der Durchlaufzeit – in der Regel die Übergangszeit – zu verkürzen. Die Übergangszeit setzt sich meist aus einer Reihe von Komponenten zusammen:

- 1) Wartezeit, bevor ein Arbeitsgang begonnen wird (diese Wartezeit ist von der Kapazitätsauslastung abhängig, wird aber vereinfachend meist als konstant angenommen)
- 2) Prozessbedingte Liegezeit vor dem Arbeitsgang (Rüstzeit, z. B. zum Anreißen)
- 3) Prozessbedingte Liegezeit nach dem Arbeitsgang (Abrüstzeit, z. B. zum Abkühlen)
  
- 4) Wartezeit auf Kontrolle
- 5) Zeit zur Kontrolle
- 6) Wartezeit auf Transport
- 7) Transportzeit zum nächsten Arbeitsplatz

Je nach den Besonderheiten der Fertigung wird man die Differenzierung der Übergangszeit unterschiedlich weit treiben. Wenn die Kontrolle bedeutsam ist und von spezialisierten Mitarbeitern vorgenommen wird, sollte dafür ein separater Arbeitsgang definiert werden.

Für die Berechnung und Speicherung der Übergangszeit gibt es verschiedene Möglichkeiten:

- 1) Die Übergangszeit wird als Prozentsatz der Stückzeit des vorigen Arbeitsgangs bzw. der gesamten Bearbeitungszeit des Loses angenommen. Diese Lösung kann dann sinnvoll sein, wenn die Liegezeit und Kontrollzeit überwiegen und diese Zeiten wenigstens angenähert eine Funktion der Produktionszeit sind. In diesem Fall erübrigt sich die gesonderte Speicherung der verschiedenen Übergangszeitwerte in den Stammdaten (es genügt ein einziger Faktor).

- 2) Man speichert die Übergangszeit als Stammdatum in der Arbeitsplandatei. Diese Variante empfiehlt sich, wenn Kontrollzeit und prozessbedingte Liegezeit den größten Teil der Übergangszeit beanspruchen, sich jedoch nicht, wie unter 1) angenommen, proportional zur Stückzeit verhalten und wenn mit den Arbeitsgängen auch die Betriebsmittel bestimmt sind.
- 3) Die Übergangszeiten zwischen verschiedenen Betriebsmitteln/Arbeitsplätzen werden in Form einer Matrix, vergleichbar Entfernungstabellen, gespeichert. Dieser Lösung ist der Vorzug zu geben, wenn die Transportzeiten größer sind als die übrigen Zeitkomponenten oder wenn die Übergangszeiten stark streuen und von räumlichen Bedingungen abhängen. (Beispiel: Bestimmte Arbeitsgänge werden in einem räumlich entfernten Werkteil oder bei einem Subunternehmer durchgeführt.)

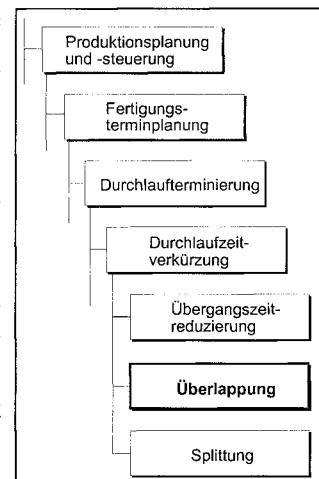
Im einfachsten Fall werden alle Komponenten um den gleichen Prozentsatz automatisch gekürzt. Dadurch rücken die Soll-Ablieferungstermine näher, Schlüsse werden reduziert. Dies mag in den nachfolgenden PPS-Phasen zu einer höheren Priorität des Auftrags führen (vgl. Abschnitt 3.5.2.6.4 und die Prioritätsregeln 5, 6 und 10 in Abbildung 3.5.2.7.3.1/1).

### 3.5.2.6.1.2 Überlappung

Bei der Durchlaufterminierung wird angenommen, dass ein Los jeweils als Ganzes auf einem Produktionsaggregat zu Ende bearbeitet wird, bevor es zum nächsten wandert. Bei Terminnot (z. B. wenn auch nach Übergangszeitreduzierung ein gewünschter Endtermin nicht mehr eingehalten werden kann) oder bei sehr kapitalintensiven Losen können jedoch die einzelnen Teile schon zum nächsten Arbeitsplatz transportiert werden, sobald sie den vorhergehenden durchlaufen haben, ohne auf die anderen Teile des Loses zu warten.

Aus technischen Gründen mag die Speicherung und Berücksichtigung der folgenden Restriktionen und Parameter sinnvoll sein:

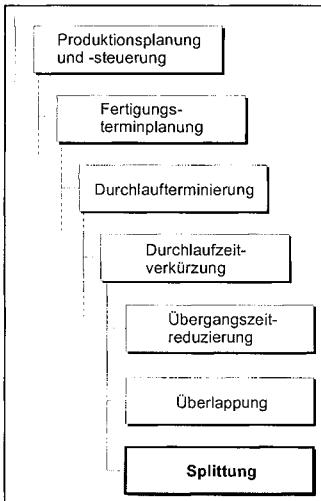
- 1) Der Überlappungsanteil soll eine gewisse Mindestzeit überschreiten, sonst lohnt sich der Mehraufwand nicht.
- 2) Der zweite Arbeitsgang soll erst dann beginnen, wenn im ersten Arbeitsgang bereits eine bestimmte Mindestweitergabemenge bearbeitet wurde, z. B. jene Menge, die einen Transportbehälter füllt.
- 3) Eine bestimmte Anzahl von Transportvorgängen darf nicht überschritten werden.



In manchen Fertigungssituationen ist es notwendig, sicherzustellen, dass verschiedene, nacheinander ablaufende Arbeitsgänge innerhalb einer bestimmten Zeitspanne beendet werden, z. B. das Glühen, das Schmieden und das Härteln. Bei großen Losen besteht die Gefahr, dass der Beginn des folgenden Arbeitsganges für die ersten Werkstücke zu spät liegt, in unserem Beispiel also, dass die geschmiedeten Werkstücke schon zu stark abgekühlt sind, bevor sie zum Härteln kommen. Für derartige Fälle sollte ein IV-System die Angabe einer zeitkritischen Durchlaufzeit, innerhalb derer die Einzeloperationen abgearbeitet sein müssen, und eine Aufteilung des Loses in „Chargen“, wobei diese Aufteilung nur für die kritischen Arbeitsgänge gilt, ermöglichen. Die im Vergleich zum Los kleinen Chargen durchlaufen die Arbeitsgänge rascher. Das System terminiert die verschiedenen aufeinander

folgenden Arbeitsprozesse an den einzelnen Chargen so, dass sie innerhalb der kritischen Zeit beendet sind.

### 3.5.2.6.1.3 Splitting



Sind z. B. innerhalb einer Maschinengruppe mehrere gleichartige Maschinen vorhanden, so kann man die zu produzierenden Mengen eines Loses gleichzeitig auf mehreren Maschinen bearbeiten. Wird ein Los auf einer Maschine gefertigt, so beträgt die dafür notwendige Zeit

$$t = t_r + t_b,$$

wobei  $t_r$  die Rüstzeit und  $t_b$  die Bearbeitungszeit sind.

Teilt man das Los auf  $n$  Maschinen auf, so ermittelt sich die neue Zeit zu

$$t' = t_r + \frac{t_b}{n},$$

sodass eine Reduzierung der Durchlaufzeit um

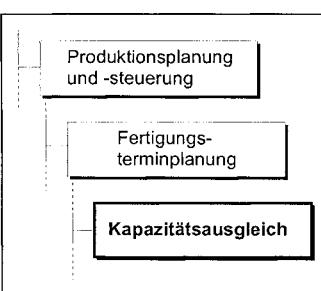
$$t - t' = t_r + t_b - t_r - \frac{t_b}{n} = t_b \left(1 - \frac{1}{n}\right)$$

erreicht wird.

Allerdings entstehen durch das Rüsten mehrerer Maschinen zusätzliche Kosten, sodass sich das Problem ergibt, Terminüberschreitungen und Kostenerhöhungen gegeneinander abzuwägen. Sofern nicht in jedem Einzelfall ein menschlicher Disponent eingeschaltet werden soll, kann man eine parametrisierbare Richtgröße vorsehen, welche Mehrkosten für die Durchlaufzeitverkürzung  $t'$  in Kauf zu nehmen sind. Sollte die Bewertung der Rüstzeiten mit Rüstkosten schwierig sein, lässt sich der Parameter so gestalten, dass er angibt, bei welchen Verhältnissen zwischen  $t_r$  und  $t_b$  eine Splitting auf 2, 3, ...,  $n$  Maschinen zulässig ist oder ab welcher Losgröße (gemessen an der Stückzahl oder Gesamtbearbeitungszeit) gesplittet werden soll.

Das Programm muss vor der Splitting prüfen, ob die notwendige Zahl von gleichartigen Maschinen und/oder Werkzeugen verfügbar ist.

### 3.5.2.6.2 Kapazitätsausgleich



Das nach der Durchlaufterminierung verschiedener Betriebsaufträge für eine Maschine bzw. eine Maschinengruppe ermittelte Kapazitätsgebirge zeigt oftmals eine stark schwankende Auslastung (Abbildung 3.5.2.6.2/1), sodass eine stärkere Glättung wünschenswert ist. Für diesen Kapazitätsausgleich sind unterschiedliche Algorithmen vorgeschlagen worden [BRA 73/BRA 03], [MEY 96, S. 133-140], [STO 68], die zwar prinzipiell in eine Stapelverarbeitung eingebettet werden können.

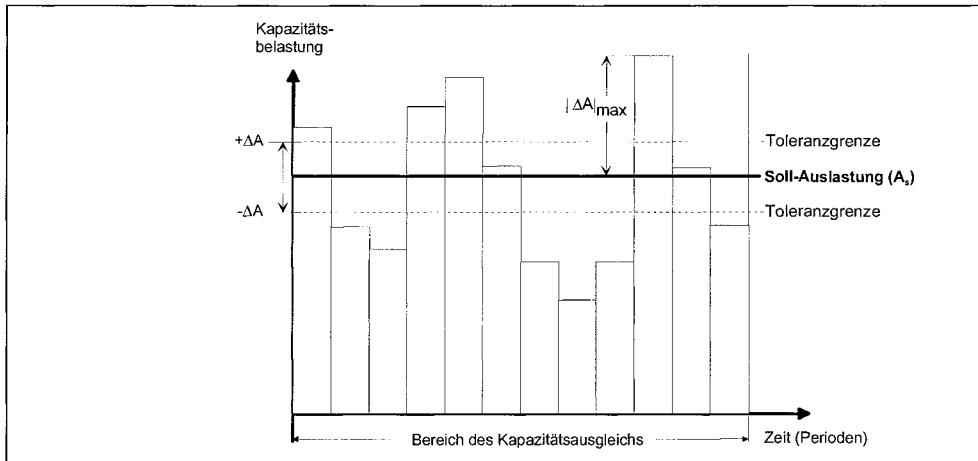


Abb. 3.5.2.6.2/1 Kapazitätsgebirge mit Abweichungen vom Soll-Wert

Wegen der vielen gleichzeitig zu berücksichtigenden Einflussgrößen (alternative Reihenfolgen oder Betriebsmittel, Vergabe an Fremdlieferanten, flexible Arbeitszeiten, terminliche Verschiebung) und auch deshalb, weil es sich um eine Mustererkennungsaufgabe handelt, die der Mensch in mancher Hinsicht besser lösen kann als ein Computer, empfiehlt es sich aber oft, die Glättung im Bildschirmdialog durchzuführen. Dazu liefert der Rechner neben dem Kapazitätsgebirge folgende Informationen:

- 1) Betriebsaufträge bzw. Arbeitsgänge, die in Perioden terminiert sind, in denen Über- oder Unterlastungen der Kapazität auftreten, neben Hinweisen auf die Verknüpfung dieser Aufträge und Arbeitsgänge mit anderen. Interessant ist in diesem Zusammenhang vor allem, ob diese Aufträge bzw. Arbeitsgänge in Terminnetzen auf dem kritischen Pfad liegen oder Pufferzeiten vorhanden sind. So kann der Planer feststellen, ob eine Verschiebung um eine bestimmte Zeitspanne Folgewirkungen auf andere Arbeitsgänge und Aufträge hat oder nicht.

Die Darstellung ist aber bei mehrstufiger Fertigung recht kompliziert, zumal wenn die genaue Lage der Belastungsspitzen von Reihenfolgeentscheidungen abhängt, die zum Zeitpunkt der Kapazitätsplanung noch nicht getroffen sind. Eine aufwändige Lösung liegt darin, sich zunächst mithilfe von Simulationen einen Überblick über die Alternativen zu verschaffen. Einige pragmatische Hinweise aus der Sicht der **SAP AG** gibt Heinrich [HEI 92].

Es mag sich empfehlen, das Belastungsprofil in Teilsummen darzustellen. Zu den Teilmengen gehören z. B. freigegebene Aufträge mit festem Endtermin, geplante Aufträge mit festem Endtermin oder noch nicht zu Aufträgen gewordene Angebote mit einer gewissen Erfolgswahrscheinlichkeit [SCHÖ 01].

Eine begrenzte Zahl von Informationen lässt sich durch Verwendung verschiedener Symbole, Schraffuren oder gegebenenfalls Farben in der grafischen Darstellung des Kapazitätsgebirges selbst unterbringen. In einem Nürnberger Werk der **Siemens AG** [PRE 05] füllt man den Teil des Kapazitätsbedarfs, der auf Aufträge für externe Kunden zurückgeht, mit dem Buchstaben K, den für Ersatzteilaufräge mit dem Buchstaben E und den für Kunden mit hoher Priorität mit dem Buchstaben P (Abbildung 3.5.2.6.2/2).

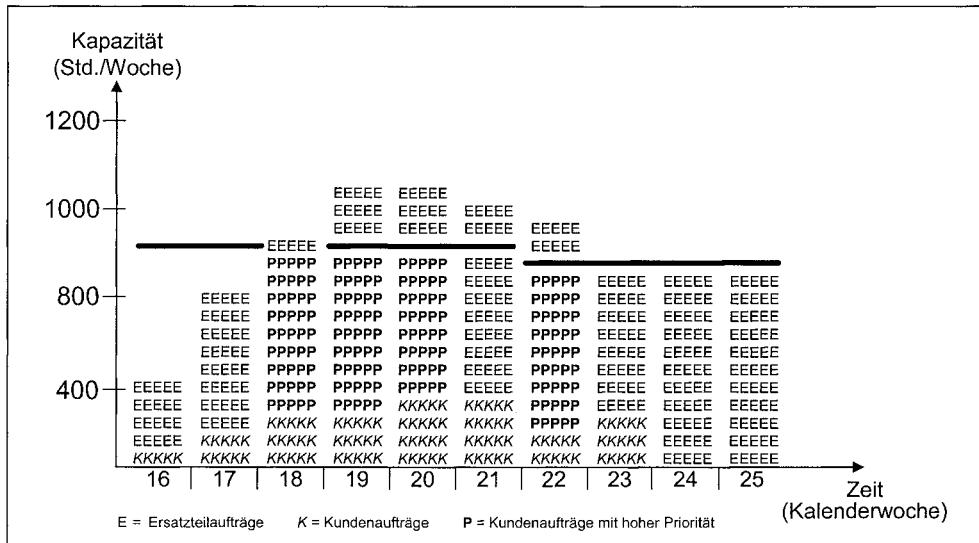


Abb. 3.5.2.6.2/2 Informationen zum Kapazitätsgebirge

- 2) Verfügbarkeit von Sicherheitsbeständen
- 3) Kosten von kapazitätserweiternden Maßnahmen, z. B. durchschnittliche Kosten einer Überstunde
- 4) Ausweichmöglichkeiten, z. B. vorübergehend stillgelegte Betriebsmittel
- 5) Kapazitätssummenkurven

Der Planer entscheidet nun vorweg, ob er entweder die Kapazität  $A_S$  (Soll-Auslastung) an den Bedarf anpassen oder erst eine Glättung im Rahmen der vorhandenen Kapazität versuchen möchte. Im zweiten Fall liegt es nahe, zum einen Über- und Unterlastungen innerhalb eines Toleranzkorridors  $+\Delta A$  unbeachtet zu lassen und zum anderen die Perioden mit der stärksten Abweichung  $|\Delta A|_{\max}$  von der vorhandenen Kapazität zuerst zu untersuchen. Bei Überlastungen ist eine Verschiebung von Tätigkeiten entweder in Richtung Gegenwart oder in Richtung Zukunft möglich. Welche Verlagerungsrichtung vorwiegend infrage kommt, kann in Anlehnung an Brankamp [BRA 73/BRA 03] von der Summenkurvendifferenz  $\Delta S_T$  abhängig gemacht werden. Die Summenkurven einer Kapazitätseinheit erhält man, indem über dem Planungszeitraum die vorhandenen und die angeforderten Kapazitäten getrennt addiert werden (Abbildung 3.5.2.6.2/3), wobei für die Ordinate ein Prozentmaßstab zu wählen ist. Wenn die Summenkurve der Kapazitätsanforderungen der Kurve der vorhandenen Kapazitäten voreilt (gestrichelte Linie), ist tendenziell bis zu dieser Periode eine Kapazitätsüberlastung gegeben, und daher werden im Zweifel Arbeitsgänge in die Zukunft verschoben. Umgekehrt erfolgt dann, wenn die Kurve der benötigten Kapazität der vorhandenen nacheilt (gepunktete Linie), eine Verlagerung in Richtung Gegenwart.

Damit die Kapazität in verschiedenen Detaillierungsgraden abgeglichen werden kann, empfiehlt es sich, das Leistungsvermögen so abzuspeichern, dass eine systematische hierarchische Verdichtung (z. B. Maschine, Maschinengruppe, Werkstatt, Werk) möglich ist. Beispiele dazu, wie dies im **SAP-System** gelingt, sind in [SAP 07] beschrieben.

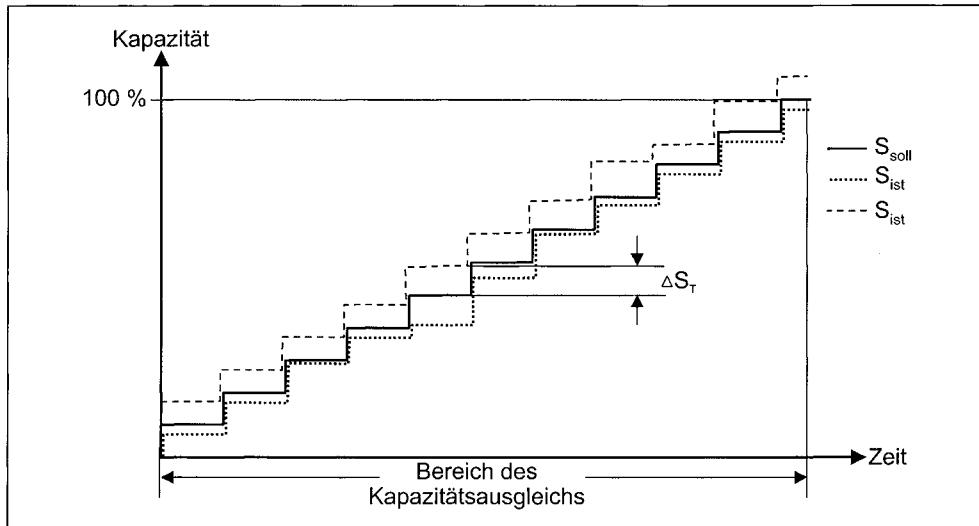


Abb. 3.5.2.6.2/3 Grafische Darstellung der Ist- und Soll-Kapazitätssummenkurven

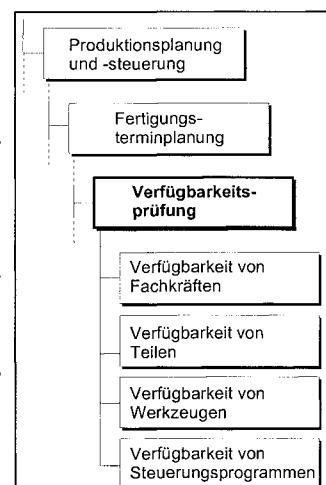
Will man bei Kapazitätsengpässen nicht nur Betriebsaufträge auf der Zeitachse verschieben, sondern andere Möglichkeiten wählen (z. B. eine bisher nicht eingeplante Maschine mit gleichen Bearbeitungsfähigkeiten, technologische Alternativen der Bearbeitung oder Vertauschung von Arbeitsgängen), so setzt dies voraus, dass derartige Ausweichmöglichkeiten in den Arbeitsplänen gespeichert sind.

### 3.5.2.6.3 Verfügbarkeitsprüfung

In integrierten Systemen besteht die Möglichkeit, im Rahmen der Terminierungsrechnung die Verfügbarkeit der benötigten Fachkräfte, untergeordneter Teile, Werkzeuge und Steuerungsprogramme zu prüfen. Besondere Probleme ergeben sich, wenn auch festzustellen ist, ob ein Maschinenbediener mit einer bestimmten fachlichen Ausbildung (skillcode) bereitsteht: In vielen Unternehmen spricht sich der Betriebsrat gegen eine Speicherung differenzierter „skill“-Merkmale aus.

In Branchen mit besonderen Auflagen, die durch Unfall- oder Umweltgefährdung oder generell durch hohe Ansprüche an Präzision und Zuverlässigkeit geprägt sind (z. B. **Pharma**, **Biotechnik**, **Gentechnik**, **Medizintechnik**, **Luft- und Raumfahrt**), zählen zu den Ressourcen, deren pünktliche Verfügbarkeit zu prüfen ist, auch die einschlägigen Dokumente.

Im einfachsten Fall wird nur festgestellt, ob der augenblicklich vorhandene Lagerbestand ausreicht, die Produktionsaufträge der Periode zu decken, für die die Feinplanung durchzuführen ist und für die Veranlassungen auszugeben sind. In verfeinerten Versionen wird die Verfügbarkeitsprüfung mit der Produktionsfortschrittskontrolle für Teile, die auf den niedrigeren Produktionsstufen hergestellt werden, bzw. mit der Bestellüberwachung kombiniert. Dadurch ist es möglich, auch Teile als verfügbar zu betrachten, die zwar noch nicht in dem Entnahmelager eingetroffen sind, jedoch rechtzeitig vor Produktionsbeginn dort erwartet werden. Unter Umständen kann das



Programm kritische Teile oder auch Werkzeuge **reservieren**. Werden im Anschluss an die Verfügbarkeitsprüfung die vorgefertigten Teile reserviert, so ist es nicht gleichgültig, in welcher Reihenfolge man für die Betriebsaufträge die Verfügbarkeit von Ressourcen feststellt [SCHE 97]. Damit sich knappe Teile oder Werkzeuge im Zweifel für die **wichtigsten** Aufträge heranziehen lassen, ist für diese als erstes die Verfügbarkeitsprüfung durchzuführen.

Ähnlich wie bei der Kapazitätsterminierung empfiehlt es sich bei der Verfügbarkeitsprüfung, möglichst aussagekräftige Informationen über Fehlteile und erwartete Ablieferungen am Bildschirm anzuzeigen, aber die weitere Veranlassung dem Disponenten zu übertragen.

Wichtigste Eingaben:	Umreservierungen, Freigabe von ungedeckten Fertigungsaufträgen
Wichtigste Anzeigen und Ausdrucke:	Ungedeckte Fertigungsaufträge, fehlende Teile, mangelnde Lieferbereitschaft von Lagern, Warnungen vor voraussichtlich mangelnder Lieferbereitschaft, Bestellungen mit Anzeige des Lieferanten, Reservierungen
Wichtigste Dialogfunktionen:	Umreservierung von knappen Teilen mit Anzeige der Kapazitätsauslastung und Terminverzögerungen
Nutzeffekte:	Verhinderung von Störungen bei der Realisierung des Produktionsplans, bessere Kapazitätsauslastung, Hinweise auf Mängel im Dispositionssystem

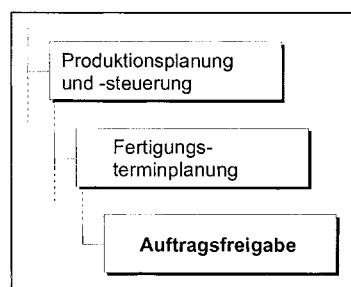
Abb. 3.5.2.6.3/1 Verfügbarkeitsprüfung

### PRAKTISCHES BEISPIEL

Im Ersatzteilwesen der **Gildemeister AG**, einem Unternehmen des **Werkzeugmaschinenbaus**, unterscheidet man zwischen aktiven (aktuelles Lieferprogramm) und inaktiven (für Altmaschinen) Ersatzteilen. Die Disposition für die Produktion erfolgt über eine Stücklistenauflösung. Mit der Auslieferung der Null-Serie erzeugt das System bereits eine spezielle Stückliste über Ersatz- und Verschleißteile, für die zunächst personell ein eigener Sicherheitsbestand (SB) eingestellt wird. Im weiteren Verlauf wird dieser SB anhand von Vergangenheitswerten und der Wiederbeschaffungszeit vom System disponiert. Für definierte Artikel, die einem sehr hohen Servicegrad unterliegen, wird ein eigens entwickeltes System eingesetzt. Dieses ermöglicht die Reservierung von Sicherheitsbeständen ausschließlich für den Ersatzteilvertrieb, ohne dass eine parallele Lagerhaltung erforderlich wäre. Hierbei wird für die Produktion und das Ersatzteilwesen der SB separat berechnet. Der Ersatzteil-Sicherheitsbestand darf für Produktionszwecke nur nach personeller Freigabe durch den zuständigen Ersatzteil-Verantwortlichen angegriffen werden [KLI 02/STE 05].

Eine hoch entwickelte Form der Verfügbarkeitsprüfung ist die so genannte **ATP-(Available-to-Promise-)Logik**. Sie spielt vor allem im Zusammenhang mit Supply Chain Management (vgl. Abschnitt 4.4) eine große Rolle und wird dort behandelt.

### 3.5.2.6.4 Auftragsfreigabe



Aufträge, für die die Verfügbarkeitsprüfung positiv verlaufen ist, sind für die eigentliche Produktion freizugeben. Das Modul „Auftragsfreigabe“ sorgt dafür, dass das zeitliche oder mengenmäßige Auftragsvolumen, welches der Werkstatt übergeben wird, bestimmte von der Kapazität abhängige Grenzen nicht überschreitet.

In einem Nürnberger Werk der **Siemens AG** setzen sich Werkstattmeister und ein Mitarbeiter des Leitstands an ein Terminal und suchen aus dem angezeigten Vorrat von „Auftragskandidaten“ diejenigen aus, die als nächstes

freigegeben werden sollen. Sie können nur so viele auswählen, dass die Belastungsschranke nicht überschritten wird [PRE 05].

Eine geeignete und sowohl theoretisch als auch empirisch gut fundierte Methode ist die **Belastungsorientierte Auftragsfreigabe**. Sie ist Bestandteil mehrerer PPS-Standardprogramme. Die Belastungsorientierte Einplanung hat ihren Ausgangspunkt bei dem folgenden Dilemma, das auch als **Lead-Time-Syndrom** [ZÄP 87] bekannt ist: Da die Durchlaufzeiten von den Ergebnissen der Produktionsplanung (z. B. der Größe der Lose und damit dem Anteil der Rüstzeiten) abhängen, muss man in der zeitlich früheren Grobplanung (Durchlaufterminierung) mit Näherungswerten arbeiten, die wegen der Unsicherheit im Allgemeinen aufgerundet sind. Dies führt zu frühzeitiger Auftragsfreigabe und dies wiederum zu großen Warteschlangen vor den Produktionsstationen bzw. zu höheren Werkstattbeständen. Wie sich mit den Hilfsmitteln der Warteschlangentheorie nachweisen lässt, steigt die mittlere Durchlaufzeit mit den mittleren Beständen. Die Konsequenz ist, dass die Aufträge noch früher freigegeben werden usw. Mit der Belastungsorientierten Auftragsfreigabe strebt man an,

- einerseits immer gerade soviel Arbeit einzuplanen, dass an den Arbeitssystemen keine Unterbeschäftigung entsteht,
- andererseits aber den Werkstattbestand möglichst gering zu halten.

Die Belastungsorientierte Freigabe arbeitet mit wenigen, statistisch fundierten Parametern [WIE 97].

Das IV-System stellt pro Kapazitätseinheit (das wird in der Regel der Arbeitsplatz sein) ständig den Belastungsverlauf und den Leistungsverlauf einander gegenüber. Der Belastungsverlauf ergibt sich aus den kumulierten Arbeitsinhalten (Rüst- und Stückzeiten) der an die Kapazitätseinheiten gegebenen Aufträge, der Leistungsverlauf aus den abgearbeiteten und rückgemeldeten Aufträgen (Abbildung 3.5.2.6.4/2). Die vertikale Differenz zwischen den Verläufen markiert die Werkstattbestände. Sie bestimmt bei gegebener Kapazität auch die Durchlaufzeit (horizontale Differenz).

Wichtigste Eingaben:	Freigabeparameter, Vorgriffshorizont, Belastungsschranke
Wichtigste Anzeigen und Ausdrucke:	Auftragsbestand vor der Werkstatt, Belastungs-/Leistungsverläufe, aktuelle Kapazitätsauslastung
Wichtigste Dialogfunktionen:	Kapazitätsauslastung bei alternativer Einplanung
Nutzeffekte:	Bessere und gleichmäßige Kapazitätsauslastung, sicherere Termineinhaltung, Verringerung der Kapitalbindung, Durchlaufzeitverkürzung in der Werkstatt

Abb. 3.5.2.6.4/1 Auftragsfreigabe

Da zum Ausgleich von Störungen und Fehlschätzungen Arbeitsvorräte („Auftragspolster“) gebildet werden sollen, teilt man eine Belastung (gemessen z. B. in Produktionsstunden) zu, die größer als das in der Planperiode abzuarbeitende Volumen ist. Das Verhältnis zwischen Belastung und Kapazität heißt Belastungsschranke und ist die zentrale Steuerungsgröße. Das System füllt nun die Kapazität unter Berücksichtigung der noch nicht rückgemeldeten alten Aufträge bis zur Belastungsschranke mit den oben genannten „Kandidaten“ an, wobei die Aufträge in der Reihenfolge ihrer Beginntermine „eingelastet“ werden.

Neben der „0/1-Entscheidung“ zwischen der völligen Freigabe eines Auftrags und der „Nicht-Freigabe“ gibt es auch Zwischenlösungen. Oft ist von einer Komponente nicht der gesamte Bedarf vorrätig, jedoch eine Teilmenge. Dann ist zu entscheiden, ob der Auftrag gar nicht, teilweise oder ganz produziert wird (im letzten Fall setzt man darauf, dass sich die fehlenden

Stücke noch nach der Freigabe beschaffen lassen). Diese Entscheidung kann man, abhängig von der Kapazitäts- und der Sicherheitssituation, einem **wissensbasierten System (WBS)** anvertrauen, das sowohl die Kapazitätslage als auch die Sicherheitsbestände und die Auftragssituation berücksichtigt. Abbildung 3.5.2.6.4/3 zeigt Regeln aus einem solchen wissensbasierten System (vgl. auch [HAR 95]).

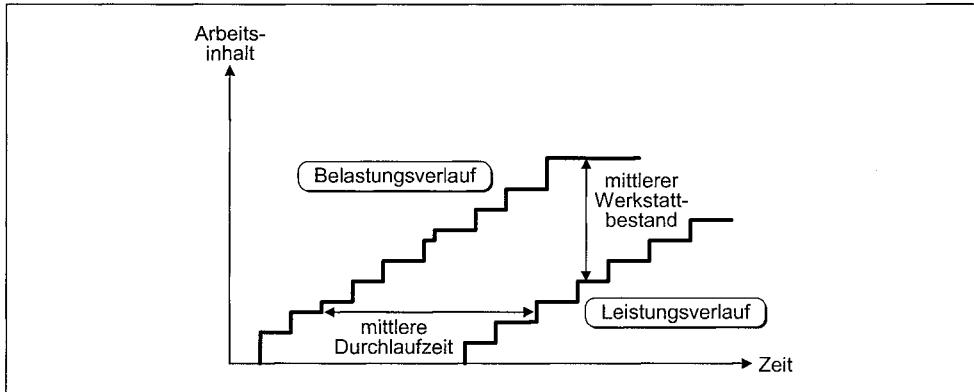


Abb. 3.5.2.6.4/2 Belastungs- und Leistungsverlauf

Sicherheitsbestand der knappen Komponenten reicht normalerweise aus	Maximale Engpasskategorie	Fehlmengen- freigabeschlüssel
nein	III	N
nein	II	M
nein	I	M
ja	III	F
ja	II	F
ja	I	F

Engpasskategorie:  
 III Betriebsmittel wird häufig zum Engpass  
 II Betriebsmittel wird manchmal zum Engpass  
 I Betriebsmittel wird selten zum Engpass

Fehlmengenfreigabeschlüssel:  
 N Keine Auftragsfreigabe  
 M Freigabe, soweit Komponenten vorrätig  
 F Vollständige Freigabe

Abb. 3.5.2.6.4/3 Regeln zur Auftragsfreigabe

### 3.5.2.7 Werkstattsteuerung

Die eingeplanten Produktionsaufträge müssen unter Berücksichtigung neuester Entwicklungen bei Terminen, personellen und maschinellen Ressourcen feindisponiert werden. Man nennt diesen Vorgang Werkstattsteuerung, Kapazitätsterminierung, manchmal auch Ablaufplanung, Produktions- oder Fertigungssteuerung. Im Gegensatz zur Durchlaufterminierung wird bei der Werkstattsteuerung nicht mehr mit der Vereinfachung „Kapazität ist unendlich groß“ operiert (vgl. Abschnitt 3.5.2.6.1). In der amerikanischen Fachliteratur bezeichnet man mit Blick auf die unterschiedlichen Prämissen zur Kapazität die Durchlaufterminierung mit „infinite load“, die Kapazitätsterminierung hingegen mit „finite load“.

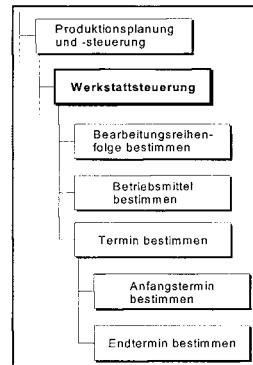
Wichtigste Eingaben:	Umdisposition, Änderungsmeldungen, Prioritäten
Wichtigste Anzeigen und Ausdrucke:	Laufkarten, Lohnscheine, Materialentnahmescheine, Materialablieferungsscheine, Arbeitsgangbeschreibungen, Bereitstellungsmeldungen, Betriebsmittelbelegungsplan, Warteschlangen vor Betriebsmitteln, Fertigungsauftragsablaufplan, Auftragsstatus, Prioritäten, KANBAN-Karten, Änderungsbelege
Wichtigste Dialogfunktionen:	Änderung von Prioritäten und Kapazitäten (Eiplanung von Eilaufträgen) mit Anzeige der Termineinhaltung und Warteschlangen, Simulation von Umdispositionsalternativen
Nutzeffekte:	Rationalisierung der Erstellung von Durchführungsdocumenten, bessere und gleichmäßige Kapazitätsauslastung, sicherere Termineinhaltung, Reduktion der Kapitalbindung, Umrüstkostenminimierung, Rationalisierung der Fertigungsablaufplanung, Durchlaufzeitverkürzung in der Werkstatt

Abb. 3.5.2.7/1 Werkstattsteuerung

### 3.5.2.7.1 Aufgaben der Werkstattsteuerung

Der Werkstattsteuerung liegen unterschiedliche Aufgabenstellungen zu Grunde:

- 1) Gesucht ist jene Bearbeitungsreihenfolge der Aufträge an einem Arbeitsplatz, die bestimmte Ziele erfüllt. Solche Ziele können sein:
  - Minimale Gesamtdurchlaufzeit der Lose
  - Minimale Kapitalbindung in der Produktionsstätte
  - Minimale Leerkosten/maximale Kapazitätsauslastung
  - Minimale Umrüstkosten
  - Maximale Termsicherheit
  - Einfache Steuerungsverfahren
  - Möglichst einfache Berücksichtigung wechselnder unternehmenspolitischer Zielsetzungen, z. B. der zeitweiligen Bevorzugung einzelner Kundengruppen



Es ist davon auszugehen, dass in den einzelnen Branchen die verschiedenen Optimierungsziele ein unterschiedliches Gewicht haben. Beispielsweise spielt die Umrüstkostenminimierung in der **Chemieindustrie**, in der **Papierverarbeitung** oder in **Walzwerken** mit stark kundenwunschorientierter Fertigung eine größere Rolle als in vielen anderen Branchen (vgl. auch Abschnitt 3.5.2.5.5.1). Die Ziele mögen auch nach Arbeitsplätzen differenziert sein: An Engpassmaschinen will man keine Kapazität durch unnötiges Umrüsten verlieren, während an anderen Arbeitsplätzen Durchlaufzeitspekte größere Bedeutung haben. Schließlich kann bei verschiedenen Unternehmensstrategien und in unterschiedlichen Konjunkturphasen das Gewicht schwanken: In der Krise ist überschüssige Kapazität vorhanden, also sind Einbußen durch ungünstige Rüstfolgen eher zu verschmerzen (Opportunitätskosten Null), während die Termsicherheit in den Vordergrund tritt, damit die Kunden nicht verärgert werden. Ähnliches gilt, wenn ein Unternehmen in einen neuen Markt eindringen möchte. Hingegen ist in der Hochkonjunktur die Ausschöpfung der Produktionskapazitäten vorrangig. Da das Oberziel der Unternehmen die Rentabilitätsmaximierung ist, sollten alle Unterziele, die damit in engem Zusammenhang stehen, vor allem diejenigen, welche eine geringe Kapitalbindung fördern, besonders beachtet werden.

- 2) Die Arbeitsgänge verschiedener Aufträge wurden bei der Durchlaufterminierung meist nicht einer einzigen Maschine, sondern einer Maschinengruppe, bestehend aus vielen Betriebsmitteln mit gleicher Funktion, zugewiesen. Diese Aggregate sind aber bei den meisten Unternehmen verschieden alt und/oder besitzen einen anderen Grad der Auto-

mation. Es resultieren stark unterschiedliche variable Maschinenstundensatzanteile. Infolgedessen kommt unter Umständen der optimalen **Betriebsmittelauswahl** bei der Kapazitätsbelegung große Bedeutung zu.

- 3) Auf der Basis der ersten beiden Aufgaben muss man Beginn- und Endzeitpunkte der Arbeitsgänge bestimmen, und zwar mit höherer Genauigkeit als bei der Durchlaufterminierung.

Die drei Funktionen sind interdependent, woraus eine beachtliche Komplexität erwächst. Vollautomatische, von einem Zentralrechner geführte Dispositionssysteme wurden deshalb bisher kaum entwickelt; in einigen Fällen hat man mit entsprechenden Versuchen Fehlschläge erlitten.

### 3.5.2.7.2 Formen der Werkstattsteuerung

Es lassen sich vier Ansätze unterscheiden:

- 1) Das Unternehmen verzichtet auf jegliche Rechnerunterstützung und führt die Werkstattsteuerung **rein personell** durch. Dies dominiert vor allem in Industriebetrieben, die die Fertigung stark segmentieren und mit **teilautonomen Gruppen** arbeiten.
- 2) Man lässt dem Werkstattpersonal einen möglichst weiten **Dispositionsspielraum**, überwacht aber mithilfe der BDE (vgl. Abschnitt 3.5.2.9.1), ob durch unvorhergesehene Störfelder ungünstige Auswirkungen auf übergeordnete Pläne entstehen. Beispielsweise bevorzugen manche Meister eine Optimierung der Reihenfolge nach Rüst-Gesichtspunkten zulasten einer plangemäßen Abwicklung und gefährden so möglicherweise den Endtermin. Das Maschinenbauunternehmen **Renk AG** verfährt wie folgt: Gerät ein Auftrag wegen einer solchen Disposition eines Meisters in Terminnot, so zeigt ein IV-System dies der übergeordneten Planungsinstanz an, die dann den zuständigen Fertigungsleiter veranlasst, diesen Auftrag zu priorisieren. Für die Umsetzung gilt weiterhin das Prinzip der **Selbstregelung** durch den verantwortlichen Meister [PAB 05].
- 3) Die Aufträge werden über ein zentrales System unter Zuhilfenahme der in Abschnitt 3.5.2.7.3 beschriebenen Grundmodelle eingeplant.
- 4) Man richtet einen **Leitstand** ein. Elektronische Leitstände als interaktives Mensch-Maschine-System unterbrechen einerseits die automatische Informationsweitergabe zwischen den Komponenten eines PPS-Systems von der Primärbedarfsplanung bis zur Fertigungsdurchführung. Sie sind andererseits notwendig, weil sich die vielfältigen (Um-)Dispositionen algorithmisch nicht beherrschen lassen und zentrale Systeme auf Anforderungen aus der Fertigung nicht ereignisgerecht reagieren können.

Einen Überblick zur Funktionalität von Leitständen erhält man bei [KUR 05, S. 267-297]. Er hat herausgefunden, dass die Einsatzdomäne von Leitständen eher die Einzel- und Kleinserienfertigung, weniger die Großserien- und kaum die Massenfertigung ist [HOF 02], [KUR 05, S. 255].

Zentrales Element eines Leitstands ist ein grafischer Farbbildschirm, der eine Reihe von Balkendiagrammen (Gantt-Charts) zeigt, beispielsweise in jeder Zeile die Belegung einer Kapazitätseinheit über der Zeitachse und in jeder Spalte die Zusammensetzung der Kapazitätsbelegung an einem Arbeitsplatz aus verschiedenen Betriebs- oder Kundenaufrägen (vgl. Abbildung 3.5.2.7.2/1). Mit Farben oder Schraffuren kann man weitere Informationen einbringen, wie etwa den Status eines Betriebsauftrags (geplant, in Arbeit, wartend, gestört). Auf diese Weise lassen sich z. B. die Kapazitätsauslastung,

die Länge von Warteschlangen, aktive Transportmittel und der Füllungsgrad von Pufferlagern abbilden („elektronische Plantafel“) oder die Vielzahl der BDE-Meldungen zu wenigen aussagekräftigen Signalen bzw. Kennzahlen verdichten.

Die Planungsarbeit am elektronischen Leitstand umfasst beispielsweise die Prüfung, ob die für den Start eines Auftrags benötigten Ressourcen bereitstehen (Verfügbarkeitsprüfung in einem sehr engen Zeitraum), die Zuordnung eines Auftrags zu einem Arbeitsplatz und zu einem bestimmten Starttermin, die Eingabe von Prioritätsregeln, nach denen ein Belegungsplan automatisch generiert wird, die Auswahl aus Umdispositionsmassnahmen, die das IV-System anbietet, und die Simulation alternativer Maschinenbelegungen („Welche Aufträge werden in welchem Maß verspätet, wenn auf Maschine XYZ ein Eilauftrag von zwei Tagen Dauer eingeschoben wird?“).

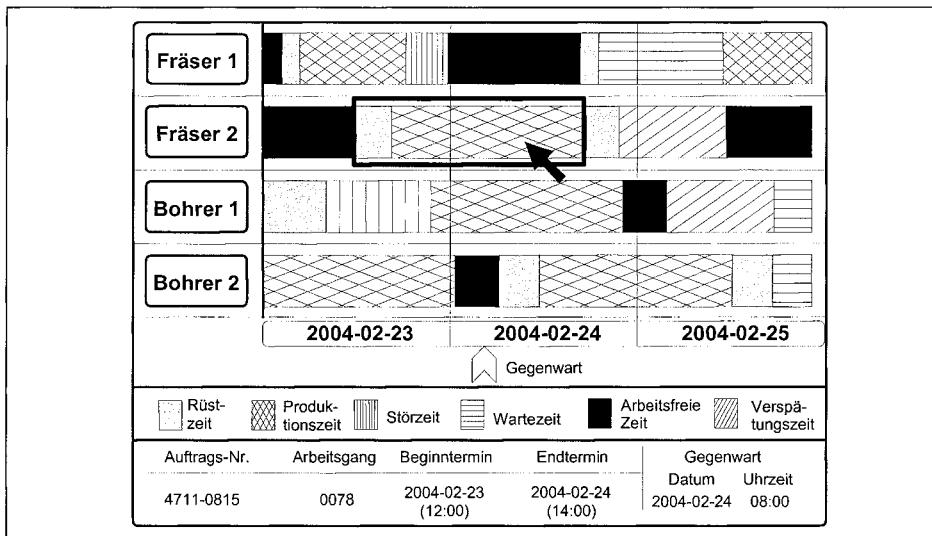


Abb. 3.5.2.7.2/1 Schema-Darstellung eines typischen Leitstands

Die Multimedia-Technik erlaubt es, mit relativ bescheidenen technischen Mitteln die grafischen Darstellungen durch Stand- (z. B. Fotos) oder Bewegtbilder (Video-Sequenzen) zu ergänzen. So macht sich das Leitstand-Personal bei Störungen eine Vorstellung von den Verhältnissen am betroffenen Arbeitsplatz. Da hiermit der Arbeiter überwacht werden kann, bedarf die Einführung einer besonders sorgfältigen Absprache mit dem Betriebsrat. Beispielsweise kann man sich darauf einigen, die Bilder erst dann zum Leitstand zu übertragen, wenn der Werker vor Ort eine entsprechende Taste bedient [KUR 92].

In großen Fertigungsstätten muss man mit mehreren Leitständen arbeiten, die auch sehr unterschiedliche Fertigungsziele zu verfolgen haben.

#### PRAKTISCHES BEISPIEL

Bei dem Automobilhersteller **AUDI AG** in Ingolstadt/Neckarsulm wurde das PPS-System durch verschiedene Leitstände ergänzt [BER 92/EDE 05]. Man will damit erreichen, dass bei gleicher Komplexität ein höherer Detaillierungsgrad beherrscht werden kann (weil der Planungshorizont näher liegt).

- 1) Der Karosseriebau-Leitstand ist für die selektive Steuerung der Fahrzeugaufträge in den Karosseriebau-Aufbau zuständig. In seinen Auftragsvolumina berücksichtigt er die zeitlichen Auftragsfreigaben hinsichtlich der IT-relevanten Fertigungskomponenten (z. B. **Kundenspezifische Kabelstränge (KSK)**) und die Karosseriebau-Betriebsmittel. Der Modellmix ist so zu legen, dass die nachgelagerten Bereiche (Lackiererei/Montage) entsprechend den vereinbarten Programminhalten/Restriktionen produktiv fertigen. Dabei hat die Einhaltung der geplanten Auftragsfertigstellung und Auftragsreihenfolge, wie sie aus den Kunden-Lieferterminen folgt (definiertes baubares Programm, z. B. zwei Wochen vor Karosseriebau-Auflage), absolute Priorität. Eine Änderungsflexibilität seitens des Kunden ist bis zu fünf Arbeitstagen vor geplanter Fertigstellung im Werk möglich.
- 2) Der Leitstand des Karosserien-Verteil-Zentrums muss die Lackiererei optimal mit Farbblocken versorgen: Fahrzeuge mit gleicher Farbe sollen in einem Los lackiert werden, damit möglichst wenig Farbwechsel entstehen. Dieser Leitstand entkoppelt darüber hinaus den Karosseriebau von der Lackiererei.
- 3) Der KAROLA (Karossernlager)-Leitstand beschickt drei Montagelinien mit der Optimierungsstrategie „Gleichverteilung von arbeitsintensiven Ausstattungen“ (Ausgleich von Belastungsspitzen und -tälern in diesem personalintensivsten Bereich). Ziel dabei ist, die einzelnen Arbeitsgruppen so zu belegen, dass ohne Zusatzpersonal bzw. temporäre Leerlaufzeiten die geforderte qualitative Ausbringung jederzeit sichergestellt ist.

Ferner gibt es bei AUDI weitere Leitstände, so im Motor-Getriebe-Verteil-Zentrum und im Versand der lackierten TT-Karosserien (Auslagerreihenfolge in Ingolstadt ist die Auflagereihenfolge im ungarischen Werk Györ; Just-in-sequence, vgl. Abschnitt 3.6.5). Alle Leitstände haben die von den „oberen“ Planungsstufen (z. B. Vertrieb) „heruntergeladenen“ Termine zu beachten, um letztlich eine exakte Einhaltung der Liefertermine gegenüber dem Kunden zu gewährleisten.

Die Feinplanungsarbeiten auf den Leitständen werden erst durch ein leistungsfähiges BDE-Netz (vgl. Abschnitt 3.5.2.9.1) ermöglicht.

Als Weiterentwicklung der Leitstands-Methodik und -Technik, aber ebenso als Bindeglied zwischen der Werkstattsteuerung und der computerunterstützten Fertigung, der Betriebsdatenerfassung oder der Produktions- bzw. Prozessleitsysteme (vgl. Abschnitt 3.5.2.8) mag man **Shop-Floor-Control-Systeme (SFC)** begreifen. Sie werden zum Teil als eigenständige große Standardsoftware-Produkte angeboten [KIL 00]. Abbildung 3.5.2.7.2/2 zeigt einen Vorschlag zur Einbettung von SFC-Systemen in die IIV des Industriebetriebs.

### 3.5.2.7.3 Methoden und Modelle der Werkstattsteuerung

Theorie und Praxis haben eine große Vielfalt an Werkstattsteuerungsverfahren hervorgebracht. Einen genaueren Überblick gibt Hellingrath [HEL 02]. Die Methoden lassen sich auf sieben Grundmodelle zurückführen; innerhalb dieser Modelle mag man die Arbeit unterschiedlich zwischen Mensch und Maschine aufteilen (personelle, interaktive oder automatische Fertigungslenkung). Der Systemplaner stellt sich aus den Grundmodellen ein individuelles Verfahren zusammen. Diese Festlegung wird nicht zuletzt auch vom Grad der Vorhersagbarkeit der Produktion beeinflusst. Fallen zahlreiche Entscheidungen (z. B. über die Zuordnung Auftrag-Maschine) aus technologischen Gründen (z. B. in Abhängigkeit von der Qualität des Zwischenerzeugnisses) erst im Verlauf des Produktionsprozesses, so wählt man ein größeres Modell, das personellen Entscheidungen größeren Raum lässt, als dann,

wenn der Produktionsablauf einwandfrei vorausbestimmt ist und Änderungen wenig wahrscheinlich sind.

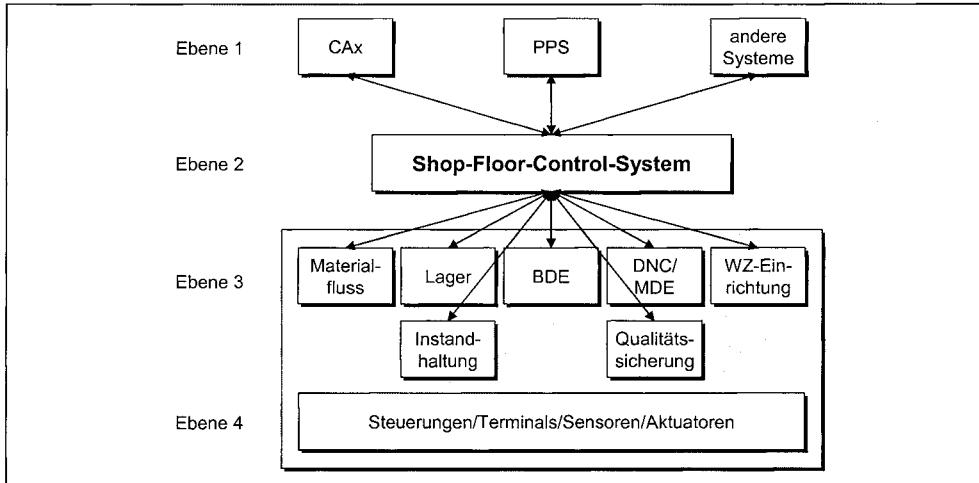


Abb. 3.5.2.7.2/2 Einbettung von SFC-Systemen in die industrielle IV [KIL 00, hier S. 40]

### 3.5.2.7.3.1 Grundmodell I: Prioritätsregelsteuerung

Im Mittelpunkt des Verfahrens stehen Prioritätsregeln, mit deren Hilfe ein (mehrere) Optimierungsziel(e) erreicht werden soll(en). Einen Überblick zu bekannten Vorschriften zeigt Abbildung 3.5.2.7.3.1/1 [HAU 89].

#### Höchste Priorität hat der Fertigungsauftrag (in der Auftragswarteschlange vor einer Maschine)

- 1) mit der kürzesten Fertigungszeit (KFZ),
- 2) mit der längsten Fertigungszeit (LFZ),
- 3) der zuerst in der Warteschlange vor der Maschine war (first come – first served; FCFS),
- 4) der zuerst in der Fertigungsschicht eingetroffen ist (first in system; FIS),
- 5) dessen geplanter Fertigstellungstermin am nächsten liegt,
- 6) bei dem die Differenz zwischen der Zeitstrecke bis zum geplanten Endtermin und der Summe der Bearbeitungszeiten aller noch offenen Arbeitsgänge am kleinsten ist (Schlupfzeitregel),
- 7) mit der größten Zahl der noch zu erledigenden Arbeitsgänge,
- 8) mit der geringsten Zahl der noch zu erledigenden Arbeitsgänge,
- 9) bei dem die Summe der Bearbeitungszeiten aller noch offenen Arbeitsgänge am größten ist,
- 10) bei dem in der Phase „Durchlaufterminierung“ die Übergangszeiten am stärksten reduziert worden sind,
- 11) der die größte Stufenzahl hat (wenn das bearbeitete Teil in kein anderes einmündet, ist die Stufenzahl 1; geht das Teil in ein anderes ein, das dann nicht in ein drittes einmündet, so ist die Stufenzahl 2; wenn jedoch auch das zweite Teil noch in ein weiteres montiert wird, so ist die Stufenzahl 3 usw.),
- 12) bei dem aus Erfahrung die Störfähigkeit am größten ist,
- 13) der nach der Bearbeitung auf der gerade betrachteten Maschine zu einer Maschine wandert, vor der die wenigsten Aufträge warten (Kritische-Maschinen-Regel); bei der Steuerung von Fertigungsstellen erhält üblicherweise nicht die Einheit Priorität, vor der keine Aufträge warten, sondern die, hinter der der Puffer geräumt ist,
- 14) der bis zum betrachteten Arbeitsgang das meiste Kapital gebunden hat,
- 15) der an den gerade bearbeiteten Auftrag mit den geringsten Umrüstkosten anschließt,
- 16) bei dem der Arbeitsgang bereits angearbeitet und dann unterbrochen wurde,
- 17) bei dem der anstehende Arbeitsgang mit einem Arbeitsgang des gleichen Produktionsauftrags überlappt ist, der (an einem anderen Arbeitsplatz) bereits begonnen hat,
- 18) der die höchste, von außen als Parameter vorgegebene („externe“) Prioritätsziffer besitzt.

Abb. 3.5.2.7.3.1/1 Typische Prioritätsregeln

Prioritätsregeln lassen sich danach unterscheiden, welche Informationen man zu deren Berechnung heranzieht und ob diese zeitabhängig (dynamisch, Regel (5)) oder -unabhängig (statisch, Regel (1)) sind. Die Berechnung kann z. B. lediglich Informationen der betrachteten Warteschlange nutzen („lokale Regel“, Regel (3)) oder auch auf Informationen von Warteschlangen anderer Maschinen zugreifen („globale Regel“, Regel (13)).

Unterteilt man die Regeln bezüglich ihrer Ziele, so streben die Regeln (5), (6), (7), (9), (10), (11) und (12) eine hohe Termintreue, die Vorschrift (1) eine geringe Durchlaufzeit an, während (8) ein geringes Arbeitsvolumen in der Fertigung gewährleisten soll. Wurden die Zeitpuffer eines Fertigungsauftrags reduziert, so wirkt sich eine Verspätung unmittelbar auf die Termineinhaltung aus. Diesem Aspekt trägt die Regel (10) Rechnung. (11) soll verhindern, dass sich Verspätungen bei einem Arbeitsgang auf viele andere Arbeitsgänge auswirken und somit zu einer großen Unruhe im bestehenden Termingefüge führen. Regel (13) maximiert die Kapazitätsauslastung. Eine niedrige Kapitalbindung erzielt die Regel (14). In die gleiche Richtung wirkt auch die Regel (8), da die Aufträge zum Ende ihres Fertigungsprozesses beschleunigt werden, wenn sie das meiste Kapital binden. Die Regel (15) soll die Umrüstkosten minimieren. Regel (17) verhindert, dass Dispositionseffekte wieder verloren gehen.

Dem Wunsch, dass die Unternehmensleitung eingreifen kann, trägt die Regel (18) Rechnung. Die Erfahrung lehrt, dass oft undifferenziert jedem Kunden die höchste externe Priorität zugeordnet wird. Bei dem **Kfz-Zulieferer Benecke-Kaliko AG** in Hannover werden deshalb die höheren Prioritäten nur von Gruppen- und Abteilungsleitern vergeben, wobei auch diese nur einen bestimmten Prozentsatz der Produktionsaufträge auf diese Weise bevorzugen dürfen. Die höchste externe Priorität kann nur der Abteilungsleiter der Disposition in Abstimmung mit allen betroffenen Stellen verleihen, und auch dies nur in Ausnahmefällen [KEP 05].

Die Regeln (1), (2), (3) und (4) sind einfach zu administrieren, jedoch ist nur schwer vorherzusagen, welche Effekte sie in Bezug auf die Optimierungsziele in einer praktischen Datenkonstellation haben. Daher wurden in zahlreichen Simulationsstudien die Auswirkungen der Regeln bei unterschiedlichen Fertigungssituationen untersucht [HAU 93]. Obwohl sich die Erkenntnisse nicht prinzipiell verallgemeinern lassen, zeigte die Regel (1) relativ gute und robuste Ergebnisse. Dies wird man sich beim Entwurf eines vergleichsweise einfachen Systems zu Nutze machen. Hingegen wirkt die FCFS-Vorschrift („Regel des täglichen Lebens“) in der industriellen Produktion eher ungünstig [HUQ 99].

In **kombinierte Prioritätsregeln** gehen die einzelnen Vorschriften mit Gewichtungsfaktoren ein. Dadurch wird erreicht, dass man das „Gemisch“ von Zielsetzungen, das für die praktische Produktionsplanung charakteristisch ist, abbilden und durch Modifikation der Gewichtungsfaktoren auch verändern kann.

Als Beispiel einer mit Gewichtungsfaktoren ausgerüsteten kombinierten Prioritätsregel, bei der einzelne Elemente vom Rechner im Zeitablauf selbsttätig verändert werden (dynamisch kombinierte Prioritätsregel), diene die folgende Formel:

$$P(\text{ges}) = G(R) \cdot R - G(S) \cdot (ET - PT - RB) + G(P) \cdot P$$

Es bedeuten:

P(ges)	=	Gesamte (kombinierte) Priorität
R	=	In der Durchlaufterminierung für den Auftrag benutzter Reduzierungsfaktor
ET	=	Endtermin des Arbeitsganges laut Durchlaufterminierung
PT	=	Termin des Programmlaufs
RB	=	Restliche Bearbeitungszeit des Teils
P	=	Externe Priorität
S	=	Schlupf

Die G-Werte bezeichnen die Gewichtungsfaktoren.

Das so gesteuerte System verhält sich deshalb in der Prioritätsvergabe dynamisch, weil sich der Klammerwert ( $ET - PT - RB = S$ ) mit dem Programmlaufzeitpunkt verändert, d. h., ein bisher noch nicht zugeteilter Auftrag bekommt im Zeitablauf eine höhere Priorität und damit höhere Zuteilungschancen. Setzt man  $G(S)$  hoch, so wird relativ hohe Pünktlichkeit erreicht. Kombiniert man in ähnlicher Weise die Schlupfzeitregel mit der KFZ-Regel (siehe oben Regeln (1) und (6)), so resultiert für viele Aufträge eine große Termintreue bei geringer Streuung der Terminabweichungen, wodurch gewisse Vorteile bei der Durchlaufzeit erzielt werden. Wie Zimmermann an einem instruktiven Beispiel zeigt, kann die falsche Wahl der Gewichte schwer wiegende Folgen haben (vgl. [ZIM 87, S. 94]).

Um Terminvorgaben für die Werker und die Betriebsmittel zu erhalten, bildet man die Werkstatt als ein System von Warteschlangen nach. Dies kann sowohl innerhalb des Kapazitäts-terminierungsprogramms als auch in einem eigenständigen, ankoppelbaren Modul erfolgen [FRI 94]. Ein Simulationslauf „spielt“ den Fertigungsfortschritt im Zeitraffer durch, d. h., die Aufträge werden entsprechend den vorgegebenen Prioritäten aus den Warteschlangen zur Bearbeitung ausgewählt und die bearbeiteten Aufträge in die Warteschlange der Nachfolgemaschine eingeordnet. Die sich dabei ergebenden Start- und Endtermine übernimmt ein Protokoll von der mitlaufenden Simulationsuhr.

Eine Alternative dazu ist, auf die Vorab-Simulation zu verzichten und in Echtzeit maschinell über den als nächstes anzuwählenden Auftrag zu entscheiden, sobald eine Maschine frei wird.

Das Grundmodell I ist einfach zu verstehen. Wenn eine pünktliche und genaue Betriebsdatenerfassung vorhanden ist, lässt sich damit die Steuerung rasch an die neueste Datenlage anpassen. Die Kritik an diesem Verfahren bezieht sich auf folgende Probleme:

- 1) Es ist schwer, eine geeignete Prioritätsregel auszuwählen bzw. die Parameter der Regel, insbesondere bei kombinierten Regeln, einzustellen [PAB 85, S. 57].
- 2) Die Pflege der vielen Parameter ist arbeitsaufwändig.
- 3) Die Wirkungen der Regeln sind schwer abschätzbar. Teilweise können sich überproportionale Wirkungen durch eine Art Selbstverstärkungseffekt ergeben, zum Teil „verpufft“ der Effekt durch den Einfluss von Störgrößen. Zum Beispiel hatte Pabst für die **Renk AG** ermittelt, dass kein signifikanter Zusammenhang zwischen der Auftragspriorität des **IBM**-Standardprogramms CAPOSS-E und der Wartezeit bestand [PAB 85, S. 118].
- 4) Wenn die Auftragsfreigabe so parametrisiert ist, dass im Interesse niedriger Werkstattbestände und kurzer Durchlaufzeiten (vgl. Abschnitt 3.5.2.6.4) die Kapazität nicht zu stark belastet wird, unterscheiden sich die Prioritätsregeln in ihrer Wirkung verhältnismäßig wenig [HAU 89].

### 3.5.2.7.3.2 Grundmodell II: Betriebsmittelzuteilung und Reihenfolgesteuerung

Das Grundmodell II kommt insbesondere dort infrage, wo die Produktionsaufträge nur wenige Maschinen belasten, wo alternative Zuordnungen Arbeitsgang – Maschine möglich sind und wo die Umrüstungsreihenfolge als Optimierungsproblem eine erhebliche Rolle spielt, z. B. in verschiedenen Unternehmen der **Papierverarbeitung**, bei der Herstellung **integrierter Schaltkreise auf Siliziumscheiben** [MÖN 03] oder bei Reaktoren in der **Chemieindustrie** [SCHÖ 07], wo man auch vom **Kampagnenprinzip** oder von **Prozessor-orientiertem Ressourcenmanagement** spricht. Allgemein findet man derartige Situationen vor allem in hoch automatisierten Betrieben vor. Die Betriebsmittel sollten räumlich nicht so weit voneinander entfernt sein, dass durch die Zuweisung von Arbeitsgängen zu Maschinen mit großer Wahrscheinlichkeit ungünstige innerbetriebliche Transportwege entstünden. Ausgangspunkt dieses Ablaufplanungsmodells sind wieder Produktionsaufträge, die in der Grobterminierungsphase nur mit ihren vorläufigen Anfangs- und Endterminen versehen wurden. Aufgaben des Programms sind die Zuteilung der Arbeitsgänge zu den Betriebsmitteln und die Ermittlung einer günstigen Reihenfolge dieser Aufträge.

In den Produktionsvorschriften seien Eignungsziffern  $e^{(m)}$  gespeichert, die angeben, wie sich technologisch und im Hinblick auf die Kosten die einzelnen Betriebsmittel m für die Arbeitsgänge eignen. Diese Ziffern kann man mithilfe eines Vergleichs von technischen Merkmalen der Arbeitsgänge und der Maschinen automatisch gewinnen. Hinweise auf die dazu benutzten Methoden (Schlüsselvergleich und Einzelgrößenvergleich) und weitere Literatur findet der Leser bei [KUR 77]. Das Kapazitätsterminierungsprogramm versucht, zunächst die bestgeeignete Maschine zu belegen, und weicht bei Kapazitätsüberlastung der günstigsten Maschine auf die nächstbeste aus.

Ist die Differenz der Eignungsziffern  $D_e = e^{(mp)} - e^{(mq)}$  von zwei für die Operation möglichen Betriebsmitteln p und q hoch, so versucht das Programm, auch Kapazitätsreserven der bestgeeigneten Maschine zu nutzen, z. B. diese Maschine im Gegensatz zu anderen zweischichtig zu belegen. Ist  $D_e$  niedrig, was annähernde Gleichwertigkeit in Bezug auf einen bestimmten Produktionsauftrag bedeuten möge, so wird die Schichtgrenze nicht überschritten, sondern vielmehr unmittelbar die nächstgeeignete Maschine belegt.

Nach der Zuordnung der Arbeitsgänge zu den Betriebsmitteln wird die optimale Reihenfolge an den einzelnen Maschinen gesucht. In vielen Fällen der Praxis liefert ein einfaches Sortieren völlig befriedigende Ergebnisse: Sehr oft übertrifft ein Merkmal im Einfluss auf die Umrüstkosten alle anderen Kriterien.

In der **Stahlindustrie** ist es möglich, klar zwischen „leichtem“ (z. B. Nachstellen), „mittlerem“ (z. B. Umstellen) und „schwerem“ (z. B. Umbauen) Sortenwechsel zu unterscheiden. Beispielsweise nehmen die Umbauten beim Wechsel zwischen Sorten mit unterschiedlicher Form wesentlich mehr Zeit in Anspruch als zwischen solchen gleicher Form, aber unterschiedlicher Abmessung. Weiterhin kann man bei der Festlegung der Walzreihenfolge so vorgehen:

- 1) Alle Aufträge, die mit einer Kaliberfolge gewalzt werden können, müssen aneinanderge-reiht sein.
- 2) Innerhalb dieser Folge ist die Sequenz so zu wählen, dass die Änderung der Abmes-sung möglichst wenig Zeit beansprucht.
- 3) Liegen mehrere Aufträge für eine Abmessung vor, so muss zum Einfahren des Kalibers mit dem Walzen weicher Güten begonnen werden.

In der **Textilveredelung** ist die Farbe ein die Umrüstkosten beherrschendes Merkmal. Beim Einfärben empfiehlt es sich, die Produktionsaufträge so zu sortieren, dass die hellste Farbe zuerst und die dunkelste zuletzt kommt. Die Bottiche müssen dann weniger sorgfältig gesäubert werden, es fallen also minimale Umrüstkosten (hier: Reinigungskosten) an.

Ein Beispiel für ein schwieriges Zuordnungsproblem tritt bei Bestückungsprozessen in der **Elektronikmontage** auf. Hier ist simultan über die Belegung des Bauelemente-Magazins des Bestückungsauftrags und die Reihenfolge der einzelnen Bestückungsoperationen bzw. die Wegeführung des Bestückungskopfes zu entscheiden. Dabei hat man komplexe Bewegungsabläufe und kinematische Besonderheiten zu berücksichtigen. Die einzelnen Bauelemente haben unterschiedliche Taktzeiten. Rüstaufwand entsteht, wenn wegen der begrenzten Magazinkapazität Zuführeinrichtungen von Bauelementtypen gegeneinander ausgetauscht werden müssen. Es werden daher möglichst solche Aufträge ausgewählt und aufeinander folgend eingeschleust, die hinsichtlich der zu bestückenden Bauelementtypen ähnlich sind. Schließlich existieren für einen Fertigungsauftrag alternative Arbeitspläne. Im Vordergrund steht eine gleichmäßige Auslastung der Anlagen. Fertigungsaufträge werden zu den gering beanspruchten Maschinen dirigiert, wobei allerdings auch die durch die Zuordnung verursachte Rüstzeit zu berücksichtigen ist. In [GRU 00/GÜN 05/ROT 95] sind verschiedene Optimierungsmethoden und Heuristiken (auf grafentheoretischer Basis) für dieses Problem angegeben.

In der **chemischen Industrie** bzw. allgemeiner bei einem Betriebstyp „Prozessfertigung“ treffen mehrere Aufgaben in vielschichtiger Form zusammen. Beispielsweise gibt es dort Mehrzweckanlagen mit erheblichen Rüstzeiten, Kuppelproduktion, begrenzte Haltbarkeiten oder reihenfolgeabhängige Reinigungsprozesse. So entstehen etwa in Werken der **Röhm GmbH & Co. KG**, in denen Produkte der **Methacrylatchemie** hergestellt werden, Probleme durch stark reihenfolgeabhängige Rüstzeiten. Sie liegen bei einem Produktwechsel auf den Extrudern zwischen wenigen Minuten bis zu mehreren Tagen für aufwändige Reinigungsarbeiten [STO 01]. Schließlich zwingen die hohen Kosten der Betriebsmittel zu einer besonders guten Kapazitätsauslastung. Wie Blömer zeigt, werden hierfür sehr individuelle und anspruchsvolle mathematische Verfahren benötigt [BLÖ 99].

Das hier beschriebene Problem einer von der betriebswirtschaftlichen und technischen Disposition her möglichst günstigen Zuordnung von Werkstücken bzw. Produktionsaufträgen zu Betriebsmitteln kompliziert sich naturgemäß, wenn auch die **Zuordnung der Arbeiter** zu den Produktionsaufträgen bzw. Betriebsmitteln variabel und damit Gegenstand der Kapazitätsterminierung ist (vgl. auch Abschnitt 3.10.3). Hier wird man wohl nur mit Dialogsystemen operieren können, die sich bei Experimenten als sehr geeignete Hilfen der Ablaufplanung erwiesen haben.

Da das Grundmodell II in der Lage ist, größere Kapazitätsüberschreitungen bei einzelnen Betriebsmitteln auszugleichen, dürfte sich ein Kapazitätsausgleich im Rahmen der Grobterminierung gemäß Abschnitt 3.5.2.6.2 meist erübrigen.

### 3.5.2.7.3.3 Grundmodell III: Lokale Suchverfahren

Lokale Suchverfahren gehören zur Klasse der Heuristiken. Sie streben eine gute, aber keine beweisbar optimale Lösung des Planungsproblems an. Ziel dieser Methoden ist es, wie in Grundmodell II, Fertigungsaufträge den Betriebsmitteln zuzuordnen und die Bearbeitungsreihenfolge zu bestimmen. Als wesentliche Vertreter gelten **Tabu Search**, **Simulated Annealing** und **Threshold Accepting**. Weiterhin kann man dieser Gruppe auch die **genetischen Algorithmen** zuordnen (vgl. Grundmodell IV). Diese Verfahren werden deshalb als lokale

oder Nachbarschafts-Suchverfahren bezeichnet, weil sie, ausgehend von einem oder mehreren bestehenden Feinplänen, einen besseren „benachbarten“ Feinplan suchen. Hierbei akzeptieren sie auch temporär schlechtere Lösungen, um lokalen Suboptima zu entkommen. Die Algorithmen brechen ab, sobald eine vorgegebene Zahl an Iterationsschritten erreicht oder keine endgültige Verbesserung mehr erzielt wird. Die wesentlichen Komponenten dieser Methoden sind die Bewertungsfunktion für einen Feinplan sowie die Definition einer Nachbarschaftsumgebung und eines Nachbarschaftsschritts, um von einem Plan zum nächsten zu gelangen. Beispielsweise könnte man in einem gegebenen Plan die Reihenfolge zweier Fertigungsaufträge auf einer Maschine vertauschen. Der Nachbarschaftsschritt ist dann die Reihenfolgevertauschung, die Nachbarschaftsumgebung umfasst alle Feinpläne, die durch je eine Vertauschung entstehen. Eine Einführung in die Methoden und ihre Verwendung im Fertigungssektor findet sich bei Zäpfel und Braune [ZÄP 05].

### **3.5.2.7.3.4 Grundmodell IV: Simulation und genetische Algorithmen**

Nachdem das verbesserte Preis-Leistungs-Verhältnis der Hardware immer mehr erlauben wird, für die Werkstattsteuerung erhebliche Rechenkapazität zur Verfügung zu stellen, und dies auch dezentral auf Leitständen, wird eine große Zahl (Größenordnung einige Tausend) alternativer Maschinenbelegungen simuliert. Nach der Untersuchung von Fandel u.a. enthielten mehr als 70 Prozent der PPS-Systeme Simulationskomponenten [FAN 97, S. 514]. Das System oder der Disponent kann unter den höchstbewerteten Simulationsergebnissen eine Steuerungsalternative auswählen [MIL 94]. Das wissensbasierte Zugangssystem SIMULEX [BEL 93], [BEL 96] versucht, dem Werkstatt- bzw. Leitstand-Personal den Umgang mit den Simulatoren dadurch zu erleichtern, dass es die Auswahl der zu simulierenden Alternativen, die Einstellung der Simulationsparameter (z. B. Schrittweite bei der Veränderung der Variablen, Zahl der Stichproben) und den Start des Laufs vereinfacht; eine ebenfalls wissensbasierte **Abgangskomponente** bereitet den vielfältigen Output der Simulationsläufe benutzergerecht auf und interpretiert ihn [MER 90].

### **PRAKTISCHE BEISPIELE**

- 1) Das **Märkische Werk** in Halver, ein mittelständischer Ventilhersteller, setzt das Advanced-Planning-and-Scheduling-System (vgl. Abschnitt 4.4) **Syte APS** zur lang- und mittelfristigen Produktionsplanung sowie zur kurzfristigen Produktionssteuerung ein. Basis ist eine rollierende Absatzplanung über drei Monate, wobei 60 Prozent der Absatzmenge in Form von Kundenaufträgen bekannt sind und 40 Prozent auf Prognosen beruhen. Syte APS simuliert die Zustandsfolgen der Produktion und Logistik über der Zeit. Im Rechner werden die Aufträge unter Berücksichtigung aller begrenzten Ressourcen (Kapazitäten und Material) eingeplant. Die Vertriebsleitung erhält so Aussagen über die Lieferzeit, das Produktionsmanagement sowie Informationen zur Personal- und Kapazitätsplanung. Der Einkauf wird über Menge und Termin des Materialverbrauchs informiert und entwirft auf dieser Grundlage Rahmenverträge mit den Lieferanten [STR 05].
- 2) In der **Milch verarbeitenden Industrie** hat die Reihenfolge, in der Produktionsaggregate mit den Erzeugnissen belegt werden, entscheidenden Einfluss auf den Reinigungsaufwand (Beispiel: Bei der Folge „Vanille-Jogurt“ → „Schokolade-Jogurt“ ist der Reinigungsaufwand geringer als bei umgekehrter Sequenz). Haltbarkeitsrestriktionen diktieren Zeitspannen, die bei der Anlagen- und Tankbelegung zu beachten sind. Außerdem werden die Produkte zum spätestmöglichen Zeitpunkt erzeugt, damit das Haltbarkeitsdatum der im Handel liegenden Ware möglichst weit entfernt ist.

Bei der **Danone GmbH**, Werk Ochsenfurt, werden über 200 Varianten von Jogurts und Desserts hergestellt, abgefüllt und verpackt. Es wurde zusammen mit dem **Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung (IPA)** ein Simulationsmodell entwickelt, mit dessen Hilfe für die wöchentlichen Dispositionen unterschiedliche Aggregatbelegungen analysiert und geplant werden. So lässt sich etwa prüfen, ob ein Engpass durch Vertauschen von Aufträgen zu beheben ist [GRA 04/GRA 05].

Eine Sonderform der Simulation, die sich besonders für die Werkstattsteuerung – auch auf Leitständen – eignet, sind die **genetischen Algorithmen (GA)**. Ein GA [APP 94] erzeugt systematisch eine Vielzahl von Kombinationen. Dabei werden die neuen Lösungen – vergleichbar einem Fortpflanzungsprozess in der Natur – durch leichte Modifikationen aus den bisherigen gewonnen. Es gibt also „Eltern“ und „Kinder“. Die Resultate werden mithilfe einer so genannten Fitness-Funktion (siehe unten) bewertet. Die absolut beste Lösung speichert man in einem „goldenen Käfig“ ab. Analog einer „Darwinschen Auslese“ vernichtet der Algorithmus alle schlecht evaluierten „Zeugungsresultate“, sodass nur die gut bewerteten die Chance haben, „ihr Erbgut weiterzugeben“. Entsteht beim nächsten Zeugungsvorgang eine Alternative, die besser als jene im Käfig ist, so verdrängt sie den „Käfiginsassen“. Um zu verhindern, dass der Prozess in der Nähe eines Suboptimums „hängen bleibt“, kann man zufallszahlengesteuert nach einigen Iterationen völlig neue „Eltern“ produzieren, d. h. solche, die nicht durch leichte Modifikationen der „Großeltern“ entstanden sind („Mutation“). Der Algorithmus hat den wichtigen Vorteil, dass man ihn so lange laufen lassen darf, wie Zeit für die Entscheidung zur Verfügung steht, denn mit fortschreitender Rechenzeit kann nie ein schlechteres, wohl aber ein besseres Ergebnis erzielt werden. Außerdem lässt sich die Methode gut parallelisieren, indem man verschiedene Lösungspopulationen auf mehreren vernetzten Computern berechnet. Das Reihenfolgeoptimierungsmodul des **SAP-Leitstands DASS** arbeitet mit genetischen Algorithmen. Bei der Optimierung werden Rüstzeiten, Personalauslastung und Termintreue berücksichtigt [MÖC 94].

Schöneburg und Heinzmann haben an einem Praxisfall demonstriert, wie man genetische Algorithmen mit einem Expertensystem kombinieren kann, um die Reihenfolge bei der Produktion von **Dieselmotoren** zu disponieren [SCHÖ 92]. In Untersuchungen für die **Mannesmann Sachs AG**, einem Zulieferer der **Automobilindustrie**, wurde gezeigt, dass genetische Algorithmen die Reihenfolge-Bestimmung in der Montage unter komplizierten Bedingungen (Änderungen der Kundenabrufe, Störungen der Zulieferung) verbessern können [MED 99]. In die Fitness-Funktion zur Bewertung alternativer Belegungspläne werden die Rüst- und Lagerkosten sowie Strafkosten pro verspätet ausgeliefertes Los und Tag aufgenommen. In [KIE 99] findet man Anwendungen in der **chemischen Industrie**, [BIE 95] und [NIS 94] beschreiben weitere Applikationen.

Es gibt Steuerungsmethoden, bei denen mit einer relativ groben Erstplanung begonnen wird. Dann beschränkt man sich ganz auf die laufende Anpassung an das Fertigungsgeschehen. Es wird auf eine verfeinerte Einplanung verzichtet, wenn die Wahrscheinlichkeit hoch ist, dass sich der Plan doch nach kurzer Zeit erledigt, z. B. weil eine Fertigungszelle ausfällt oder ein Eilauftrag einzuschieben ist. Charakteristisch sind die Maxime „**rescheduling instead of scheduling**“ und Schlagworte wie „**reactive scheduling**“ [DOR 98, S. 280] oder „**turnpike scheduling**“ [BEL 96] (Ziel ist es, nach einer Störung möglichst bald zur ursprünglichen Disposition zurückzukehren). Die Untersuchung, welche Ausweichmaßnahme welche Auswirkungen auf die Fertigungskosten und die Durchlaufzeit hat, ist ein wichtiges Anwendungsfeld der Simulation [BEL 93], [BLA 00].

### 3.5.2.7.3.5 Grundmodell V: Constraint-directed Search

Im Gegensatz zu klassischen PPS-Systemen und auch OR-Verfahren gibt man bei Constraint-directed Search die Prämisse auf, dass Betriebsaufträge und Arbeitsgänge in einen Kranz von Restriktionen (fixe Endtermine, die aus früheren Planungsphasen und Kundenwünschen abgeleitet sind, Kapazitätsschranken, Schichtpläne, Vorräte an Materialien) einzupassen seien. Vielmehr prüft ein Verfahren systematisch, welche Nachteile entstehen, wenn eine Restriktion verletzt wird, und reiht Lösungen nach aufsteigendem Schaden. Diese Prozedur, die dem intuitiven Vorgehen vieler Praktiker der Fertigungssteuerung entspricht, wurde vor allem im Zusammenhang mit dem ISIS/OPIS-Projekt zur wissensbasierten Steuerung von Fertigungsvorgängen in einem Turbinenwerk von **Westinghouse Electric Company** erprobt [FOX 82/FOX 84].

Die Verallgemeinerung des Constraint-directed Search ist das **Constraint Management**, welches durch eine starke Orientierung an Engpässen aller Art charakterisiert ist [STA 05a], [TAY 99] und auf der „OPT-Philosophy“ (vgl. Abschnitt 3.5.2.5.5.1) basiert. Vor allen Dispositionen wird vorab geprüft, ob sie von den Ressourcen her realisierbar sind, z. B. per Simulation.

#### **PRAKTISCHES BEISPIEL**

Die Forschungsabteilung der **DaimlerChrysler AG** entwickelte für zwei Karosseriewerke einen Prototyp mit Namen FAKOS (Fahrstrategie-Koordinierungs-System) zur Koordination einer Fließfertigung. FAKOS kombiniert die Verhandlung von Agenten (vgl. Abschnitt 3.5.2.7.3.7) mit Constraint-directed Search [BAU 00], [SUN 05]. Voraussetzung für die Koordination des Karosserienflusses ist, dass die Produktionszahlen der einzelnen Arbeitsstationen abgestimmt sind. Solche Stationen sind der Rohbau oder die Montage. Wesentliches Planungsinstrument ist das Tagesproduktionsprogramm. Bedingt durch Wartungsarbeiten oder Störungen ist es häufig erforderlich, die normale Abgabekapazität einzelner Anlagen zu überschreiten. Dazu stehen verschiedene Handlungsalternativen wie Überstunden, zusätzliche Arbeitskräfte oder Öffnen von Stand-by-Anlagen zur Verfügung. Diese Maßnahmen verursachen allerdings zusätzliche Kosten. Die Disposition soll die Kapazitätsüberschreitungen kostenminimal verteilen. Die Agenten ermitteln die relevanten Einschränkungen durch lokale Berechnungen, bringen sie in die Form von Constraints und übermitteln diese einem koordinierenden Agenten. Dieser leitet aus den ihm zugegangenen Informationen die Verteilung ab.

### 3.5.2.7.3.6 Grundmodell VI: KANBAN

Beim KANBAN-Verfahren wandert eine so genannte KANBAN-Karte zwischen einer Quelle und einer Senke. Quellen und Senken sind die einzelnen Zwischenlager, Einzelteilstückfertigungen, aber auch einzelne Arbeitsplätze usw. innerhalb einer größeren Werkstatt. Die Senke meldet ihren Bedarf dadurch, dass sie ihn in die Karte einträgt und der Quelle die entsprechende Karte übergibt. Beim Eintreffen dieser Karte beginnt die Quelle, das geforderte Material her- bzw. bereitzustellen und in der vorgeschrivenen Menge in einen standardisierten Behälter zu legen. Sobald die verlangte Anzahl im Behälter ist, schickt man ihn zusammen mit der Karte zur Senke. Wenn bei der Senke ein vorgegebener Mindestbestand unterschritten ist, wird die KANBAN-Karte zur Quelle zurückgeleitet, und es beginnt ein neuer Erzeugung-Transport-Verbrauch-Zyklus.

Vom Prinzip her ist KANBAN ein sehr flexibles Verfahren für weitgehend personelle Steuerung, jedoch sind Kombinationen mit konventionellen IV-unterstützten Systemen [MEI 84] bekannt. Das IV-System kann auf der Grundlage der übergeordneten Planung Tagespläne

für die einzelnen Regelkreise und dazu die notwendige Zahl von KANBAN-Karten ausgeben [ALA 00], [MAK 97]. Der Umlauf der Karten wird durch Terminaleingaben an bestimmten Messpunkten überwacht, sodass Daten für die Produktionsfortschrittskontrolle gewonnen werden. Mit dieser Lösung läuft man aber Gefahr, die Flexibilität des ursprünglich personalen KANBAN-Systems wieder einzubüßen.

Der nächste Automationsschritt besteht darin, dass die Entnahme eines Bestandes an einem Terminal eingegeben und dann sofort vom Computer der nächste KANBAN-Auftrag zur Füllung der Lücke erzeugt wird und auf elektronischem Wege zum Bildschirm der Quelle („logische KANBAN-Karte“) gelangt.

In **mySAP ERP** ist ein Kontroll-Bildschirm vorgesehen, der den Status der Behälter (voll, leer, in Veränderung, auf Transport) zeigt.

KANBAN eignet sich vorwiegend für Großserien- und Massenfertigung, wobei die Bedarfe nicht zu starken Schwankungen unterliegen dürfen. Starre Kapazitäten sind hinderlich [KNO 02]. Wie Zäpfel und Hödlmoser [ZÄP 92] mit Simulationsexperimenten gezeigt haben, lässt sich KANBAN aber auch bei der Fertigung von standardisierten Varianten in Klein- bzw. Mittelserien wirtschaftlich einsetzen, insbesondere wenn keine bzw. nur kurze Rüstzeiten anfallen.

### 3.5.2.7.3.7 Grundmodell VII: Verhandlung von Agenten

Den einzelnen Fertigungssegmenten, die aus bestimmten Betriebsmitteln (Maschinen, flexiblen Fertigungssystemen, Bearbeitungszentren, Fertigungsinseln usw.) bestehen, sind kleine und untereinander vernetzte Expertensysteme zugeordnet. Da sie für „ihre“ Objekte handeln, bezeichnet man sie als Agenten. Neben solchen, die für Betriebsmittel tätig sind, kann es auch Agenten für Kunden, Kundenaufträge, Betriebsaufträge oder Produkte geben. Diese verteilten Systeme kommunizieren untereinander beispielsweise über einen gemeinsamen Speicher, das so genannte Blackboard. In diesem werden Zwischenergebnisse oder Angebote bekannt gemacht. So versucht man, günstige Maschinenbelegungen und Reihenfolgen zu finden [MÖN 06], [ZEL 98]. Die Agenten des an der Universität Erlangen-Nürnberg entwickelten Systems **DEPRODEX** (Dezentrale-Produktionssteuerungs-Experten) verhandeln während des Produktionsprozesses laufend miteinander. Es lassen sich kooperierende und konkurrierende Agenten unterscheiden. Wesentliches Element bei kooperierenden Agenten ist der intelligente Austausch von Zeitpuffern. Bei konkurrierenden Agenten wird der Produktionsprozess als Markt betrachtet, auf dem die Nachfrage verschiedener Fertigungsaufträge auf das jeweils aktuell verfügbare Angebot an Fertigungsaggregaten trifft. Weigelt konnte zeigen, dass diese Art von dezentraler Steuerung vor allem Vorteile hat, sobald das Ziel dominiert, Durchlaufzeiten zu verkürzen und Verspätungen zu minimieren [WEI 94, S. 133].

### 3.5.2.7.3.8 Zur Auswahl von Verfahren

Vergleiche zwischen den vielen Alternativen sind schwierig und bisher selten. In [SCHU 98/SCHU 00] wurden einige Methoden anhand von ähnlichen Prototypen evaluiert. Dabei schnitten Expertensystem-Ansätze verhältnismäßig gut ab, was die Planungsqualität angeht, während Prioritätsregeln eine Reihe von pragmatischen Vorteilen (z. B. Pflegeaufwand) zeigten.

### 3.5.2.7.4 Administrative Abwicklung

Das Anwendungssystem, das eines der sieben Grundmodelle zum Kern hat, gibt vor Beginn eines Produktionsauftrags jene Fertigungsdokumente aus, die für die Durchführung erfor-

derlich sind. Eventuell überlässt man den genauen Termin der Ausgabe nicht dem Programm, sondern gestaltet das System so, dass der Meister von seinem Terminal aus zum geeigneten Zeitpunkt die Ausgabe veranlassen („abrufen“) kann.

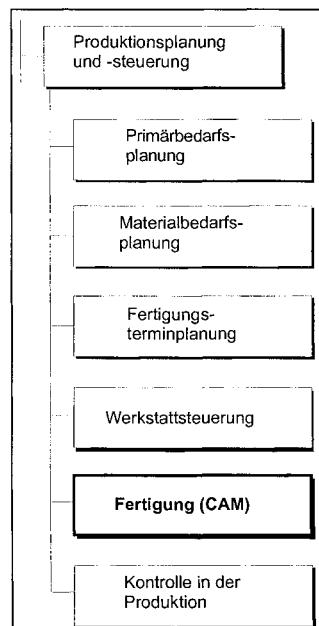
Als wichtigste Fertigungsdokumente sind zu nennen:

- 1) Laufkarte
- 2) Lohndokumente
- 3) Materialentnahmescheine
- 4) Materialablieferungsscheine
- 5) Materialbereitstellungsmeldungen, Werkzeugbereitstellungsmeldungen
- 6) Eventuell spezielle Fertigungsvorschriften bzw. Arbeitsgangbeschreibungen
- 7) Unter Umständen besondere Rückmeldedokumente (siehe nächster Abschnitt)

Hinzu kommen der endgültige Betriebsmittelbelegungs- und der endgültige Fertigungsauftragsablaufplan, der in Betrieben mit einfacherer Fertigungsstruktur auch den für die jeweilige Werkstatt oder Kostenstelle relevanten Ausschnitt aus der Stückliste (Fertigungsstückliste) enthalten kann. Gleichzeitig mit der Ausgabe der Fertigungsdokumente werden die nun veranlassten Arbeitsgänge in einen Vormerksspeicher „Veranlasste Fertigungsaufträge“ übertragen. Wenn häufige Änderungen des maschinell ermittelten Fertigungsablaufs zu erwarten sind und danach möglichst schnell ein neuer Ablaufplan generiert werden soll, muss für eine einfache Rückmeldung der Änderungen gesorgt werden. In diesem Fall können Änderungsmeldungen verlangt werden.

Der völlige Ersatz von Papieren durch Bildschirmanzeigen oder per Sprachein- und -ausgabe („papierlose Werkstatt“) ist ein Fernziel vieler Industriebetriebe.

### 3.5.2.8 Fertigung (CAM)



Der Begriff **CAM** (Computer Aided Manufacturing) wird nicht nur für die IV-Unterstützung der physischen Produktion im engeren Sinne benutzt, sondern umfasst im Allgemeinen auch die Automation der Funktionen Transportieren/Materialfluss, Lagern, eventuell Prüfen und Verpacken in den Fertigungsstätten selbst; CAM beinhaltet jedoch beispielsweise nicht die Qualitätssicherung im Wareneingang (vgl. Abschnitt 3.3.5) oder die Steuerung von Hochregallagern im Versandbereich.

Die Stellung von CAM bei der Fertigungsdurchführung innerhalb der integrierten IV (vgl. auch Abbildung 4.3/1) wird durch zwei Merkmale charakterisiert:

- 1) Es wird angestrebt, mit CAM den Materialfluss im Unternehmen über mehrere Phasen zu begleiten (vgl. Abbildung 3.5.2.8/1). In einem umfassenden CAM-System werden die Betriebsmittel automatisch mit Werkzeugen gerüstet, die Stillstands- und Bearbeitungszeiten erfasst und verbrauchte oder defekte Werkzeuge erkannt sowie ausgewechselt. Weiterhin werden die Werkstücke bzw. das Material entsprechend der Fertigungssteuerung den

Lagern entnommen, den Betriebsmitteln in günstiger Reihenfolge zugeführt (z. B. in einem **Flexiblen Fertigungssystem (FFS)** bzw. in **Flexiblen Fertigungszellen (FFZ)**) und die physischen Fertigungsprozesse gesteuert (z. B. das Setzen eines Schweißpunktes

durch einen Roboter, die Drehgeschwindigkeit des Bohrers einer CNC/DNC-Maschine). Darüber hinaus gewinnt das System automatisch Daten zur Produktionsfortschritts- und -qualitätskontrolle (z. B. automatische Prüfung von elektrischen Schaltungen) sowie zur Überwachung des technischen Betriebszustands (Betriebszustandsmonitoring) (vgl. MDE und PDE in Abschnitt 3.5.2.9.1), dirigiert **Fahrerlose Transportsysteme (FTS)**, bestimmt die geeignete Form und Größe des Verpackungsmaterials, verpackt schließlich das Fertigerzeugnis und stellt es für den Versand bereit. Man gelangt so zur „menscharmen“ Fabrik, in der der Mensch lediglich kontrollierende Tätigkeiten ausübt.

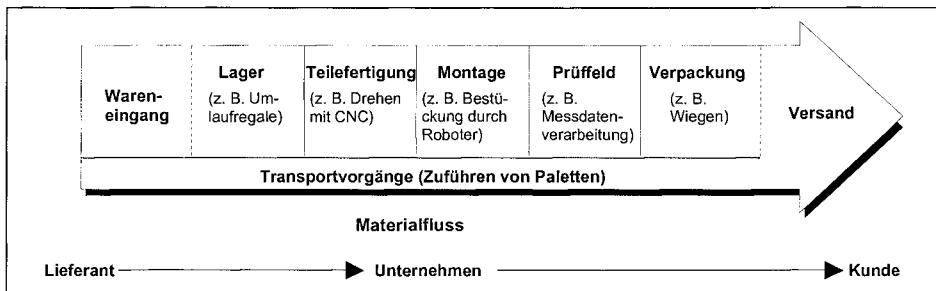


Abb. 3.5.2.8/1 Materialfluss

Die Koordination obliegt oft einem Leitrechner bzw. einem **Produktionsleitsystem**, das aus mehreren vernetzten Computern bestehen kann. Ein Leitsystem als CAM-Komponente ist nicht mit einem Leitstand als Teil eines PPS-Systems (vgl. Abschnitt 3.5.2.7.2) gleichzusetzen, wenn auch gewisse Verwandtschaften, z. B. bezüglich der grafischen Aufbereitung von Informationen, vorhanden sind. Abbildung 3.5.2.8/2 vermittelt einen Eindruck von der Komplexität eines Produktionsleitsystems. Man erkennt deutlich die Aufgabenteilung zwischen Leit- und Steuerungsebene. Das Pendant zum Produktionsleitsystem im Fertigungsunternehmen stellt das Prozessleitsystem in der **Prozessindustrie** (z. B. **Chemieindustrie**) dar.

Da Transferstraßen oft zu starr sind, um an häufige Produktwechsel angepasst zu werden, und Ausfälle schwer wiegende Konsequenzen haben, sucht man Mittelwege zwischen Werkstatt- und Fließfertigung: Flexible Mehrzweck-Werkzeugmaschinen werden abhängig von Varianten der Kundenaufträge, von der aktuellen Auslastung der Arbeitsplätze und von Störungen eingesetzt und über automatische Transportvorrichtungen angesteuert. Die Ablaufplanung ist dann sehr kompliziert. Bei der **DaimlerChrysler AG** wurde dazu ein Multi-Agentensystem (vgl. Abschnitt 3.5.2.7.3.7) entwickelt, in dem Werkstücke sich in Abhängigkeit von ihrem Bearbeitungszustand die geeigneten Betriebsmittel suchen, die Betriebsmittel jedoch die Werkstücke ablehnen können, wenn ihre Kapazität überlastet ist. Im Serienbetrieb werden mit diesem System ein höherer Durchsatz und eine größere Flexibilität erreicht [BUS 00/SCHO 00], [SUN 05].

Besondere Probleme ergeben sich, wenn ein Leitrechner Flexible Fertigungssysteme bzw. -zellen steuert [HIR 90/SCHM 89], [ZÖR 88]. Aufgabe der IV ist es dann, die Teilefamilienbildung, die Magazinierungsplanung und die Reihenfolgeplanung zu unterstützen.

Die Teilefamilienbildung (vgl. Abschnitt 3.5.2.5.5) legt fest, welche Produkte in einer Teilefamilie zusammengefasst werden sollen. Ein Teilefamilienlos wird mit einem aktuellen Werkzeugmagazin bearbeitet. Die Magazinierungsplanung bestimmt, aus welchen

Werkzeuge ein aktuelles Magazin zur Bearbeitung eines Teilefamilienloses bestehen soll und an welchen Maschinen der FFS/FFZ diese Werkzeuge zu installieren sind.

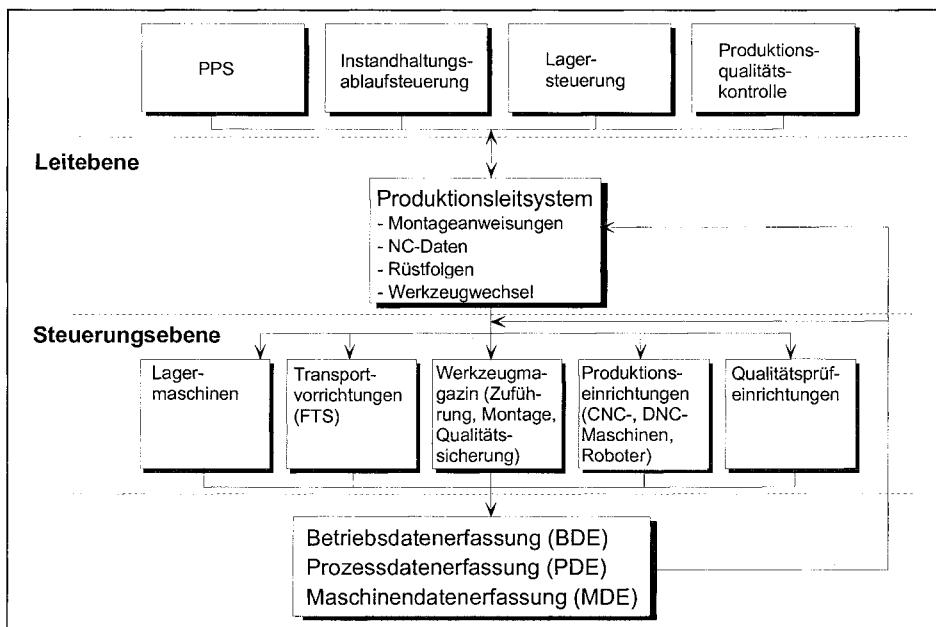


Abb. 3.5.2.8/2 Funktionen und Integration eines Produktionsleitsystems

Für die Teilefamilienbildung sind Informationen über die Zeiten/Kosten je Rüstung auf ein Teilefamilienlos und dessen Fertigungszeiten bzw. -geschwindigkeiten erforderlich. Diese Größen werden aber erst in der Magazinierungsplanung bestimmt, die Teilefamilienbildung ist also davon abhängig. Umgekehrt müssen für die Magazinierungsplanung Daten der Teilefamilienbildung bekannt sein, weil daraus die notwendigen Arbeitsgänge und Werkzeuge folgen. Verschiedene Lösungsansätze für dieses komplizierte Problem findet man bei Köhler [KÖH 88].

Für die Reihenfolgeplanung setzt man Prioritätsregeln (vgl. Abschnitt 3.5.2.7.3.1) ein. Mit ihrer Hilfe trifft das System eine Planungsentscheidung zum spätest möglichen Zeitpunkt, wobei als Entscheidungsgrundlage stets der aktuelle Systemzustand herangezogen wird. Özbayrak und Bell [ÖCB 03] stellen ein mehrstufiges Expertensystem vor: Zunächst werden die Aufträge mithilfe von Prioritätsregeln geplant. Anschließend arbeitet das System auf der Basis von Präferenzen des Steuerungspersonals eine Werkzeugversorgungsstrategie aus. Dabei ist unter anderem zwischen dem Full-kitting und dem Differential-kitting auszuwählen: Beim Full-kitting wird ein Werkzeugsatz an einer Maschine nur einem Auftrag zugeordnet und nach der Bearbeitung als Ganzes entfernt; beim Differential-kitting werden jene Werkzeuge nicht ausgewechselt, die für folgende Aufträge brauchbar sind.

- 2) Bei der Einbettung von CAM in die Informationsarchitektur des Industriebetriebs konstruiert man oft Hierarchien. Abbildung 3.5.2.8/3 zeigt die Informationsarchitektur eines Automobilherstellers mit ihrer Stufigkeit. Eine ähnliche Hierarchie der Firma **FAG Kugelfischer AG** beschreibt Lang [LAN 94]. Wesentlich ist eine intensive Informationsübertragung zwischen den Rechnern verschiedener Hierarchieebenen, Fertigungs-,

Transport-, Lager- und Prüfaggregaten. Da diese Betriebsmittel zumeist von sehr vielen unterschiedlichen Herstellern stammen, setzt ihre Vernetzung aufwändige Maßnahmen an den Schnittstellen voraus. Mit Protokollen wie **MAP** (**M**anufacturing **A**utomation **P**rotocol) wird versucht, die Kommunikation auf der Grundlage eines einheitlichen und offenen Standards durchzuführen [GRU 01].

Mit CAM sind interessante Entwicklungen hinsichtlich des Informationstransfers zwischen Mensch, Computer und den physikalischen sowie chemischen Vorgängen in der Fertigung verbunden. Einige Beispiele sind:

- 1) Die Übermittlung vom Menschen gesprochener Steuerungsanweisungen über Spracheingabe.
- 2) Warnungen an das Überwachungspersonal mithilfe von Sprachausgabe.
- 3) Die detaillierte Benutzerführung durch optische Anzeigen.
- 4) Anweisungen, die ein Computer in Abhängigkeit von der Erzeugniskonfiguration an Montagearbeitsplätzen ausgibt. Sie erlauben bei ausgeprägter Baukastenfertigung eine Art „Real-time-Produktion“: Die Fertigung läuft unmittelbar nach Erhalt des Kundenauftrags an. Ausreichende Kapazitäten vorausgesetzt, kann die Produktionsplanungsphase übersprungen werden. Das Erzeugnis wird z. B. während eines Telefonanrufes des Kunden rechnergestützt konfiguriert. Abhängig von der Konfiguration sorgt ein Logistiksystem dafür, dass die benötigten Komponenten an die Montageplätze transportiert und dort sofort zusammengefügt werden [BYL 94].
- 5) Die Erfassung des Zustands von physikalisch-chemischen Eigenschaften eines Zwischenfabrikats in der **Chemieindustrie** über so genannte intelligente oder Bio-Sensoren.
- 6) Die automatische Identifikation eines Erzeugnisses bei der Variantenproduktion über Transponder-Boxen (vgl. Abschnitt 3.5.2.9.1) bzw. RFID (vgl. Abschnitt 3.4.5.2).
- 7) Das Erfassen von Objekten und ihrer Konturen mithilfe von Mustererkennungsverfahren.

### **PRAKTISCHE BEISPIELE**

- 1) *Im Augsburger Werk produziert die **Fujitsu Siemens Computers GmbH** PCs, Server, Notebooks, Workstations, Tastaturen und zugehörige Komponenten. Auf schnell umrüstbaren Fertigungs- und Prüflinien wird jeweils in Komplett- oder Einzelschrittmontage gefertigt.*

*Angeliefertes Material wird von einem Warenzugangsbahnhof zu einem festgelegten Materialpuffer transportiert. Das für die Materialbereitstellung verantwortliche Personal stellt der Produktion in so genannten „Kitting-Kisten“ alle PC-Komponenten für die Montage zur Verfügung, lediglich das Chassis wird gesondert angefahren. Für größere Lose werden die Teile separat angeliefert. Quelle des Materialnachsuchs ist ein Zentrallager. Ausgewählte Komponenten liefern Partnerbetriebe „just in time“.*

*Das **SAP R/3-System** über gibt die Kundenaufträge an die Produktion in einem stündlichen Zyklus. Die anschließende Feinsteuierung dieser Kundenaufträge über nimmt das interne Programm **PKAM** (**P**rozessunterstützung für **k**undenauftragsorientierte **M**ontage). Dieses verteilt die täglichen Aufträge auf die einzelnen Fertigungslinien und meldet deren Erfüllung online an das R/3-System.*

Beim Start erhält jeder Auftrag eine Nummer, die als Barcode am Montagechassis mitläuft. Aufträge werden nur an die Produktion weitergegeben, wenn sich das benötigte Material an den produktionsnahen Lagerorten befindet. PKAM steuert jetzt jeden Auftrag anhand eines Arbeitsplans (mit den darin definierten Montageschritten) über alle notwendigen Stationen bis zum Versand und zu der Fertigmeldung an **mySAP ERP**.

Den Nachschub ordert R/3 nach einem KANBAN-Prinzip in Abgleich mit den Materialvorräten.

Für das kaufmännische Controlling wird ebenfalls R/3 eingesetzt. Qualitätsdaten werden auf dem PC-System **FUCHS** (Funktionsorientiertes technisches Controlling in der Herstellung und Qualitätssicherung) ereignisaktuell erfasst und ausgewertet [LEH 05].

- 2) Bei der **INDEX-Werke GmbH & Co. KG Hahn & Tessky** in Esslingen sind die betriebswirtschaftlichen IV-Systeme (z. B. Verkauf, Materialwirtschaft, PPS, Personalwirtschaft) und die technischen (z. B. NC-Programmierung, CAD) als Client-Server-Systeme implementiert. Für den DNC-Betrieb von nahezu 80 numerisch gesteuerten Maschinen sind an den örtlich getrennten Produktionsstätten mehrere Leitsysteme vorhanden. Daneben sind die Werkzeugvoreinstellungsgeräte in den DNC-Informationsfluss integriert, so dass auch die Werkzeugdaten rechnerintern weiterverarbeitet werden können.

Die Anforderung der NC-Programme erfolgt von einem DNC-Terminal, das der jeweiligen Werkzeugmaschine zugeordnet ist, über Funk, LAN oder Wireless-LAN (WLAN). Welches NC-Programm aktuell benötigt wird, gibt die Werkstattsteuerung vor. Das Programm wird dann von einem NC-Programm-Pool der Arbeitsvorbereitung (AV) abgerufen und auf die Steuerung übertragen [WAL 05].

- 3) Der **Ford-Konzern** strebt eine weltweit einheitliche integrierte Logistiklösung an (vgl. Abschnitt 4.4). Das Konzept enthält neben der Produktionslenkung auch die Anbindung der Lieferanten; diese siedeln oft kleine Produktionsstätten in einem werksnahen Industrie-Park an.

Über Web-Technologie (Extranet) werden die Fahrzeugbestellungen inklusive abwicklungsrelevanter Kundendaten direkt in die Ford-Systeme eingegeben, unter anderem auf Baubarkeit geprüft und an **EUROVIS** (European Vehicle Information System) weitergeleitet, z. B. zur Fahrgestellnummernvergabe. Ein System **OVS** (Optimized Vehicle Scheduling) legt unter Berücksichtigung der Kapazitätsauslastung und der Markt- und Händlerprioritäten die Fertigungsreihenfolge fest. Die Produktionsdaten werden meist fünf bis zehn Tage vor dem geplanten Fertigungsende zu den dezentralen Rechnern in der Produktion übertragen. Alle Fahrzeuge können ab der Unterbodenfertigung in jeder Stufe des Fertigungsprozesses entweder über Barcode oder über einen RFID-Chip (vgl. Abschnitt 3.4.5.2) identifiziert werden.

Die Systeme **ILVS** (In Line Vehicle Sequencing) und **PVS** (Plant Vehicle Scheduling) steuern die tägliche Produktion im Karosserie- und Lackbereich und in der Endmontage. Diese dezentralen Systeme sorgen auch für die kurzfristige Anlieferung der Produktionsmaterialien. Dies geschieht entweder als Sequenz-Anlieferung oder nach dem KANBAN-Prinzip. Im ersten Fall liegen verschiedene Varianten einer Teilegruppe in Baureihenfolge in einer Verpackungseinheit. Bei KANBAN-Anlieferung enthält jede Packungseinheit nur eine Variante einer Teilegruppe. Auf diese Weise sind die Fertigungsprozesse verschiedener Produktionsstätten der Ford-Werke AG und der Lieferanten synchronisiert. Im Karosseriebau erhalten die Schweißroboter automatisch die Bauinformationen des nächsten Fahrzeugs.

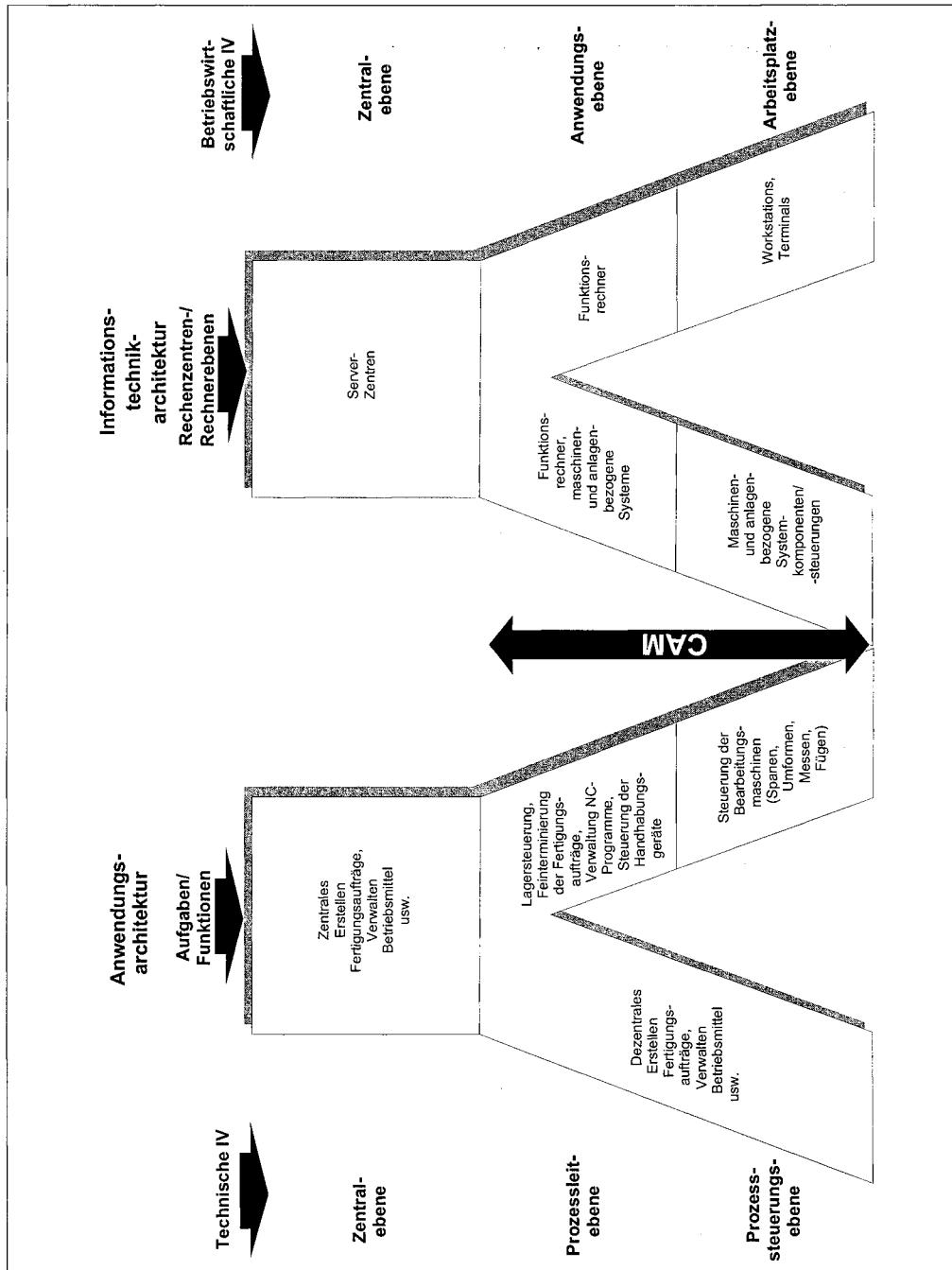


Abb. 3.5.2.8/3 Einbettung von CAM in die Informationsarchitektur eines Automobilherstellers

An verschiedenen Stellen der Endmontage testet **ECOS** (Electrical CheckOut System) die elektrischen Systeme; die elektronischen Steuerungsgruppen konfiguriert man mittels **eCATS** (electronic Configuration and Test System). Danach wird die Funktions-

weise der Steuerungseinheit sowie all der Systeme getestet, die von dieser Steuerungseinheit kontrolliert werden.

Während des gesamten Produktionsprozesses gibt ILVS/PVS regelmäßig Statusmeldungen an einen Großrechner.

Die Typenschilder werden automatisch geprägt und montiert. Nach Fertigstellung des Fahrzeugs generiert das **CDM** (*Car Dispatch Mechanisation*) die Fahrzeug-, Zoll- und Versandpapiere [GRE 05].

- 4) Die **Pfizer GmbH** betreibt im Werk Freiburg eine Fertigungsanlage, deren Aufbau- und Ablaufschema Abbildung 3.5.2.8/4 zeigt.

Man erkennt ein Drei-Ebenen-Konzept, wobei die Funktionen Wiegen, Mischen, Granulieren und Trocknen sowie Tablettieren unter Nutzung der Schwerkraft durchgeführt werden. Integriert ist ferner ein Hochregallager, von dem volle Container auf Ebene 2 gebracht werden können. Ebene 2 ist die „Beschickungsebene“. Dort werden die Ausgangsmaterialien für die Arbeitsgänge bereitgestellt. Auf Ebene 1 („Prozess-Ebene“) finden die genannten Arbeitsgänge statt. Auf Ebene 0 läuft das vollautomatische Containerhandling ab. Die Container fangen die gemischten oder granulierten Massen auf und werden durch ein Transportsystem auf die Beschickungsebene zurückgesandt, von wo aus man die Materialien wieder der Prozessebene zur Weiterverarbeitung zuführt.

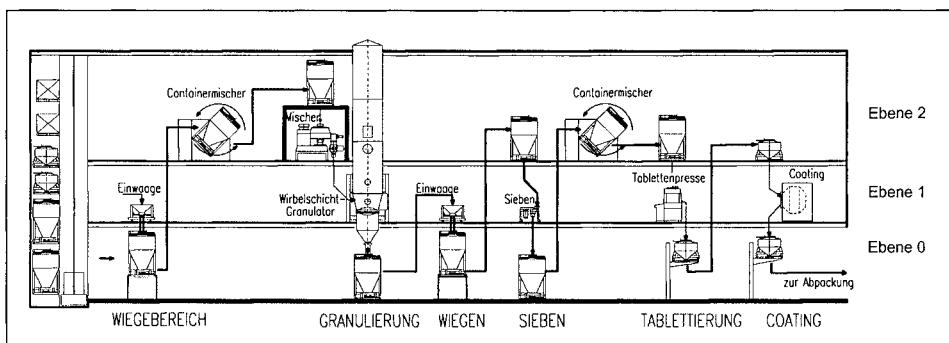


Abb. 3.5.2.8/4 Ablaufschema im CIM-Konzept der Pfizer GmbH [MÜL 05]

Ein PPS-System verwaltet unter anderem die Zusammensetzung der Erzeugnisse, Bestände und Aufträge. Es übergibt die Fertigungsaufträge an ein so genanntes Auftragsdurchsetzungs-System, das die Produktion und die Lager steuert, die Fertigungs- und Transportmittel belegt und Rückmeldungen erfasst [MÜL 05].

### 3.5.2.9 Kontrolle in der Produktion

#### 3.5.2.9.1 Voraussetzungen für die Kontrolle – Betriebsdatenerfassung

Die **Betriebsdatenerfassung (BDE)** ist Voraussetzung für die Produktionsfortschritts- und -qualitätskontrolle.

Wegen des großen Umfangs der in den Produktionsstätten anfallenden Daten ist die Betriebsdatenerfassung ein ähnlich wichtiger Eingangspunkt in die Integrierte IV wie die Kundenauftragserfassung (Abschnitt 3.2.4). Für die Sammlung der in der Produktion anfallenden Daten hat sich eine Vielzahl von Hard- und Software-Kombinationen herausgebildet; Überichten und Vergleiche erhält man bei Roschmann u.a. [ROS 91]. Stark verbreitet sind Be-

lege, die mithilfe optischer oder magnetischer Zeichenerkennung gelesen werden. Vor allem dann, wenn nicht nur die Tatsache zu melden ist, dass eine geplante Etappe im Produktionsdurchlauf erreicht wurde, sondern mehrere Ist-Daten (benötigte Zeit, Zahl der Ausschussstücke usw.) eingegeben werden, hat das gewöhnliche Bildschirmterminal Vorteile. Wachsende Bedeutung gewinnen die Datenerfassung unmittelbar an der Maschine (**MDE**, Maschinendatenerfassung) sowie die integrierte Verarbeitung von Daten aus der Prozessautomation für die Produktionsfortschrittskontrolle (**PDE**, Prozessdatenerfassung) und für die Qualitätssicherung. Letztere umfasst eine integrierte oder direkte Verbindung zu Messgeräten oder Statistikmodulen (vgl. [ROS 94, S. 278]). Manche Geräte erlauben eine Verdichtung der Massendaten bereits vor Ort (im Messgerät bzw. BDE-Terminal).

Ein typisches BDE-System, z. B. im **Maschinenbau**, arbeitet wie folgt: Über Terminals in der Werkstatt melden sich die Arbeiter durch Bedienung der Tasten „Kommt“ und „Geht“ an und ab, wobei sie sich selbst durch einen maschinenlesbaren Werksausweis identifizieren. Beginn und Ende von Aufträgen bzw. Arbeitsgängen sowie Gemeinkostenzeiten werden ebenfalls durch besondere Tasten bekannt gegeben. Unterbrechungsgründe, Zeitüberschreitungen sowie Kontrollbefunde gibt man über eine Zifferntastatur ein. Die Daten der Betriebsaufträge werden den Auftragsbegleitdokumenten, die z. B. mit einem Barcode gekennzeichnet sind, entnommen. Beispiele für Richtigkeits- und Plausibilitätsprüfungen sind: Ein Mitarbeiter meldet einen Arbeitsgang an, obwohl er sein Kommen noch nicht eingetastet hat (der Mitarbeiter hat beim Schichtbeginn vergessen, das Terminal zu bedienen), es wird eine Arbeitsgangfolge als beendet erklärt, deren Start noch nicht eingegeben wurde, eine Planzeit wird über eine Toleranzschwelle hinaus überzogen, ohne dass ein Grund hierfür geliefert wird, die Zahl der abgelieferten Stücke ist im Vergleich zur Losgröße sehr niedrig (nicht plausibler hoher Ausschuss), Aufträge werden in einer falschen, dem Arbeitsplan oder der Feintermierung nicht entsprechenden Reihenfolge angemeldet.

**Multimedia-Technik** gestattet es, Rückmeldungen um **Sprachsequenzen** zu ergänzen (vgl. Abschnitt 3.5.2.7.2).

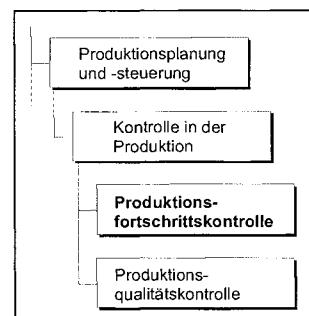
Wenn das Produkt in Abhängigkeit von speziellen Kundenwünschen („Extras“) konfiguriert wird, entsteht das Problem, dass das einzelne Erzeugnis an mehreren Stellen in Produktion, Lager und Versandvorbereitung identifiziert werden muss, wobei aus Kontrollgründen auch die Produkteigenschaften (Beispiel: „Ist die Diebstahlsicherung schon eingebaut?“) elektronisch zu erfassen sind. Für solche Zwecke haben sich der so genannte **Programmierbare Identträger** und insbesondere die **RFID**-Technik bewährt (vgl. Abschnitt 3.4.5.2).

Voraussetzungen einer erfolgreichen BDE-Einführung hat Kunz [KUN 92] systematisiert.

### 3.5.2.9.2 Produktionsfortschrittskontrolle

Der Produktionsfortschritt wird dadurch kontrolliert, dass über die Betriebsdatenerfassung aus der Fertigung zurückkehrende Meldungen verarbeitet und bei den veranlassten Fertigungs-aufträgen gebucht werden.

Zweckmäßigerweise verwendet man solche Dokumente, die ohnehin aus anderen Gründen dem IT-System zugeführt werden müssen. Das sind bei einer feinnervigen Terminüberwachung bzw. bei zeitlich langen Arbeitsgängen die Lohnscheine, mit denen jeder einzelne Arbeitsgang abgemeldet werden kann. Besondere Rückmelddokumente sind angebracht, wenn es nicht gelingt, die Arbeiter zur pünktlichen und vollständigen Ablieferung ihrer Lohn-



scheine zu bewegen. Oft übernehmen dann Bestätigungen von Qualitätskontrollstellen, dass ein Produktionsauftrag zu einer bestimmten Zeit eine bestimmte Station des Fertigungsablaufs passiert hat, die Meldefunktion der Lohndokumente. In den meisten Fertigungen, insbesondere wenn deutliche Fertigungsstufen definiert sind und die Lager ordnungsgemäß mithilfe von Materialentnahme- und -ablieferungsscheinen verwaltet werden, genügt jedoch die Verfolgung der Produktionsaufträge zwischen diesen Stufen mit Materialbewegungsdokumenten.

Das Programm Produktionsfortschrittskontrolle überprüft die Daten der Produktionsaufträge und gibt Terminmahnungen aus. Dabei empfiehlt es sich, nähere Angaben über den Auftrag vorzusehen, etwa den Ablaufplan, den letzten als vollzogen gemeldeten Arbeitsgang (diese Angaben erleichtern das Auffinden des Loses im Betrieb), Bemerkungen über eventuell zeitkritische Arbeitsgänge bzw. Pufferzeiten oder den voraussichtlichen Termin, zu dem die Lagerbestände an den Teilen auslaufen, die das Ergebnis des angemahnten Produktionsauftrags sind. In eleganten Lösungen wird bei verspäteten Betriebsaufträgen mithilfe der Zeiten noch ausstehender Arbeitsgänge (aus den Produktionsvorschriften) und des dem Kunden bestätigten Terms (aus dem Vormerkspeicher Kundenauftrag) geprüft, ob die Verzögerung im Produktionssektor die Nichteinhaltung eines Kundenauftragstermins zur Folge haben kann. In diesem Fall besteht die Möglichkeit, einen Hinweis an den Vertrieb oder unmittelbar eine Benachrichtigung an den Kunden auszugeben. Umgekehrt kann man dem Kunden die Möglichkeit einräumen, den Durchlauf seines Auftrags im Internet zu verfolgen.

Arbeitet man in der Durchlaufterminierung (Abschnitt 3.5.2.6.1) oder in der Verfügbarkeitsprüfung (Abschnitt 3.5.2.6.3) mit Reservierungen, so muss das Programm Produktionsfortschrittskontrolle die Kapazitäten oder Werkzeuge wieder entlasten bzw. freigeben.

Wichtigste Eingaben:	Besondere Rückmeldedokumente/Bestätigungen, Lohnscheine, Materialentnahmescheine, Materialablieferungsscheine (aus der Fertigung zurückkehrend), Störungsmeldungen nach Dauer und Ursache, Gemeinkostenzeiten
Wichtigste Anzeigen und Ausdrucke:	Verspätete Aufträge, Terminmahnungen, Auswirkungen von Verspätungen auf höhere Fertigungsstufen und Kundenaufträge, Mitteilungen an Kunden, Soll-Ist-Termine der abgeschlossenen Aufträge, offene Aufträge (Werkstattauftragsbestand), Arbeitsvorrat pro Arbeitsplatz, Belastungsanalysen pro Arbeitsplatz (Soll-Ist-Leistung), Nachweis der ausgegebenen Werkzeuge, zu klärende Eingabefehler, Protokolle der Eingabeprüfung, Gleitzeitstand, Kapitalbindung in der Werkstatt
Wichtigste Dialogfunktionen:	
Nutzeffekte:	Sicherstellen des planmäßigen Fertigungsablaufs und der Liefertreue, rechtzeitige Information der Kunden, Personaleinsparungen, Reduktion unerwünschter Prozesslager

Abb. 3.5.2.9.2/1 Produktionsfortschrittskontrolle

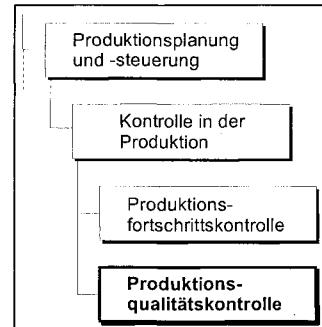
### PRAKTISCHES BEISPIEL

Von der **Schiesser AG** wurde in Zusammenarbeit mit Hardwarereproduzenten ein Belegleseverfahren entwickelt, das das in Textilbetrieben übliche „Schnipseln“ von Kupons aus der Warenbegleitkarte ersetzt [FRI 05]. Jeder Mitarbeiter erhält am Anfang des Monats eine auf die Zahl der Arbeitstage abgestimmte Menge von Kopfkupons (in DIN-A8-Format) mit Name und Personalnummer, die auf einem Schnelldrucker mit OCR-A-Kette ausgedruckt wurden. Ein Scheckheft mit ebenfalls maschinell lesbaren Akkordkupons (ein Kupon pro Arbeitsgang) begleitet die Fertigungslose. Der Mitarbeiter entnimmt dem Scheckheft den Kupon für den von ihm ausgeführten Arbeitsgang und legt ihn in eine Minikassette an seinem Arbeitsplatz. Am Ende der Schicht bringt er den Kopfkupon vor den Stapel der Akkordkupons. Das

*Führungspersonal fügt Kostenstellenkupons hinzu und füllt dann die Minikassetten in eine Maschinenzuführungskassette um, die man zum Belegleser bringt.*

### 3.5.2.9.3 Produktionsqualitätskontrolle (CAQ)

Die Sicherung der Fertigungsqualität umschreibt man mit dem Terminus **CAQ** (Computer Aided Quality Assurance). Allerdings ist dies eine enge Verwendung des CAQ-Begriffs. In einem weiteren, vom so genannten **Total Quality Management (TQM)** geprägten Verständnis umfasst CAQ auch die Steuerung der Produktqualität im Entwurfsstadium (vgl. Abschnitt 3.1.5.2), die Güteprüfung im Wareneingang (vgl. Abschnitt 3.3.5) und die Wartung oder die Durchführung von Reparaturen in der Nachkauf-Phase (vgl. Abschnitt 3.7). Es muss im Sinne einer Modulintegration (vgl. Abschnitt 1.1) versucht werden, in diese Programmkomplexe möglichst viele gemeinsame Module bzw. Methoden einzubinden, beispielsweise solche zur Planung von Stichproben oder zur diagnostischen Behandlung der Messergebnisse. So sind Verfahren der dynamischen Prüfung (vgl. Abschnitt 3.3.5) ursprünglich in der Wareneingangskontrolle entstanden und wurden nach und nach in andere Qualitätskontroll-Prozesse, insbesondere in der Teilefertigung und in der Montage, übertragen.



Im Idealfall erstellt ein Programm bei der Ausgabe der Fertigungsdurchführungsdokumente individuelle Prüfauflagen (elektrische Messungen, Oberflächenprüfungen, physikalische/chemische oder biologische/mikrobiologische Untersuchungen), z. B. im Zusammenhang mit der Fehlerhäufigkeit bei dem Teil, an dem Arbeitsplatz oder gar bei dem Arbeiter in der jüngeren Vergangenheit. Man kann mit derartigen Ausdrucken den bei Kontrollen oft erwünschten Überraschungseffekt erreichen. Es ist auch denkbar, dass die Prüfauflagen darauf abgestimmt werden, wie gravierend sich bei einem bestimmten Kundenauftrag in Abhängigkeit von der aktuellen Termintsituation zu spät gefundene Mängel auswirken.

Wichtigste Eingaben:	Prüfparameter, Annahme-/Ablehnungs-/Nacharbeits-/Zweite-Wahl-Entscheidung, Gut- und Fehlermeldungen, Stichprobentabellen, Prüfprioritäten
Wichtigste Anzeigen und Ausdrucke:	Prüfvorschriften, Termintsituation, Annahme-/Ablehnungsentscheidung, Qualitätszeugnisse für Kunden, Lieferanten, TÜV usw., Prüfstatistiken, Regelkarten zur grafischen Dokumentation der Qualitätsentwicklung über der Zeit, fehlende und lückenhafte Prüfvorschriften, NC-Messprogramme
Wichtigste Dialogfunktionen:	
Nutzeffekte:	Unterstützung der Qualitätssicherung, Gewinnung von Daten zur Betriebsmittelpflege, Senkung der Prüfkosten, Vermeiden von Störungen in der Fertigung, Rationalisieren der Prüf- und Testarbeiten, gute Auslastung von Prüf- und Testgeräten, Verkürzung von Liege- und Durchlaufzeiten in den Prüfstellen

Abb. 3.5.2.9.3/1 Produktionsqualitätskontrolle (CAQ)

#### PRAKTISCHE BEISPIELE

- 1) Beim **Waagenhersteller Bizerba GmbH & Co. KG** werden wegen Lötfehlern gesteuerte Platinen automatisiert an einen Sonderarbeitsplatz geleitet. Dort erscheint im richtigen Moment auf der defekten Platine ein roter Punkt, den ein über Kopf angeorderter Laser erzeugt. An dieser Stelle muss eine Spezialkraft nachlöten. Zusätzlich wird der Bestückungsplan auf einem Monitor sichtbar, damit sie sich besser orientieren kann [HEB 05].

- 2) Bei dem **Motorenhersteller MTU Friedrichshafen GmbH** werden Gelenkwellen für diverse Automobilhersteller (unter anderem **DaimlerChrysler** und **Volvo**) montiert. Die umfangreiche **Sensorik** verfeinert die Steuerung und erlaubt die Kontrolle kritischer Werte sowie qualitätsrelevanter Eigenschaften. Zum Beispiel überprüfen optische Distanz-Sensoren, ob das Gelenk in der Einlegestation verfügbar und ob es richtig positioniert ist. Eine Lichtschranke überwacht die Höhe der eingelegten Welle, damit nicht versehentlich ein bereits fertig montiertes Teil zugeführt wird. Ein Laser-Kontrasttaster ermittelt, ob der Deckel auch eine Dichtung enthält. Mit einer anderen Laser-Lichtschranke wird festgestellt, ob der der Dauerschmierung dienende Fettberg mit seinen 3 mm Höhe aufgespritzt ist. Ein Drucksensor sorgt für die kontrollierte Überwachung des Aufpressvorgangs zur eigentlichen Gelenkmontage. Der Verlauf des Aufpressvorgangs wird dokumentiert und archiviert [FEI 03/NÜT 05].

Bei hoch automatisierten Fertigungsvorgängen, in denen sowohl mechanische als auch elektronische und physikalisch-chemische Teilprozesse vereint sind, wie z. B. in der Leiterplattenfertigung, ist es oft relativ einfach, zu beurteilen, ob das Endprodukt gut oder Auschluss ist. Jedoch fällt es schwer, von Mängeln des Erzeugnisses auf die verursachende Stelle in der Produktion (z. B. eine falsch geregelte Temperatur) zu schließen. Hier können wissensbasierte Systeme helfen.

Im innersten Qualitätsregelkreis – unmittelbar am Betriebsmittel – setzt man Module der **Statistischen Prozessregelung (SPC, Statistical Process Control)** ein. SPC ermittelt anhand einfacher statistischer Kennzahlen, ob ein Prozess beherrscht, d. h. frei von systematischen Einflüssen, oder aber nur durch bekannte Störungen beeinflusst ist. Ohne SPC war die häufige Berechnung der Kennzahlen unrentabel [KÖP 88]. SPC-Pakete enthalten unter anderem folgende Funktionen: Übernahme von Daten aus Messgeräten über entsprechende Schnittstellen, Überwachung von Trends und Streuungen mit statistischen Methoden, Berechnung von Grenzen, bei denen personelle Eingriffe erforderlich sind, Dokumentation von Ereignissen (z. B. Störungen, Beginn und Ende von Unterbrechungen), Weitergabe von Korrekturdaten an die NC-Steuerung und Ausgabe von Informationen an das Personal in der Fertigung mithilfe von Grafiken.

In der **Prozess-**, vor allem in der **Pharmaindustrie**, zielt CAQ hauptsächlich auf die Reinheit der Stoffe, auf die Dosierungsgenauigkeit und auf die Dokumentation. Die Qualitätsregeln erstrecken sich auch auf die Fertigungshygiene und die Freigabe zum Versand. Ebenso kann der mit dem Probenumlauf verbundene Verwaltungsaufwand nur durch IV-Einsatz bewältigt werden. LIMS-Systeme (vgl. Abschnitt 3.1.7) liefern dem Musterzieher produktabhängig den **Musterziehungsplan**, nehmen Identifikationsdaten auf und drucken Etiketten, diese unter Umständen maschinenlesbar.

Da die Qualitätskontrolleure einerseits in vielen Fällen beide Hände zur Bewegung der Prüfobjekte und -werkzeuge benötigen, andererseits aber oft nur wenige standardisierte Meldungen („Teilenummer“, „Gut“, „Ausschuss“ oder „Nacharbeit“) eingeben müssen, ist die Qualitätsprüfung ein interessantes Einsatzfeld für **Spracheingabesysteme**.

Die erforderlichen personellen Bewertungen (z. B. Nachbearbeitung, Verschrottung, Zuordnung zur zweiten Wahl) sollten – etwa auf der Grundlage von Entscheidungstabellen – vom System vorbereitet und am Bildschirm präsentiert werden. Die vom Sachbearbeiter getroffene Entscheidung stößt im integrierten System weitere Aktionen an, so z. B. Nachbestellungen der verworfenen Produkte beim PPS-System oder Zubuchung zu den Zweite-Wahl-Beständen.

Abbildung 3.5.2.9.3/2 zeigt den Inhalt einiger Qualitätsmeldungen, die das Modul QM (Quality Management) von mySAP ERP erstellt.

- 1) Kopfdaten (unter anderem Art, Status der Meldung)
- 2) Partnerdaten (unter anderem Verantwortliche für Meldung)
- 3) Positionsdaten (unter anderem Fehlerart, -ursache, -ort)
- 4) Ausfall- und Störungsdaten (Angabe von Zeiten und Folgeausfällen)
- 5) Maßnahmendaten (unter anderem vorgegebene oder vorgeschlagene Maßnahmen zur Behebung des Problems; die Lösungsvorschläge werden personell festgelegt und beziehen sich entweder auf den Meldeungskopf oder nur auf einzelne Fehlerpositionen. Einer Maßnahme kann ein Partner zugeordnet werden. Maßnahmen werden in Textform beschrieben oder als vordefinierter Code aus einem Katalog entnommen.)
- 6) Terminübersichten

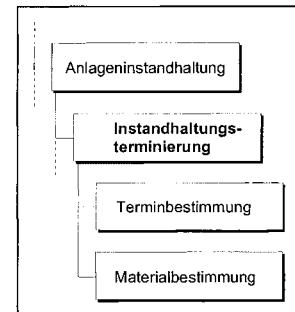
Abb. 3.5.2.9.3/2 Qualitätsmeldungen von mySAP ERP

Es kann im praktischen Fall wichtig sein, möglichst rasch gewarnt zu werden, wenn sich an einer bestimmten Stelle des Fertigungsprozesses (z. B. weil ein Werkzeug abgenutzt ist) die Fehler zu häufen beginnen. Dann ist ein Online-System zu erwägen, das die jeweils neuesten Eingaben der Qualitätskontrolleure sofort statistisch verarbeitet und gegebenenfalls am Arbeitsplatz der Führungskraft **Warnsignale** ausgibt.

### 3.5.3 Anlageninstandhaltung

#### 3.5.3.1 Instandhaltungsterminierung

Wir wollen annehmen, dass durch ein Planungsmodell – wie in Band 2 beschrieben – festgelegt und bei den Betriebsmittelstammdaten gespeichert ist, in welchen Abständen welche vorbeugenden Instandhaltungsarbeiten an den Betriebsmitteln vorgenommen werden sollen. Damit sind Rahmentermine für die Instandhaltungsmaßnahmen gegeben, die nun vom Programm Instandhaltungsterminierung in detailliertere Termine umgewandelt werden müssen. Es zeigen sich einige Analogien zu PPS-Systemen, die zur Begriffsbildung „**Instandhaltungsplanung und -steuerung**“ (IPS) geführt haben. Wegen der engen methodischen Verwandtschaft zwischen PPS- und IPS-Funktionen ist es erwägenswert, die Instandhaltung mit PPS-Standardprogrammen zu administrieren und zu disponieren. Ein wesentliches Problem ist die Abstimmung von Fertigungs- und Instandhaltungsplan. Sie ist besonders dort wichtig, wo im Drei- oder Vier-Schicht-Betrieb gearbeitet wird und infolgedessen die Instandhaltungsmaßnahmen nicht dann stattfinden können, wenn die Produktion ruht. Wird der Produktionsplan **vor** dem Instandhaltungsplan aufgestellt, so versucht die Instandhaltungsterminierung, den genauen Durchführungszeitpunkt in einen solchen Zeitraum zu legen, in dem das zu inspizierende bzw. zu wartende Betriebsmittel nicht oder nur wenig genutzt wird. Zeigt der Produktionsplan hingegen keine derartigen Lücken, so verlangt das Programm eine menschliche Entscheidung, ob ein Fertigungsauftrag oder eine Instandhaltungsoperation verzögert werden soll. Wenn die Instandhaltungsintervalle im Vergleich zum Vorschauzeitraum der Produktionsplanung groß sind, lässt man zuerst den Instandhaltungsplan generieren. Die für Instandhaltungsmaßnahmen abzuzweigende Kapazität muss das System dann von der disponiblen Produktionskapazität subtrahieren.



Der Produktstruktur als Grunddaten eines PPS-Systems entspricht im IPS-System bedingt die Anlagenstruktur. Abbildung 3.5.3.1/1 zeigt ein Beispiel aus einer Beschreibung zum Modul PM (Plant Maintenance) von **mySAP ERP**. Nach oben kann diese Struktur erweitert werden, wenn in einem Konzern oder Unternehmen mehrere Werke arbeiten [STE 00].

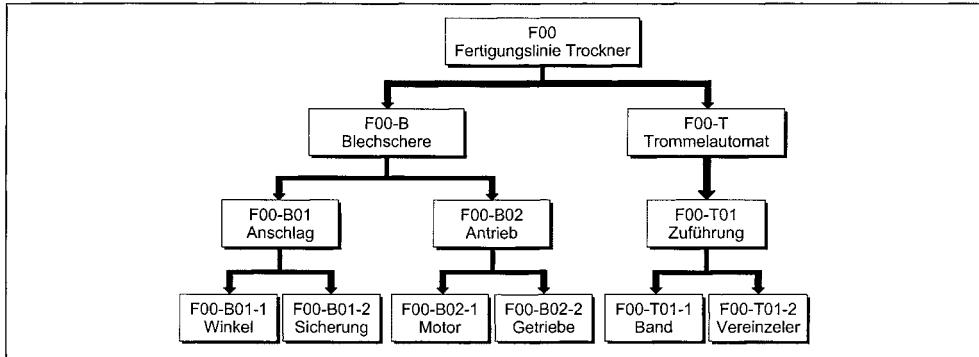


Abb. 3.5.3.1/1 Anlagenstruktur [GRO 04, S. 130]

### PRAKTISCHES BEISPIEL

Die **CeramTec AG**, ein Hersteller von keramischen Bauteilen, setzt in mehreren Werken das **SAP-PM-System** ein. Es werden im Wesentlichen drei Kategorien von Maßnahmen unterschieden, und zwar vorbeugende Instandhaltungsaktionen, geplante Reparaturen (das Betriebsmittel ist zwar nicht einwandfrei, seine Reparatur kann jedoch noch etwas verschoben werden) und Maßnahmen zur Reaktion auf eine Störung, die die Funktionsfähigkeit der Anlage unzumutbar beeinträchtigt.

In dem System sind für die erste Kategorie Intervalle bzw. geplante Termine für die Maßnahmen hinterlegt, und zwar zusammen mit Toleranzen, welche proportional zur Größe des Intervalls bemessen wurden. Das System druckt rechtzeitig vor dem geplanten Termin Aufträge aus, ferner Übersichten für die einzelnen Wartungstechniker über ihre Belastung in den nächsten vier Wochen. Falls darin Kapazitätsüberlastungen sichtbar werden, kommt es zu Gesprächen zwischen dem Leiter des Instandhaltungs-Controllings und den für die Produktion Verantwortlichen, die zur Folge haben mögen, dass externe Dienstleister verpflichtet oder Überstunden vereinbart werden.

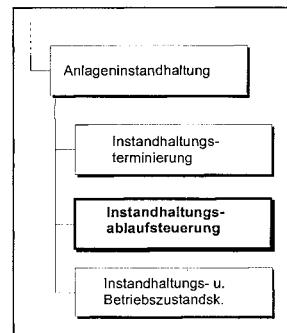
Die Instandhaltungstechniker melden mithilfe eines Scanners, in dem zuerst die mit einem Barcode versehene Anlage erfasst wird, und einer Datenübertragungsstation unter anderem die benötigte Zeit, Codes für das Schadensbild, solche zur Kennzeichnung des defekten Bauteils sowie solche zur Beschreibung der Störungsursache an das **SAP-System**. Mithilfe der anderen **SAP**-Module werden über die Kostensätze für die Handwerkergruppen (etwa Maschinenbediener, Schlosser, Elektriker) die entstandenen Kosten der eigenen Handwerker, der Fremdhandwerker, aber auch für Ersatzteile in **SAP-PM** abgebildet. Unter anderem konnte gezeigt werden, dass nach einer Intensivierung der Vorbeugung zwar die hierfür erforderlichen Kosten stiegen, die Kennzahl „Instandhaltungskosten bezogen auf den Umsatz“ jedoch gefallen war. Die zusätzlichen Vorbeugungsaktionen erwiesen sich also als sinnvoll, weil die Zahl der Ad-hoc-Reparaturen sank (vgl. Band 2) [KOR 05].

Wichtigste Eingaben:	Prioritäten, Veranlassung von Reparaturen nach ungeplanten Ausfällen
Wichtigste Anzeigen und Ausdrucke:	Instandhaltungsplan, Anfragen an Disponenten, Instandhaltungskapazität, Warteschlangen, Instandhaltungslohnscheine, Bereitstellungsmeldungen für Ersatzteile, Dokumentation von Instandhaltungsmaßnahmen, z. B. für TÜV oder Versicherer
Wichtigste Dialogfunktionen:	Alternative Abstimmungen Produktions-/Instandhaltungsplan
Nutzeffekte:	Kostensenkung der Instandhaltungsmaßnahmen bzw. Erhöhung der Kapazitätsausnutzung der Betriebsmittel, Unterstützung der Produktionsplanung, gleichmäßige Ausnutzung der Instandhaltungskapazität

Abb. 3.5.3.1/2 Instandhaltungsterminierung

### 3.5.3.2 Instandhaltungsablaufsteuerung

Im Unterschied zur Instandhaltungsterminierung, die eher der Durchlaufterminierung eines PPS-Systems entspricht, berücksichtigt die Instandhaltungssteuerung in Analogie zur Werkstattsteuerung den aktuellen Zustand. Sie liegt insofern im Grenzgebiet zwischen Betriebswirtschaft und Technik, als Termine und technische Merkmale zugleich beachtet werden müssen. In einfacheren Versionen gibt man die Nummer der ausgefallenen oder zu wartenden Maschine zusammen mit der Ausfallursache oder der Wartungsart ein. Der Rechner generiert entsprechende Arbeitsanweisungen (technische Anweisungen/Instandhaltungsdurchführungsdocumente).



Gewisse Rationalisierungs- und Optimierungseffekte ergeben sich, wenn die sonst glechartigen Instandhaltungsoperationen von Fall zu Fall unterschiedlich sind. Ein Beispiel hierfür ist die Strategie, im Rahmen einer Gesamtauswechselung solche Einzelteile nicht zu berücksichtigen, die kurz vorher nach einem ungeplanten Ausfall bereits ausgetauscht werden mussten („opportunistische Instandhaltungsstrategie“).

Moderne Sensor-Technik erlaubt es in Verbindung mit wissensbasierten Diagnosesystemen relativ gut, differenzierte Vorbeugungsmaßnahmen einzuleiten. Bei Spezialfahrzeugen der Mineralölindustrie [ZHU 96] werden mechanische, hydraulische, elektrische und elektronische Parameter registriert. In Abhängigkeit von dem Muster der Messwerte kann das wissensbasierte System entscheiden, welche Reparaturmaßnahme sofort einzuleiten ist. Beispiele für gemessene Größen sind ein erweitertes Lagerspiel, Spannungsabfall, Druckabfall, Ölverlust oder Temperaturanstieg. Bei Werkzeugmaschinen bieten sich Messungen zum Schwingungspegel an [OV 05]. Man spricht in diesem Zusammenhang – etwa in der Flugzeugindustrie – auch von OCM (On Condition Maintenance) oder von „Condition Monitoring“ [DOL 85]. Es bietet sich an, Ferndiagnosen über das Internet durchzuführen.

### PRAKTISCHES BEISPIEL

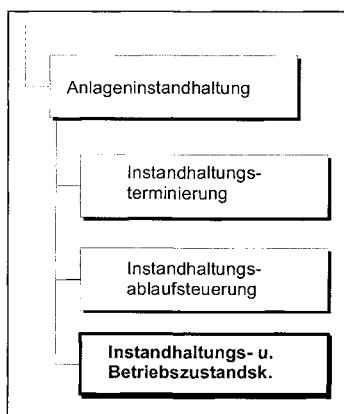
Die **Siemens AG** plant die Überwachung auch von Produktionsanlagen in anderen Kontinenten. So könnte ein Aggregat in Asien in der Weise ausgestattet sein, dass es beim Unterschreiten bestimmter Werte eine E-Mail an eine Zentrale in Europa versendet. Diese würde wiederum elektronisch den entfernten Fertigungsprozess so steuern, dass ein gefährdetes Teil der Anlage weniger strapaziert wird. Auch könnte die Produktionsanlage die als Ersatz für die Verschleißteile benötigten Komponenten automatisch ordern. Im zuständigen Siemens-Lager würde rechtzeitig der Versand ausgelöst. Auf diese Weise will man die Bevorratung von Ersatzteilen vor Ort stark reduzieren, zumal viele seltener in einer Region

benötigte Austauschteile durch die Lagerung leiden. Beispielsweise drohen Austauschmotoren einzurosten [PRE 05].

Wichtigste Eingaben:	Prioritäten
Wichtigste Anzeigen und Ausdrucke:	Laufende Instandhaltungsaufträge, Anwesenheit von Instandhaltungspersonal, Verfügbarkeit von Ersatzteilen, technische Anweisungen
Wichtigste Dialogfunktionen:	Änderung von Prioritäten mit Anzeige der Termineinhaltung, Warteschlangen und Kapazitätsbelastung
Nutzeffekte:	Sichere Realisierung des Instandhaltungsplans, Beitrag zur Senkung der Instandhaltungskosten, Rationalisierung der Instandhaltungs- und Betriebszustandskontrolle

Abb. 3.5.3.2/1 Instandhaltungsablaufsteuerung

### 3.5.3.3 Instandhaltungs- und Betriebszustandskontrolle



Die Ausgabe der Instandhaltungsanweisungen registriert das Instandhaltungsablaufsteuerungsprogramm in einem Vormerkspeicher, der durch die Instandhaltungsdurchführungsmeldungen gelöscht wird. Das Überwachungsprogramm überprüft periodisch die Vormerkdaten und mahnt überfällige Meldungen an. Diese Überwachung ist nicht nur wünschenswert, um die pünktliche Durchführung der Aktionen sicherzustellen, sondern auch, um die Ablieferung der statistischen Daten an das IV-System und somit eine zuverlässige Betriebszustandskontrolle zu gewährleisten.

Die gemeldeten Daten können in Form von Zeitangaben (z. B. Technikerstunden) oder Wertgrößen den Instandhaltungsbudgets bzw. -etats gegenübergestellt werden.

Wichtigste Eingaben:	Instandhaltungsdurchführungsdokumente (Instandhaltungslohscheine, -materialscheine) aus dem Betrieb
Wichtigste Anzeigen und Ausdrucke:	Laufende Instandhaltungsaufträge, Durchführungsmahnungen, Soll-Ist-Vergleiche der Instandhaltung, Maschinenzustandsberichte, aufgelaufene Instandhaltungskosten, Ausnutzung des Instandhaltungsetats
Wichtigste Dialogfunktionen:	
Nutzeffekte:	Sicherstellen der Realisierung des Instandhaltungsplans und der Datenerfassung für statistische Zwecke

Abb. 3.5.3.3/1 Instandhaltungs- und Betriebszustandskontrolle

### 3.5.4 Anmerkungen zu Abschnitt 3.5

- [ALA 00] Alabas, C., Altiparmak, F. und Dengiz, B., The optimization of number of kanbans with genetic algorithms, simulated annealing and tabu search, in: IEEE Neural Networks Council (Hrsg.), Proceedings of the 2000 Congress on Evolutionary Computation. IEEE, Piscataway 2000, S. 580-585.
- [APP 94] Appelrath, H.J. und Bruns, R., Genetische Algorithmen zur Lösung von Ablaufplanungsproblemen, in: Reusch, B. (Hrsg.), Fuzzy Logik – Theorie und Praxis, Berlin-Heidelberg 1994, S. 25-32.
- [BAA 95] Baan Deutschland GmbH, Triton – Die Standardsoftware, o.O. 1995, S. 2.

- [BAU 00] Baumgärtel, H., Distributed Constraint Processing for Production Logistics, IEEE Intelligent Systems 15 (2000) 1, S. 40-48.
- [BEL 93] Belz, R., Entscheidungsunterstützung auf Leitstandesebene durch wissensbasierte Simulation, Dissertation, Nürnberg 1993.
- [BEL 96] Belz, R. und Mertens, P., Combining Knowledge-Based Systems and Simulation to Solve Rescheduling Problems, Decision Support Systems 17 (1996) 2, S. 141-157.
- [BER 92/EDE 05] Bergmeister, J., Leitstandeinsatz zur Entstörung von PPS-Abläufen am Beispiel der AUDI AG, in: Mertens, P., Wiendahl, H.-P. und Wildemann, H. (Hrsg.), PPS im Wandel, München 1992, S. 277-311; persönliche Auskunft von Herrn E. Edenharder, AUDI AG.
- [BIE 95] Biethahn, J. und Nissen, V. (Hrsg.), Evolutionary Algorithms in Management Applications, Berlin u.a. 1995.
- [BLA 00] Blazejewski, G., Produktionssteuerung mittels modularer Simulation, Chemnitz 2000.
- [BLÖ 99] Blömer, F., Produktionsplanung und -steuerung in der chemischen Industrie, Wiesbaden 1999.
- [BRA 73/BRA 03] Die Originalbeschreibung entstammt: Brankamp, K., Terminplanungssystem für Unternehmen der Einzel- und Serienfertigung, 2. Aufl., Würzburg-Wien 1973, S. 106-133; persönliche Auskunft von Herrn K. Brankamp, Prof. Dr.-Ing. K. Brankamp Unternehmensberatung GmbH.
- [BRA 06] Brabazon, P.G. und MacCarthy, B., Order Fulfillment Models for the Catalog Mode of Mass Customization – A Review, in: Blecker, T. und Friedrich, G., (Hrsg.), Mass Customization, New York 2006, S. 211-232.
- [BRÜ 03] Brück, U., Praxishandbuch SAP-Controlling, Bonn 2003.
- [BUS 00/SCHO 00] Bussmann, S. und Schild, K., Self-organizing manufacturing control: An industrial application of agent technology, Proceedings of the 4th International Conference on Multi-Agent Systems (ICMAS 2000), Boston 2000, S. 87-94; Schoop, R. und Neubert, R., Agent-oriented material flow control system based on DCOM, Proceedings of the 3rd IEEE International Symposium on Object-Oriented Real-Time Distributed Computing (ISORC 2000), Newport Beach 2000.
- [BYL 94] Bylinski, G., Die digitale Fabrik, FOCUS 2 (1994) 50, S. 154-160.
- [COX 98] Cox, J.F. und Spencer, M.S., The constraints management handbook, Boca Raton/Falls Church 1998.
- [DET 97] Dettmer, H.W., Goldratt's Theory of Constraints. A systems approach to continuous improvement, Milwaukee 1997.
- [DIC 05] Dickersbach, J.T., Characteristic Based Planning with mySAP SCM, Scenarios, Processes, and Functions, Berlin 2005.
- [DIC 06] Dickersbach, J.T., Supply Chain Management with APO – Structures, Modelling Approaches and Implementation of mySAP SCM 4.1, 2. Aufl., Berlin 2006.
- [DIT 06] Dittrich, J., Mertens, P., Hau, M. und Hufgard, A., Dispositionsparameter in der Produktionsplanung mit SAP, 4. Aufl., Braunschweig-Wiesbaden 2006.
- [DOL 85] Dolny, L.J. und DeHoff, R.L., Maintenance Information Management System (MIMS) – Strategic Maintenance Decision Support, Maintenance Management International 5 (1985) o.A., S. 31-40.
- [DOM 97] Domschke, W., Scholl, A. und Voß, S., Produktionsplanung, 2. Aufl., Berlin u.a. 1997.

- [DOR 98] Dorn, J., Kerr, R. und Thalhammer, G., Maintaining robust schedules by fuzzy reasoning, in: Drexel, A. und Kimms, A. (Hrsg.), Beyond Manufacturing Resource Planning (MRP II), Berlin 1998, S. 279-306.
- [DRE 94] Drexel, A., Fleischmann, B., Günther, H.-O., Stadtler, H. und Tempelmeier, H., Konzeptionelle Grundlagen kapazitätsorientierter PPS-Systeme, Zeitschrift für betriebswirtschaftliche Forschung 46 (1994) 12, S. 1022-1045.
- [DYC 92] Dyckhoff, H. und Finke, U., Cutting and Packing in Production and Distribution. A Typology and Bibliography, Heidelberg 1992, S. 75-138.
- [FAN 97] Fandel, G., François, P. und Gubitz, K.-M., PPS- und integrierte betriebliche Softwaresysteme, Grundlagen, Methoden, Marktanalyse, 2. Aufl., Berlin u.a. 1997.
- [FEI 03/NÜT 05] Feinäugle, A. und Bartsch, P., Sensoren-Vielfalt in einem Gelenkwellen-Bearbeitungszentrum, VDMA Nachrichten 82 (2003) 10, S. 24-25; persönliche Auskunft von Frau J. Nützel, MTU Friedrichshafen GmbH.
- [FER 95] Ferstl, O.K. und Mannmeusel, T., Dezentrale Produktionslenkung, CIM Management 11 (1995) 3, S. 26-32.
- [FOX 82/FOX 84] Fox, M.S., Allen, B. und Strohm, G., Job-Shop Scheduling: An Investigation in Constraint-Directed Reasoning, in: AAAI (Hrsg.), Proceedings of the Second National Conference on Artificial Intelligence, Pittsburgh 1982, S. 155-158; Fox, M.S. und Smith, S.F., ISIS – A Knowledge-Based System for Factory Scheduling, Expert Systems 1 (1984) 1, S. 25-49.
- [FOX 84] Fox, K.A., MRP II Providing a Natural „Hub“ for Computer-Integrated Manufacturing Systems, Industrial Engineering 16 (1984) 10, S. 44-51.
- [FRI 94] Fritzsche, B., Mit der Fabrik im Rechner zur schlanken Produktion, Zeitschrift für wirtschaftliche Fertigung 89 (1994) 1-2, S. 21-23.
- [FRI 05] Persönliche Auskunft von Herrn D. Frink, Schiesser AG.
- [GEI 97] Geib, T., Geschäftsprozeßorientiertes Werkzeugmanagement, Wiesbaden 1997, insbes. S. 78-91.
- [GOL 90] Goldratt, E.M., What is the thing called Theory of Constraints and how should it be implemented?, Croton-on-Hudson 1990.
- [GRA 04/GRA 05] Graupner, T.-D., Bornhäuser, M. und Bierschenk, S., Kapazitäts- und Belegungsplanung in der Nahrungsmittelindustrie unter Verwendung der Rückwärtssimulation, in: Mertins, K. und Rabe, M. (Hrsg.), Gesellschaft für Informatik/Fachausschuss 4.5: Arbeitsgemeinschaft Simulation - Experiences from the Future: New Methods and Applications in Simulation for Production and Logistics, Frankfurt a. M. 2004, S. 219-228; Graupner, T.-D., Digitale Fabrik geht fremd: Lebensmittelindustrie plant taktische Kapazitäten und operative Produktion mit Simulationslösungen, IT & PRODUCTION 5 (2005) IV, S. 30-31.
- [GRE 03] Grebe, S., Produktionsplanungssoftware: Was hat sie mit der Automatisierungswelt zu tun?, IT & PRODUCTION 3 (2003) V+VI, S. 30.
- [GRE 05] Persönliche Auskunft von Herrn B. Gregory, Ford-Werke AG.
- [GRO 99] Gronau, N., Management von Produktion und Logistik mit SAP R/3, 3. Aufl., München-Wien 1999.
- [GRO 04] Gronau, N., Enterprise Resource Planning und Supply Chain Management, München-Wien 2004.
- [GRU 89] Grupp, B., Stücklisten- und Arbeitsplanorganisation mit Bildschirmeinsatz, 4. Aufl., Wiesbaden 1989, S. 137.
- [GRU 00/GÜN 05/ROT 95] Grunow, M., Optimierung von Bestückungsprozessen in der Elektronikmontage, Wiesbaden 2000; vgl. auch Günther, H.-O. und Tempelmeier, H., Pro-

- duktion und Logistik, 6. Aufl., Berlin 2005, Kapitel 9; ein ähnliches Problem beschreibt A. Rothaupt (Modulares Planungssystem zur Optimierung in der Elektronikfertigung, München-Wien 1995).
- [GRU 01] Grund, K., Manufacturing Automation Protocol (MAP), in: Mertens, P. u.a. (Hrsg.), Lexikon der Wirtschaftsinformatik, 4. Aufl., Berlin u.a. 2001, S. 290.
- [HAH 99] Hahn, D. und Laßmann, G., Produktionswirtschaft, 3. Aufl., Heidelberg 1999, S. 436-440.
- [HAR 95] Hartinger, M., Die Pflege der Parameter von Standardsoftware am Beispiel des PPS-Systems IBM CIMAPPS, Wiesbaden 1995, insbes. S. 95-96.
- [HAU 89] Haupt, R., Survey of Priority Rule-Based Scheduling, OR Spektrum 10 (1989) 11, S. 3-16.
- [HAU 93] Haupt, R. und Schilling, V., Simulationsgestützte Untersuchung neuerer Ansätze von Prioritätsregeln in der Fertigung, Wirtschaftswissenschaftliches Studium 22 (1993) 12, S. 611-616.
- [HEB 05] Persönliche Auskunft von Herrn R. Hebrank, Bizerba GmbH & Co. KG.
- [HEI 80] Heicken, K. und König, W., Integration eines heuristisch-optimierenden Verfahrens zur Lösung eines eindimensionalen Verschnittproblems in einem EDV-gestützten Produktionsplanungs- und -steuerungssystem, OR Spektrum 1 (1980) o.A., S. 251-259.
- [HEI 90] Heinrich, C.E., MRP II realisiert mit SAP R/2, in: SAP (Hrsg.), Internationaler Software-Congress am 1990-06-12 und 1990-06-13 in Karlsruhe.
- [HEI 92] Heinrich, C.E., MRP II-Realisierung mit dem SAP-System R/2, in: Mertens, P., Wiendahl, H.-P. und Wildemann, H. (Hrsg.), PPS im Wandel, München 1992, S. 51-94.
- [HEL 02] Hellengrath, B., Entscheidungsunterstützung für die Auftragsablaufplanung, Dortmund 2002, hier insbes. Kap. 4.
- [HIR 90/SCHM 89] Hirt, K., PPS beim Einsatz flexibler Fertigungssysteme, Berlin u.a. 1990; Schmidt, G., CAM: Algorithmen und Decision Support für die Fertigungssteuerung, Berlin u.a. 1989.
- [HOF 02] Hoff, H. und Endres, S., Dezentrale IT in der Fertigung? – Orientierungshilfe im Markt der Fertigungssteuerungssysteme, FB/IE 51 (2002) 4, S. 148-152.
- [HOR 99/HOR 05] Hortebusch, R., Entwicklungen von PPS-Systemen zu Supply-Chain-Management Systemen, in: Werners, B. und Gabriel, R. (Hrsg.), Fortgeschrittene Planungsfunktionalität aktueller PPS-Systeme, Arbeitsbericht Nr. 83 des Instituts für Unternehmungsführung und Unternehmensforschung der Ruhr-Universität Bochum, Bochum 1999, o.S.; persönliche Auskunft von Herrn R. Hortebusch, Triaton GmbH.
- [HUQ 99] Huq, Z., Conventional Shop Control Procedures to Approximate JIT Inventory Performance in a Job Shop, Journal of Manufacturing Systems 18 (1999) 3, S. 161-174.
- [JAC 84] Jacobs, F.R., OPT Uncovered: Many Production Planning and Scheduling Concepts can be applied with or without the Software, Industrial Engineering 16 (1984) 10, S. 32-43.
- [KAN 88] Kanet, J.J., Fifth Generation Manufacturing Control, in: Oliff, M.D. (Hrsg.), Intelligent Manufacturing, Menlo Park u.a. 1988, S. 277-290.
- [KEP 05] Persönliche Auskunft von Herrn U. Kepper, Benecke-Kaliko AG.
- [KER 95] Kernler, H., PPS der 3. Generation – Grundlagen, Methoden, Anregungen, 3. Aufl., Heidelberg 1995, S. 21-23.
- [KIE 99] Kießwetter, M., Ablaufplanung in der chemischen Industrie, Optimierung mit Evolutionären Algorithmen, Wiesbaden 1999.

- [KIL 00] Kilimann, T. und Schütte, L., Shop Floor Control Systeme im Vergleich: Zwei Märkte mit starken Überschneidungen?, PPS Management 5 (2000) 4, S. 40-45.
- [KLI 02/STE 05] Klinkner, R. und Zadek, H., Globale Ersatzteilversorgung im Werkzeugmaschinenbau, Industrie Management 18 (2002) 2, S. 17-20; persönliche Auskunft von Herrn A. Steinacker, DECKEL MAHO Pfronten GmbH.
- [KNO 90] Knolmayer, G. und Lemke, F., Auswirkung von Losgrößenreduktionen auf die Errechnung produktionswirtschaftlicher Ziele, Zeitschrift für Betriebswirtschaft 60 (1990) 4, S. 423-442.
- [KNO 92] Knolmayer, G., Minimale Losgrößen – Maximale Wirtschaftlichkeit?, in: Mertens, P., Wiendahl, H.-P. und Wildemann, H. (Hrsg.), PPS im Wandel, München 1992, S. 313-351.
- [KNO 02] Knolmayer, G., Mertens, P. und Zeier, A., Supply Chain Management Based on SAP Systems: Order Management in Manufacturing Companies, Berlin u.a. 2002.
- [KÖH 88] Köhler, R., Produktionsplanung für Flexible Fertigungszellen, Münster 1988.
- [KÖP 88] Köppe, D., Forderungen an die Integrationsfähigkeit von CAQ-Systemen, CIM Management 4 (1988) 3, S. 14-19.
- [KOR 05] Persönliche Auskunft von Herrn U. Korndörfer, CeramTec AG.
- [KUN 92] Kunz, J., Voraussetzungen für eine erfolgreiche BDE-Einführung, Zeitschrift für wirtschaftliche Fertigung 87 (1992) 7, S. 387-390.
- [KUR 77] Kurt, H. und Twelmann, W., Der informierte Produktionsbetrieb, in: Kriens, B. (Hrsg.), Von der Konstruktion bis zur automatischen Produktion, IBM-Form K12-1134-0, 1977, Kapitel 1.
- [KUR 92] Kurbel, K., Multimedia-Unterstützung für die Fertigungssteuerung, Zeitschrift für wirtschaftliche Fertigung 87 (1992) 12, S. 664-668.
- [KUR 05] Kurbel, K., Produktionsplanung und -steuerung im Enterprise Resource Planning und Supply Chain Management, 6. Aufl., München-Wien 2005.
- [LAN 94] Lang, G., CIM-Realisierung in der KFZ-Zuliefererindustrie, in: Corsten, H. (Hrsg.), Handbuch Produktionsmanagement, Wiesbaden 1994, S. 607-618.
- [LAS 01] Lassmann, W. und Schleiff, Th., Ausgewählte Lösungsmethoden für zweidimensionale Zuschnittprobleme mit Reihenfolgerestriktionen in der Flachglasindustrie, in: Jahnke, B. und Wall, F. (Hrsg.), IT-gestützte betriebswirtschaftliche Entscheidungsprozesse, Wiesbaden 2001, S. 261-270, hier insbes. S. 263.
- [LEH 05] Persönliche Auskunft von Herrn R. Lehmann, Fujitsu Siemens Computers GmbH.
- [MAK 97] Mak, K.L. und Wong, Y.S., A genetic approach to Kanban assignment problems, Journal of Information & Optimization Sciences 18 (1997) 3, S. 359-381.
- [MED 99] Meder, H., Ein Erfahrungsbericht zum Einsatz von Computational Intelligence in der PPS-Feinsteuerung, in: Nagel, K., Erben, R.F. und Piller, F.T. (Hrsg.), Produktionswirtschaft 2000, Wiesbaden 1999, S. 461-470.
- [MEI 84] Meinders, J., Planung und Steuerung von KANBAN-Systemen mit Modularprogrammen, in: gfmt (Hrsg.), Just-in-Time-Produktion, Passau 1984, S. 341-356.
- [MER 90] Mertens, P., Zugangssysteme als Weg zur Beherrschung komplexer DV-Anwendungen, in: Reuter, A. (Hrsg.), GI – 20. Jahrestagung I, Informatik auf dem Weg zum Anwender, Berlin u.a. 1990, S. 73-87.

- [MER 92] Mertens, P. und Bissantz, N., MRP II – Möglichkeiten und Grenzen, in: Mertens, P., Wiendahl, H.-P. und Wildemann, H. (Hrsg.), PPS im Wandel, München 1992, S. 7-35.
- [MEY 96] Meyer, M. und Hansen, K., Planungsverfahren des Operations Research, 4. Aufl., München 1996.
- [MIL 94] Milberg, J. und Tettmayer, H., Simulation zur Unterstützung von PPS-Systemen – Simulationsgestützte Produktionsregelung, in: Corsten, H. (Hrsg.), Handbuch Produktionsmanagement, Wiesbaden 1994, S. 821-833, insbes. S. 828.
- [MÖC 94] Möckesch, G., Götz, C. und Oehlmann, M., Die Leittechnik – der zentrale CIM-Baustein, in: Corsten, H. (Hrsg.), Handbuch Produktionsmanagement, Wiesbaden 1994, S. 555-570.
- [MÖN 03] Mönch, L. und Schmalfuß, V., Anforderungen an MES für komplexe Produktionsprozesse, Industrie Management 19 (2003) 2, S. 32-35.
- [MÖN 06] Mönch, L., Agentenbasierte Produktionssteuerung komplexer Produktionsysteme, Wiesbaden 2006.
- [MUL 98] McMullen Jr., T.B., Introduction to the Theory of Constraints (Toc) Management System, Boca Raton 1998.
- [MÜL 05] Persönliche Auskunft von Herrn K.-H. Müller-Rembold, Pfizer GmbH.
- [MUS 03] Mussbach-Winter, U. und Wiendahl, H.-H., Was leisten MES-Lösungen heute?, Merkmale ihrer Planungs- und Steuerungskonzepte, Industrie Management 19 (2003) 2, S. 14-18.
- [NIS 94] Nissen, V., Evolutionäre Algorithmen: Darstellung, Beispiele, betriebswirtschaftliche Anwendungsmöglichkeiten, Wiesbaden 1994.
- [ÖCB 03] Özbayrak, M. und Bell, R., A knowledge-based decision support system for the management of parts and tools in FMS, Decision Support Systems 35 (2003) o.A., S. 487-515.
- [OV 05] O.V., Integriertes Condition Monitoring, VDMA Nachrichten Nr. 07/05, S. 62.
- [PAB 85] Pabst, H.-J., Analyse der betriebswirtschaftlichen Effizienz einer computer-gestützten Fertigungssteuerung mit CAPOSS-E in einem Maschinenbauunternehmen mit Einzel- und Kleinserienfertigung, Frankfurt u.a. 1985.
- [PAB 05] Persönliche Auskunft von Herrn H.-J. Pabst, FH München.
- [PRE 05] Persönliche Auskunft von Herrn H. Preßl, Siemens AG.
- [RAU 97] Rautenstrauch, C., Fachkonzept für ein integriertes Produktions-, Recyclingplanungs- und -steuerungssystem (PRPS-System), Berlin u.a. 1997, insbes. Kapitel 6.
- [RIE 77] Riemer, W. und Hartung, A., On-line-Optimierung für den Zuschnitt in der Textil- und Bekleidungsindustrie, IBM Nachrichten 27 (1977) 237, S. 289-295.
- [ROS 91] Roschmann, K., Geitner, U.W. und Chen, J., Betriebsdatenerfassung 1991, Fortschrittliche Betriebsführung/Industrial Engineering 40 (1991) 5, S. 196-236.
- [ROS 94] Roschmann, K., Geitner, U.W. und Paßmann, M., Betriebsdatenerfassung 1994 - Teil 2: Systematische BDE-Marktübersicht, Fortschrittliche Betriebsführung/Industrial Engineering 43 (1994) 6, S. 268-311.
- [RÜC 92] Rück, R., Stockert, A. und Vogel, F.O., CIM und Logistik im Unternehmen, Praxiserprobtes Gesamtkonzept für die rechnerintegrierte Auftragsabwicklung, München-Wien 1992.

- [SAM 90] Sames, G. und Büdenbender, W., Entwicklung einer Handlungsanleitung zur Gestaltung von ganzheitlichen PPS-Konzepten bei inhomogener Auftragsabwicklungsstruktur, Bericht des Forschungsinstituts für Rationalisierung an der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule Aachen, Aachen 1990.
- [SAP 07] SAP AG (Hrsg.), SAP-Bibliothek - Kapazitätsplanung in der Leittele- und Materialbedarfsplanung, [http://help.sap.com/printdocu/core/Print46c/de/data/pdf/PPCRPMRPMPS/PPCRP\\_MRPMPS.pdf](http://help.sap.com/printdocu/core/Print46c/de/data/pdf/PPCRPMRPMPS/PPCRP_MRPMPS.pdf), Abruf am 2007-05-09.
- [SCHE 97] Scheer, A.-W., Wirtschaftsinformatik – Referenzmodelle für industrielle Geschäftsprozesse, 7. Aufl., Berlin u.a. 1997, S. 288.
- [SCHE 02] Scheibler, J., Vertrieb mit SAP, Bonn 2002, S. 393.
- [SCHM 05] Schmidt, L. und Döring, T., Manufacturing Execution Systems und deren Integration mit ERP-Systemen, in: Mönch, L. und Beyer, J. (Hrsg.), Aspekte der Wirtschaftsinformatik, San Diego-Erlangen 2005, S. 253-272.
- [SCHN 05] Schneider, H.M., Buzacott, J.A. und Rücker, T., Operative Produktionsplanung und -steuerung, München-Wien 2005, S. 111-113.
- [SCHÖ 92] Schöneburg, E., und Heinzmann, F., PERPLEX: Produktionsplanung nach dem Vorbild der Evolution, WIRTSCHAFTSINFORMATIK 34 (1992) 2, S. 224-232.
- [SCHÖ 01] Schönsleben, P., Integrales Informationsmanagement, 2. Aufl., Berlin u.a. 2001, S. 414.
- [SCHÖ 07] Schönsleben, P., Integrales Logistikmanagement, 5. Aufl., Berlin u.a. 2007, insbes. Abschnitt 7.3.
- [SCHU 98/SCHU 00] Schultz, J., Vergleich eines wissensbasierten, eines evolutionären, eines konnektionistischen und eines Prioritätsregelansatzes zur Unterstützung der Ablaufplanung, Dissertation, Nürnberg 1998; Schultz, J. und Mertens, P., Untersuchung wissensbasierter und weiterer ausgewählter Ansätze zur Unterstützung der Produktionsfeinplanung – ein Methodenvergleich, WIRTSCHAFTSINFORMATIK 42 (2000) 1, S. 56-65.
- [SIE 03] Siersdorfer, D., Bausteine für die IT-gestützte Produktion, Industrie Management 19 (2003) 2, S. 28-31.
- [STA 98] Stadtler, H., Hauptproduktionsprogrammplanung in einem kapazitätsorientierten PPS-System, in: Wildemann, H. (Hrsg.), Innovationen in der Produktionswirtschaft – Produkte, Prozesse, Planung und Steuerung, München 1998, S. 169-192.
- [STA 05a] Stadtler, H. und Kilger, C., Supply Chain Management and Advanced Planning, 3. Aufl., Berlin u.a. 2005.
- [STA 05b] Stadtler, H., Production Planning and Scheduling, in: Stadtler, H. und Kilger, C. (Hrsg.), Supply Chain Management and Advanced Planning, 3. Aufl., Berlin u.a. 2005, S. 197-214, hier insbes. S. 202-205.
- [STA 05c] Stadtler, H., Supply Chain Management – An Overview, in: Stadtler, H. und Kilger, C. (Hrsg.), Supply Chain Management and Advanced Planning, 3. Aufl., Berlin u.a. 2005, S. 9-35, hier insbes. S. 31-33.
- [STE 00] Stengl, B. und Ermatinger, R., SAP R/3-Instandhaltung, Bonn 2000, S. 63.
- [STE 04] Steinzen, I., Koberstein, A. und Suhl, U., Ein Entscheidungsunterstützungssystem zur Verschnittsoptimierung von Rollenstahl, in: Suhl, L. und Voß, S. (Hrsg.), Quantitative Methoden in ERP und SCM, Paderborn 2004, S. 127-143.
- [STO 68] Stommel, H.J., Ein dynamisches Verfahren zur gekoppelten lang- und mittelfristigen Termin- und Kapazitätsplanung des gesamten Auftragsdurch-

- laufs in der Einzel- und Kleinserienfertigung, Ablauf- und Planungsfor- schung 9 (1968), S. 23-41.
- [STO 01] Stockrahm, V., Schocke, K.-O. und Lautenschläger, M., Werksübergreifende Planung und Optimierung mit SAP APO, in: Buchholz, W. und Werner, H. (Hrsg.), Supply Chain Solutions, Stuttgart 2001, S. 261-274, hier S. 265.
- [STR 05] Persönliche Auskunft von Herrn H. Strunz, ExperTeam AG.
- [SUN 05] Persönliche Auskunft von Herrn K. Sundermeyer, DaimlerChrysler AG.
- [TAY 99] Tayur, S., Ganeshan, R. und Magazine, M., Quantitative models for supply chain management, Boston 1999.
- [TEM 98] Tempelmeier, H., MRP<sup>rc</sup>-Auftragsgrößenplanung bei Werkstattproduktion, in: Wildemann, H. (Hrsg.), Innovationen in der Produktionswirtschaft – Produkte, Prozesse, Planung und Steuerung, München 1998, S. 193-216, hier insbes. S. 195-201.
- [TRE 86/SCHW 96] Trefzger, W., Anforderungen an ein PPS-System für Variantenfertiger, Handbuch der modernen Datenverarbeitung 23 (1986) 129, S. 18-28; vgl. auch: Schwarze, S., Configuration of Multiple-Variant Products, Zürich 1996.
- [TÜRK 99] Türk, K., Informationssysteme der Produktion und ihre Unterstützung durch Gruppenarbeit zur Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit, Berlin 1999.
- [VET 98] Vetter, M., Aufbau betrieblicher Informationssysteme, 8. Aufl., Stuttgart 1998.
- [VOS 03] Voß, S. und Woodruff, D.L., Introduction to Computational Optimization Models for Production Planning in a Supply Chain, Berlin u.a. 2003, S. 45-78.
- [WAL 05] Persönliche Auskunft von Herrn W. Walter, INDEX-Werke GmbH & Co. KG Hahn & Tessky, basierend auf: Herrscher, A. und Walter, W., Unterschiedliche Maschinen mit einem System programmieren, Werkstatt und Betrieb 123 (1990) 2, S. 113-118; Walter W., CAD-NC-Kopplung mit CAD-Funktionalität, ZWF CIM 84 (1989) 1, S. 38-42; Walter W., DNC und Organisation, ZWF CIM 84 (1989) 6, S. 310-315.
- [WEI 94] Weigelt, M., Dezentrale Produktionssteuerung mit Agenten-Systemen, Wiesbaden 1994.
- [WIE 97] Wiendahl, H.-P., Fertigungsregelung, München-Wien 1997.
- [WIG 84/MER 92] Wight, O.W., Manufacturing Resource Planning: MRP II – Unlocking America's Productivity Potential, 2. ed., Essex Junction 1984; zur Vertiefung des MRP II-Konzepts vgl. Mertens, P., MRP II – Ein Beitrag zur Kapazitätswirtschaft im Industriebetrieb, in: Corsten, H., Köhler, R., Müller-Merbach, H. und Schröder, H.-H. (Hrsg.), Kapazitätsmessung, Kapazitätsgestaltung, Kapazitätsoptimierung – eine betriebswirtschaftliche Kernfrage, Stuttgart 1992, S. 27-46.
- [YEE 03] Yee, M., Wai, W.W.K., Ng, M.S.T., Au, R.W.Y. und Tseng, M.M., Applying Mass Customization Techniques into Mass Production Apparel Business, in: Reichwald, R., Piller, F. und Tseng, M. (Hrsg.), Proceedings of the 2003 World Congress on Mass Customization and Personalization (MCPC'03), München 2003, S. 26.
- [ZÄP 87] Zäpfel, G. und Missbauer, H., Produktionsplanung und -steuerung für die Fertigungsindustrie – ein Systemvergleich, Zeitschrift für Betriebswirtschaft 57 (1987), S. 882-900, hier S. 892.
- [ZÄP 88] Zäpfel, G. und Missbauer, H., Bestandskontrollierte Produktionsplanung und -steuerung, in: Adam, D. (Hrsg.), Fertigungssteuerung I, Wiesbaden 1988, S. 23-48.

- [ZÄP 92] Zäpfel, G. und Hödlmoser, P., Läßt sich das KANBAN-Konzept bei einer Variantenfertigung wirtschaftlich einsetzen?, Zeitschrift für Betriebswirtschaft 62 (1992) 5, S. 437-458.
- [ZÄP 05] Zäpfel, G. und Braune, R., Moderne Heuristiken der Produktionsplanung am Beispiel der Maschinenbelegung, München 2005.
- [ZEL 98] Zelewski, S., Multi-Agenten-Systeme – ein innovativer Ansatz zur Realisierung dezentraler PPS-Systeme, in: Wildemann, H. (Hrsg.), Innovationen in der Produktionswirtschaft, München 1998, S. 133-166.
- [ZHU 96] Zhu, K.X., Sensor-based Condition Monitoring and Predictive Maintenance – An Integrated Intelligent Management Support System, Intelligent Systems in Accounting, Finance and Management 5 (1996) 4, S. 241-258.
- [ZIM 87] Zimmermann, G., PPS-Methoden auf dem Prüfstand, Landsberg 1987, S. 69.
- [ZÖR 88] Zörntlein, G., Flexible Fertigungs-Systeme, München-Wien 1988.

## 3.6 Versandsektor

### 3.6.1 Überblick

In diesem Kapitel werden Funktionen und Prozesse behandelt, die **nach** der Produktion liegen und dazu beitragen, dass die richtige Ware zum richtigen Zeitpunkt beim Kunden eintrifft.

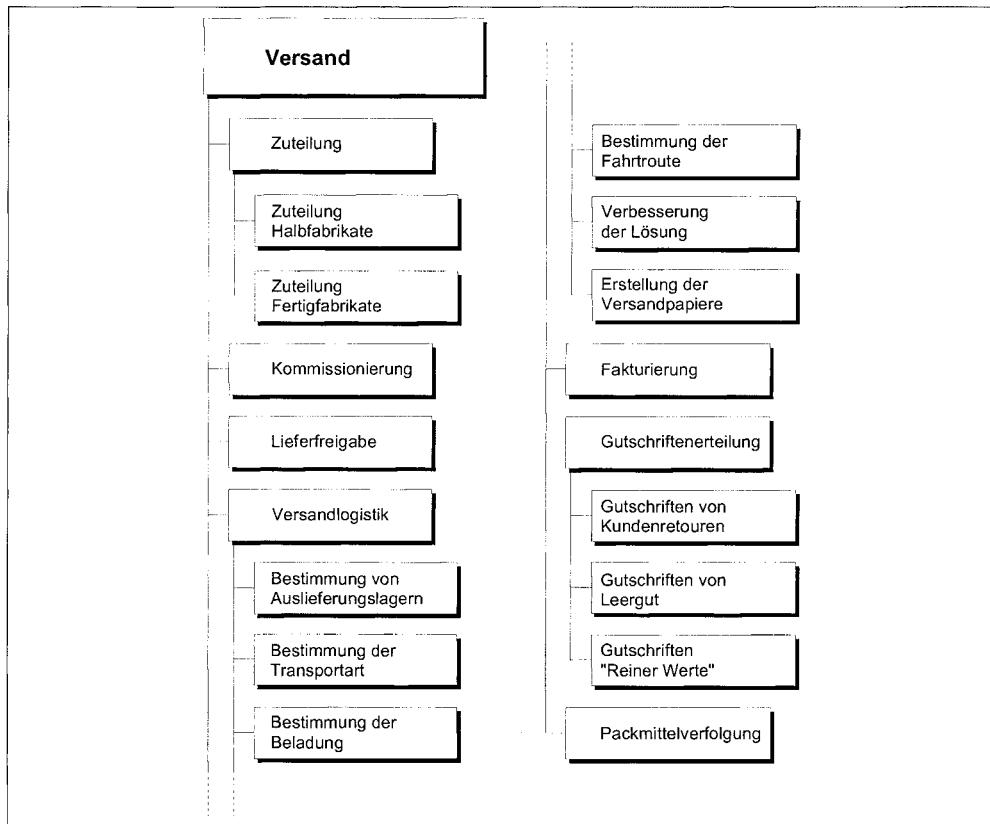


Abb. 3.6.1/1 Teifunktionsmodell des Versandsektors

Wir gehen wie in Abschnitt 3.2.1 (Vertrieb) davon aus, dass der Betrieb stark kundenwunschorientiert fertigt. Dann setzt sich die Vorgangskette aus den folgenden Teifunktionen und den zugehörigen Programmen zusammen:

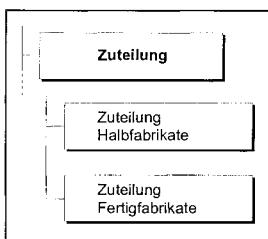
- 1) Sobald Produkte im Fertigerzeugnislager eingetroffen sind oder vom Programm Produktionsfortschrittskontrolle gemeldet wird, dass die Fertigstellung bevorsteht, nimmt das Modul Zuteilung eine geeignete Zuordnung von Fertigerzeugnissen zu Kundenaufträgen vor.
- 2) Die Komponente Lieferfreigabe stellt fest, ob Teillieferungen versandt werden sollen.
- 3) Das Anwendungssystem Versandlogistik ermittelt eine geeignete Versandart und erstellt die Lieferdokumente (auf Papier oder als elektronisch zu versendende Nachricht).

- 4) Die Daten der Lieferdokumente werden dem System gemeldet, das daraufhin im Programmkomplex Fakturierung die Rechnung erstellen kann.
- 5) Meist ist neben der Fakturierung auch die Bearbeitung der Gutschriften in das integrierte System einzubeziehen.
- 6) Soweit man mit dem Produkt Packmittel an den Kunden sendet, die im Eigentum des Versenders bleiben und zurückzuliefern sind, kommt ein Programm in Betracht, das den Rücklauf der Packmittel kontrolliert.

Abhängig von den Kundenbeziehungen und von der Fertigungsorganisation sind zahlreiche Varianten des Prozesses möglich, z. B.:

- 1) Teillieferungen spielen oft nur eine geringe Rolle, sodass man dann auf ein Dispositionssprogramm Lieferfreigabe verzichten kann.
- 2) In vielen Fällen sind beim Versand keine besonderen Entscheidungen zu treffen, so dass nicht ein Versandlogistikprogramm, sondern nur ein Veranlassungsprogramm zum Erstellen der Versanddokumente erforderlich ist.
- 3) Bei Vorfakturierung (vgl. Abschnitt 3.6.6) erübrigt sich im Vergleich zu 2) auch das Ausfertigen von Lieferscheinen.
- 4) Bei reiner Kundenauftragsfertigung brauchen Fertigfabrikate nicht den Kundenaufträgen zugeteilt zu werden; somit wird auch das Zuteilungsprogramm nicht benötigt.

### 3.6.2 Zuteilung



Zuteilungsüberlegungen sind immer dann anzustellen, wenn keine vollständige Kundenauftragsfertigung von der untersten Produktionsstufe an gegeben ist. In der Folge sollen vor allem Zuteilungen von Fertigwaren zu Kundenaufträgen behandelt werden. Am Schluss des Kapitels skizzieren wir jedoch auch je ein Beispiel für die Allokation von Halbfabrikaten zu Kundenaufträgen und für die Zuordnung von Kundenaufträgen zu Produktionsstätten. Das Zuteilen wird zuweilen auch als „Sammeln“ bezeichnet.

Darin kommt der Ablauf des Prozesses zum Ausdruck: Die aus der Produktion gemeldeten Erzeugnisse werden im elektronischen Speicher des Kundenauftrags verbucht, bis der Auftrag komplett ist, oder mit anderen Worten: Im Kundenauftragsspeicher werden Artikelposten gesammelt.

Die Zuteilungsrechnung ist meist mit der Beachtung von auftragsindividuellen Prioritäten verbunden.

Wichtigste Eingaben:	Zuteilungsrichtlinien/Prioritäten
Wichtigste Anzeigen und Ausdrucke:	Lagerbestände, offene Kundenaufträge, Kundenstammdaten, Zuteilungsübersicht
Wichtigste Dialogfunktionen:	Simulation von Zuteilungsalternativen mit Anzeige der nicht lösbarer Fälle
Nutzeffekte:	Befreiung von personeller Dispositionssarbeit, Optimierungseffekte bei der Lagerhaltung, flexible Berücksichtigung vertriebspolitischer Ziele

Abb. 3.6.2/1 Zuteilung

Im einfachsten Fall sortiert das Zuteilungsprogramm bei jedem Lauf die neu eingetroffenen Kundenaufträge nach Lieferterminen und innerhalb der Liefertermine nach kunden- oder

auch auftragsgrößenabhängigen Prioritäten. Dann werden aus den vorhandenen effektiven Lagerbeständen (Ablieferung aus der Fertigung) die anstehenden Kundenaufträge so lange bedient, wie der Vorrat reicht.

Das beschriebene einfache Verfahren ist vor allem dann empfehlenswert, wenn die Durchlaufzeiten in der Produktion kurz und damit eventuell neu eintreffende Kundenaufträge kurzfristig zu bedienen sind oder wenn im Allgemeinen keine geplanten Lager existieren, sondern nur Zwangslager (z. B. durch Minderqualitäten oder Retouren) entstehen, die rasch geräumt werden sollen.

Folgende Varianten und Verfeinerungen sind zu erwägen:

- 1) Die Zuteilung geschieht nicht schematisch bei dem Lauf des Zuteilungsprogramms, der auf den Auftragseingang folgt, sondern eine bestimmte Zeit vor dem Auslieferungstermin des Kundenauftrags.
- 2) Statt der effektiven Fertiglagerbestände legt man die **disponiblen Fertiglagerbestände** der Zuteilungsrechnung zu Grunde. Zu erwartende Ablieferungen (dem Anwendungssystem bekannt aus den laufenden Fertigungsaufträgen) werden bereits berücksichtigt und ebenfalls zugeteilt. Die zeitpunktartige Betrachtung wird also auf eine Zeitstrecke ausgedehnt. Hierdurch gelingt es, den Umsatz zu steigern und die Lagerhaltungskosten zu senken: Wenn man keine Zeitstreckenbetrachtung anstellt, muss ein Terminauftrag aus der nächsten ankommenden Ablieferung der Fertigung bedient werden. Die Ware bleibt dann bis zum Herannahen des Liefertermins am Lager, oder sie wird dem Kunden frühzeitig gesandt und später bzw. mit einem langen Zahlungsziel fakturiert. Sofortaufträge müssen unter Umständen abgelehnt werden, weil die am Lager befindliche Fertigware für einen Terminauftrag reserviert ist. Hätte man dagegen „elektronisch völliche Übersicht“, so würde man jedem Terminauftrag gerade diejenige Ablieferung zuteilen, die zum letzten Termin am Fertiglager eintrifft, zu dem noch eine pünktliche Belieferung des Kunden gewährleistet ist. Davor ankommende Fertigprodukte können für Sofortaufträge verwendet werden.
- 3) Die oben angedeutete Sortierung nach Terminen und innerhalb der Termine nach Prioritäten genügt oft nicht, um alle Forderungen des Vertriebs zu erfüllen. Beispielsweise kann es wünschenswert sein, bestimmten Kunden auf alle Fälle Fertigprodukte zu reservieren, sobald sie einen Auftrag gegeben haben. Diese Ware soll also auch dann schon zugeteilt werden, wenn dadurch ein anderer Auftrag mit früherem Termin Not leidend wird und man zudem eine Ablieferung aus der Fertigung erwartet, die bei pünktlichem Eintreffen noch rechtzeitig käme, um den Auftrag des bevorzugten Kunden zu decken. In solchen Fällen muss ein System verwendet werden, das neben der Termindringlichkeit andere Prioritäten berücksichtigt.

### **PRAKTISCHES BEISPIEL**

Die **Schaeffler KG** in Herzogenaurach wählt die zuzuteilenden Wälzlagervarianten mithilfe eines Operations-Research-Verfahrens aus. Es basiert auf Modellen der gemischt-ganzzahligen Programmierung und berücksichtigt eine Vielzahl an zuweisungsrelevanten Restriktionen bzw. vertriebslogistischen Zielen, wie z. B. Kundenwunschtermine, spezifische Kundenverpackungen, Homogenität der Lieferungen, Mindestzuteilungsmengen, Feinabrufe im Zuge von Rahmenverträgen etc. Täglich fließen bis zu 300.000 Kundenauftragspositionen in bis zu 16.000 Zuteilungsanstöße ein und werden online entschieden. Durchschnittlich existieren je Kundenauftragsposition vier Alternativen. Das im Vergleich zur vormals angewandten Heuristik erschlossene Optimierungspotenzial zeigt sich unter anderem in ge-

ringeren Fertigwarenbeständen und Lieferzeiten bei höherer Liefertreue. Ferner sank die Anzahl mangelhafter Zuteilungen, die einer personellen Nachbearbeitung bedürfen [BRA 97/SIE 05/STÜ 07].

In verschiedenen Branchen stellt sich die Aufgabe, nach Erhalt eines Kundenauftrags geeignete **Halbfabrikate** zu suchen, die zu dem vom Kunden gewünschten Endprodukt weitergefertigt werden können. Dieses Problem ist in der Regel noch komplizierter als die Zuteilung von Enderzeugnissen, denn oft gilt es, zwischen einer größeren Zahl von Alternativen zu entscheiden, weil durch geeignete Fertigungsgänge die verschiedensten Halbfabrikate weiterverarbeitet werden können, um das Fertigfabrikat zu erhalten.

### **PRAKTISCHES BEISPIEL**

Als Beispiel sei hier ein kompliziertes Zuteilungsproblem aus der **Edelstahlindustrie** skizziert:

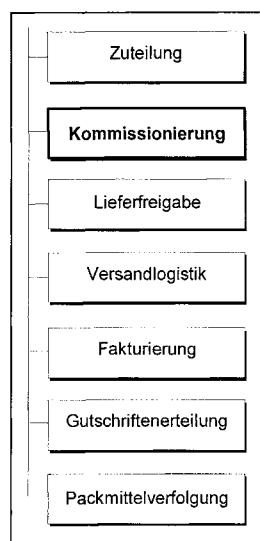
Wenn ein Kundenauftrag, spezifiziert nach Marke (Legierung, Wärmebehandlungszustand), Abmessung und Menge, eintrifft, ist zunächst festzustellen, ob sich exakt passende Halbzeuge am Lager befinden, die diesem Kundenauftrag zugeteilt werden können. Dies kann durch eine einfache Datenbankabfrage geschehen. Wenn kein genau zutreffendes Halbzeug gefunden wird, ist nach verwandten Halbzeugpositionen zu suchen. Die Verwandtschaft kann in einer Ähnlichkeit entweder der Qualität bzw. Marke oder der Abmessung und Menge (Quantität) begründet sein. Darüber hinaus lassen sich bei der Qualität noch die Fälle unterscheiden, in denen das vorhandene Halbzeug besser oder schlechter ist als das ursprünglich gesuchte, bei der Abmessung sind Querschnitt und/oder Länge zu ändern.

Wir nehmen an, dass das Programm aufgrund entsprechender Verknüpfungen in der Datenbasis in der Lage ist, auf eine Anfrage des Disponenten Substitutionsmöglichkeiten aufzuzeigen. Der Mensch kann jetzt eine Entscheidung treffen oder in weiteren Dialogphasen nach anderen Alternativen „forschen“. Eine solche Lösung ist z. B. bei der **Saarstahl AG** realisiert [BER 74/PRE 05]. Man kann aber den Dialog noch weiter in Richtung auf Optimierungsmodelle ausbauen. Angenommen, es befindet sich nur ein qualitativ besseres Halbzeug am Lager, sodass nun die Entscheidung zu treffen ist, ob dieses für den Kundenauftrag eigentlich zu wertvolle Material zugeteilt und der Wertverlust in Kauf genommen oder ob es am Lager bleiben und stattdessen die genau geeignete Qualitätsspezifikation neu erschmolzen werden soll. Es gilt dabei zu bedenken, dass das wertvolle Halbzeug Lagerkosten verursacht, wenn es nicht zugeteilt wird. Vergeht eine längere Zeit, bis das Material zu einem geeigneten Kundenauftrag passt, so übersteigen schließlich die Lagerhaltungskosten den Wertverlust, der bei sofortiger Zuordnung eingetreten wäre. Die Entscheidung wird deshalb davon abhängen, für welchen Zeitpunkt eine geeignete Verwendung des Halbzeugs vorhergesagt werden kann. Diese Prognose kann der Rechner übernehmen, etwa auf der Basis der historischen Umschlagszahlen des betreffenden Materials. Dann stellt das Programm die prognostizierten Lagerhaltungskosten und den Wertverlust einander gegenüber und schlägt eine Entscheidung vor.

#### **3.6.3 Kommissionierung**

Das Kommissionieren von Materialpositionen bei der Lagerentnahme in der Reihenfolge, in der die Teile auf den zu erfüllenden Kundenaufträgen vermerkt sind, führt oft zu langen Laufwegen und damit geringer Produktivität der Lagerarbeiter, weil die räumliche Anordnung der Materialien im Lager eine andere ist als die Sequenz auf dem Kundenauftrag.

In solchen Fällen kann folgende Organisation vorteilhaft sein: In einem Programm werden die Positionen der Kundenaufträge eines bestimmten Kommissionierintervalls (z. B. eines Tages) in **Entnahmeschübe** (z. B. sechs Schübe pro Tag) aufgeteilt. Innerhalb eines jeden Entnahmeschubes sind die Kundenauftragspositionen nach Lagerstellen (z. B. Regalgruppen) sortiert. Anschließend erhält das Kommissionierungspersonal Anweisungen auf tragbare elektronische Geräte über Lichtsignale („pick per light“, siehe unten) oder per Sprachausgabe („pick per voice“) gesandt. Anhand dieser Anweisungen kommissioniert man vor. Die auf diese Weise sehr rational vorkommissionierte Ware wird an eine zentrale Stelle (z. B. Sortierregal) in der Nähe der Versandrampe transportiert und erst dort nach Kundenaufträgen umsortiert. Die Tendenz geht dahin, die Artikel – z. B. mithilfe eines Balkencode- oder Funketiketts – maschinell zu identifizieren und dann diesen Sortierprozess zu automatisieren. Eine Möglichkeit, die Richtigkeit der Kommissionierung zu prüfen, liegt darin, die zusammengestellte Sendung automatisch zu wiegen, das Gewicht zum Computer zu übertragen und dort mit dem theoretischen Gewicht zu vergleichen, das sich durch Summation der Artikelgewichte ergibt; hierzu müssen diese Gewichte im Materialstamm gespeichert sein.



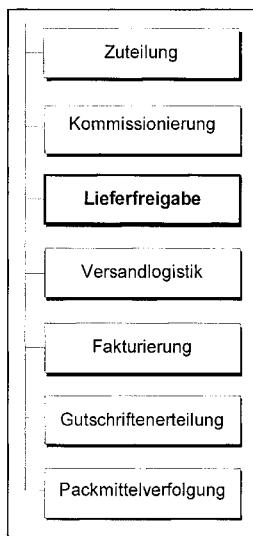
Weiterreichende Systeme identifizieren nicht nur die zu versendenden Artikel, sondern auch die **Verpackungseinheiten**, wählen automatisch Behälter aus, die für die Sendung geeignet sind, und führen diese beispielsweise mithilfe fahrerloser Transportsysteme an der richtigen Stelle mit der Ware zusammen.

### PRAKTISCHES BEISPIEL

Bei der **AVON Cosmetics GmbH** werden die flach liegenden Kartonzuschnitte in Karton-Aufstellmaschinen automatisch geformt und mit Heißkleim verklebt. Der ebenfalls automatisch am Karton aufgebrachte Balkencode wird am „Orderstart“ gescannt und automatisch mit dem Balkencode der Kunden-Auftragspapiere „verheiratet“. Mithilfe von ca. 90 Laser-Scannern und der entsprechenden Steuerung fördert das System jeden Auftragskarton individuell in die benötigten Kommissionier-Bereiche. Am Kommissionier-Automaten für ca. 900 Artikel werden die „Langsamdreher“ kommissioniert, die restlichen ca. 3.000 Artikel befinden sich in Weg-optimierten, U-förmigen Einsammelstationen. Die Kommissioniererinnen erhalten an ihrem Computer-Bildschirm eine grafische Darstellung, die ihnen zeigt, zu welchem Regalfach sie sich wenden müssen. Diejenigen Fächer, aus denen für den Auftrag Ware zu entnehmen ist, werden innen beleuchtet, und an einer Digitalanzeige sieht das Einsammelpersonal, wie viele Einheiten (z. B. Lippenstifte, Tuben) zu „picken“ und in den Karton zu legen sind. Nach der Entnahme aller benötigten Artikel in einer Einsammelstation genügt ein Tastendruck, um den Arbeitsgang als beendet zu melden. Der Karton wird dann automatisch zum nächsten benötigten Platz transportiert. Während des Kartontransports wird bereits der Bedarf für den nächsten Karton angezeigt und von der Pickerin eingesammelt. Die Kommissionierplätze und den Arbeitsablauf hat man nach dem **Methods-Time-Measurement (MTM)**-Verfahren gestaltet. Dadurch wird eine durchschnittliche Kommissionierleistung von über 1.100 Picks pro Stunde und Person erreicht. Pro Tag können mehr als 400.000 Produkte für die AVON-Beraterinnen in Deutschland, Frankreich, Österreich, Italien usw. kommissioniert werden. Die Auftragsdaten überträgt das System dann an den Host-Computer für die einzelnen AVON-Niederlassungen und an die Paketdienste und Spediteure.

Diese können so den Versand disponieren und andererseits die Sendungen bis zur Auslieferung an die AVON-Beraterin über Internet verfolgen [HAB 96/SIE 05].

### 3.6.4 Lieferfreigabe



Es ist Aufgabe des Programms Lieferfreigabe festzustellen, ob die vom Zuteilungsprogramm zu den Kundenbestellungen akkumulierten Lieferpositionen zum Versand gebracht werden müssen bzw. können.

Als Erstes ist zu prüfen, ob eine Liefersperre gesetzt ist (z. B. weil der Kunde eine Rechnung nicht bezahlt hat). Dann sind in einer Art Rückwärsterminierung (vgl. Abschnitt 3.5.2.6.1), die von dem dem Kunden zugesagten Lieferdatum ausgeht, die Zeitpunkte für Beginn und/oder Ende einzelner Vorgänge im Lieferprozess zu ermitteln. Abbildung 3.6.4/1 vermittelt einen Eindruck des zugehörigen Bausteins im **SAP-Modul SD** (Sales and Distribution). Die Transitzeit ist die reine Transportzeit und hängt von der Route ab. Die Richtzeit wird für Kommissionierung und Verpackung benötigt.

Dabei sind folgende Situationen zu unterscheiden:

- 1) Rechtzeitig vor dem bestätigten Liefertermin ist der Kundenauftrag komplett lieferbereit und kann freigegeben werden.
- 2) Es ist zum spätestmöglichen Lieferzeitpunkt **keine** der im Rahmen des Kundenauftrags bestellten Positionen lieferbar, eine Entscheidung über die Freigabe erübrigts sich.
- 3) Zum spätestmöglichen Lieferzeitpunkt ist der Kundenauftrag nur **teilweise** versandbereit. Nun ist eine Entscheidung fällig, ob Teillieferungen versandt werden können und sollen. Dabei mögen in das Programm die folgenden Typen von Entscheidungsregeln aufgenommen werden:
  - a) Eine Teillieferung erfolgt, wenn ein bestimmter **Prozentsatz** der Bestellung zum Versand kommen kann. (Es wäre z. B. unsinnig, wenn in einem Unternehmen, das **fototechnische Papiere** herstellt, eine zufällig vorhandene angebrochene Packung von fünf Stück eines Artikels als Teillieferung eines Kundenauftrags von 2.000 Stück versandt würde.) Der Parameter Grenzprozentsatz kann vom Artikel oder von der absoluten Größe der Bestellung abhängig gemacht werden.
  - b) Eine Lieferung, die streng genommen eine Teillieferung ist, wird als volle Befriedigung des Kundenauftrags betrachtet, wenn die Restmenge einen parametrisierten Grenzprozentsatz unterschreitet. (In vielen Branchen wäre es sinnlos, eine aus technischen Gründen verbleibende Restmenge von z. B. 0,5 Prozent des Auftrags nachzuliefern.)
  - c) Ob eine Teillieferung erfolgt, wird in Abhängigkeit von einem bei den Kundenstammdaten gespeicherten Merkmal entschieden. (Möglichlicherweise hat sich der Kunde Teillieferungen grundsätzlich verbeten.)
  - d) Die Aufteilung wird mithilfe eines Modells bestimmt, das gleichzeitig die Datenkonstellation bei der Versandlogistik, z. B. die Auslastung von Versandkapazitäten, berücksichtigt (vgl. nächstes Kapitel).

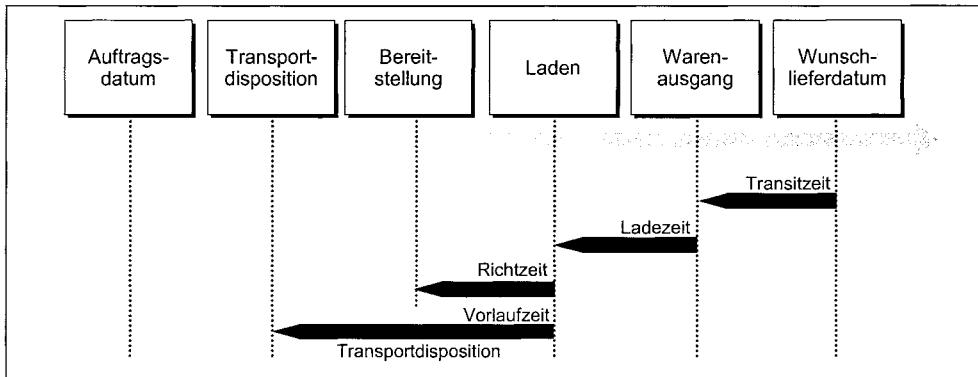


Abb. 3.6.4/1 Rückwärtsterminierung im Lieferprozess [BER 01]

Ferner verbleibt naturgemäß die Möglichkeit, alle Teillieferungsentscheidungen durch den Benutzer, etwa im Bildschirmdialog, treffen zu lassen.

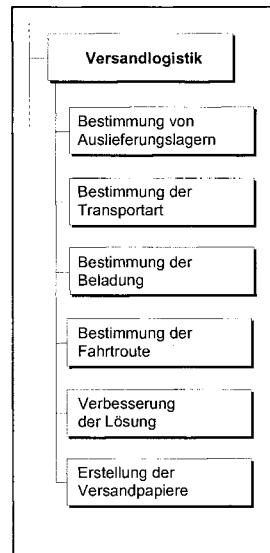
Wichtigste Eingaben:	Freigabeparameter, Liefersperren
Wichtigste Anzeigen und Ausdrucke:	Lagerbestände, offene Kundenaufträge
Wichtigste Dialogfunktionen:	Einteilung in Teillieferungen nach Anzeige von Kundenaufträgen und Ablieferungsterminen veranlasster Fertigungsaufträge
Nutzeffekte:	Befreiung von personeller Dispositionssarbeit, Optimierungseffekte beim Abwägen zwischen zusätzlichen Transportkosten bei mehr Teillieferungen und zusätzlicher Kapitalbindung bei weniger Teillieferungen, gleichmäßige Auslastung der Versandkapazitäten

Abb. 3.6.4/2 Lieferfreigabe

### 3.6.5 Versandlogistik

Die Aufgabe eines Versandlogistikprogramms ist am weitesten gesteckt, wenn es gilt, einen optimalen Belieferungsplan der Kunden- und Außenlagerergänzungsaufträge für n Kunden und m Außenlager mit t Transportmitteln aus l Lagern zu finden. Diese Aufgabe lässt sich jedoch noch nicht in einem Simultanmodell behandeln; vielmehr wird sequenziell vorgegangen, es werden einzelne Modellbausteine zu einer Gesamtlösung zusammengefügt. Solche Bausteine sind:

- 1) Auswahl der Auslieferungslager (soweit diese nicht schon im Zuteilungsprogramm vorgenommen wurde)
- 2) Auswahl der Transportart
- 3) Berechnung der Ladung und Fahrtroute
- 4) Verbesserung der Lösung durch Veränderung der Versandmengen (Versand von Teillieferungen oder von nicht fälligen Kundenaufträgen)



Naturgemäß bergen diese sequenzielle Behandlung im Prozess und die damit verbundene Aneinanderreihung von Suboptima die Gefahr in sich, dass man infolge gegenläufiger Zielsetzungen bei den Lösungen der

Teilprobleme das Gesamtoptimum beträchtlich verfehlt. Schon die Reihenfolge der Schritte ist nicht zwingend. So bestimmt z. B. die **Rauch Möbelwerke GmbH** in Abhängigkeit von den mit dem Kunden vereinbarten Lieferwochen zuerst die Sendungen, die mit einem Fahrzeug auszuliefern sind (Touren), und optimiert anschließend die Fahrtroute. Erst in einem nächsten Schritt werden den Touren Speditionen und Fahrzeuge zugeordnet [BUS 05].

In den meisten IV-Konzeptionen wird jedoch das Problem nicht in dem hier dargestellten Umfang zu behandeln sein, z. B. weil keine Außenlager vorhanden sind oder nur eine Versandart infrage kommt. Weiterhin wird man in der Praxis meist deshalb nicht zu weit vom theoretischen Optimum entfernt liegen, weil die von vielen Kunden fest vorgegebenen Versandvorschriften den kombinatorischen Umfang einengen.

Wichtigste Eingaben:	Dispositionsrichtlinien
Wichtigste Anzeigen und Ausdrucke:	Versandanweisungen/-stücklisten, Lagersammelscheine (Picklisten), Anweisungen an Prozessrechner zur Auslagerung, Versandanzeigen, Frachtpapiere, Lieferscheine, Aufkleber, Fuhrparkeinsatzplan, Postgebühren, Speditions-/Bahntarife
Wichtigste Dialogfunktionen:	Personelle Versanddisposition nach Anzeige von Kundenaufträgen und Fuhrparkkapazitäten oder maschinellen Vordispositionen, Simulation alternativer Entscheidungen
Nutzeffekte:	Transportkostensparnisse, frühzeitige Information der Kunden, Rationalisierungseffekte beim Generieren von Versandpapieren

Abb. 3.6.5/1 **Versandlogistik**

Allerdings wird die Aufgabe dadurch erschwert, dass aus Gründen einer günstigen Versanddisposition eventuell die im Programm Lieferfreigabe getroffene Entscheidung in Bezug auf Teillieferungen revidiert werden muss (siehe oben Punkt 4). Streng genommen müssten Lieferfreigabe und Versanddisposition in einem Simultanmodell behandelt werden.

Der **erste Programmteil** ist vergleichsweise einfach. Man wird zunächst abfragen, ob die notwendigen Bestände in dem zum Kunden nächstgelegenen Außenlager vorrätig sind. Wenn das nicht zutrifft, ist das nächstentfernte Lager zu überprüfen usf. Diese einfache Vorgehensweise ist unter den Bedingungen der Praxis meist ausreichend, wenn sie auch nicht zwangsläufig zum Optimum führt. Die folgenden Beispiele verdeutlichen, welche Fehldispositionen eintreten können:

- 1) Im zweitnächsten Lager ist ein hoher Überschuss vorhanden, den es schnellstmöglich abzubauen gilt.
- 2) Wenn man das zweitnächste Lager heranzieht, kommt ein besonders kostengünstiger Transport zu Stande, weil die betrachtete Lieferung gerade die Vollladung eines Transportmittels mit günstigem Transportweg bewirkt.
- 3) Zusammen mit der Belieferung eines Kunden aus dem Zentrallager kann ein in der Nähe des Kunden gelegenes Außenlager nachbevorratet werden.

Es ist zu prüfen, ob die ATP-Module aus einem SCM-System (vgl. Abschnitt 4.4) in die Versandlogistik aufgenommen werden können.

Der **zweite Programmteil** erfordert ein sehr kompliziertes und unternehmensindividuelles Modell. Unter den Transportmitteln stehen meist betriebseigene Lastkraftwagen, hinzugemietete Fahrzeuge, Spediteure sowie die Bahn, gegebenenfalls mit verschiedenen Frachttarifen, zumindest aber Waggons und Stückgut, in Konkurrenz. Dabei liegt das Optimum oft darin, mit Lastkraftwagen oder Waggons Sammelladungen an einen Knotenpunkt zu bringen und dort als Stückgut an die einzelnen Kunden weiterzuleiten. Schwierigkeiten können dadurch entstehen, dass man als Zielfunktion des Auswahlprozesses meist die Mi-

nimierung der Transportkosten hat, jedoch die Entscheidung auch durch die Dringlichkeit des Liefertermins beeinflusst wird.

Ist die Zahl der Kunden nicht zu groß und unterliegt der Kundenbestand nicht häufigen Änderungen, so bleibt zu erwägen, ob man den Untersuchungsaufwand bei der Stammdatenaufnahme und den Speicherbedarf in Kauf nimmt und für jeden Kunden gute oder – wenn möglich – optimale Belieferungsvorschriften unter diversen Bedingungen (z. B. verschiedenen Liefertermine und unterschiedliche Liefermengen) mit den Kundenstammdaten ablegt. Es lassen sich durch diese Hilfslösung die Wechselwirkungen zwischen den Lieferungen an benachbarte Kunden, etwa durch Zusammenladen in einen LKW, nicht berücksichtigen.

Die **Dr. Städtler Transport Consulting GmbH & Co. KG** hat ein System zur Tourenplanung und Disposition entwickelt. Die Sendungen eines Planungszeitraums werden mithilfe des Tourenplanungssystems **TRAMPAS** [FAL 95] zu optimalen Touren zusammengestellt. Dabei werden die gültigen gesetzlichen Vorschriften (Lenk- und Ruhezeiten) ebenso wie Restriktionen des eigenen Betriebs oder des Kunden berücksichtigt. Die ermittelten Fahrten werden einerseits mit den Kosten des Werkverkehrs und andererseits mit den Konditionen der Spediteure bewertet. Die Software teilt dann die Touren der jeweils günstigsten Transportmöglichkeit (Werkverkehr oder Spedition) zu. Der Disponent kann sich die Ergebnisse der Planung und anderes auf digitalisierten Landkarten ansehen, die Planung personell ändern oder aus alternativ berechneten Touren die günstigste heraussuchen [STÄ 07]. Mit Einsatz eines Telematiksystems auf dem LKW können über Schnittstellen neue Aufträge/Touren an den Fahrer übermittelt und umgekehrt aktuelle Störungen (Annahmeverweigerung/Stau etc.) vom Fahrer sofort an die Disposition gemeldet und mögliche Handlungsalternativen „angestoßen“ werden. Auf diese Weise wird der warenbegleitende Informationsfluss online bis zum Kunden verlängert [NIE 07].

Im **dritten Programmteil** werden für die gegebenenfalls im zweiten Teil ausgewählten Transportmittel die optimale Ladung und Route bestimmt. Dieses Problem wird in der angelsächsischen Literatur oft als „**Vehicle Scheduling**“ oder „**Truck Dispatching**“ bezeichnet.

Als Beispiel sei hier ein von Dantzig und Ramser entworfener und von Clarke und Wright [CLA 64/MAT 78/TEM 83] wesentlich verbesserter so genannter **Savings-Algorithmus** verbal skizziert. Dieser ist in der Praxis relativ stark verbreitet und zusammen mit dem **Sweep-Algorithmus** [DOM 97] Ausgangspunkt einer Vielzahl von verwandten Methoden. Gegeben ist die Anzahl der Transportmittel, wobei diese Transportmittel unterschiedliche Kapazitäten haben dürfen. Ferner muss bekannt sein, welche Mengen vom Zentrallager zu welchen Kunden zu befördern sind und wie groß die Entfernung zwischen allen Punkten ist, d. h. zwischen dem Zentrallager und den einzelnen Kunden und zwischen den Kunden untereinander. Das Verfahren bestimmt den kürzesten Gesamtweg, der von den Transportmitteln befahren wird, um alle anstehenden Lieferungen zu versenden. In der Ausgangslösung ist angenommen, dass jeder Bestimmungsort einzeln vom Zentrallager aus beliefert wird. Der Algorithmus ermittelt dann, welche Ersparnisse (Savings) resultieren, wenn man zwei Orte nicht mehr getrennt vom Zentrallager, sondern auf einer Rundreise anfährt. Dabei wird überprüft, ob durch diese Zusammenfassung mehrerer Lieferungen die Kapazitätsgrenzen der Transportmittel überschritten werden. Es wird nun jene Zusammenfassung von zwei Orten gewählt, die die höchste Ersparnis bringt. Anschließend versucht das Verfahren, die Rundreise auf weitere Orte auszudehnen, bis das Optimum gefunden ist.

Algorithmen wie den beschriebenen hat man sich als Bestandteil größerer Programmkomplexe, wie etwa dem „Transportation Planning and Vehicle Scheduling“ von **SAP**, das Teil des **APO** (vgl. Abschnitt 4.4) ist, vorzustellen, in denen mithilfe von Einzelprogrammen wei-

tere Teilentscheidungen getroffen und Nebenbedingungen berücksichtigt werden können (vgl. auch [STU 98]). Solche Restriktionen sind:

- 1) Öffnungszeiten der Kundenbetriebe
- 2) Gewünschte Liefertermine bzw. -fenster
- 3) Priorität der Lieferung
- 4) Ent-/Beladezeiten
- 5) Standzeiten beim Kunden
- 6) Öffnungszeiten der Depots
- 7) Maximale Fahrzeiten
- 8) Lenkzeiten
- 9) Fahrzeugkapazitäten
- 10) Fahrzeugbesonderheiten (Hebebühne, Kühlwagen)
- 11) Verfügbarkeit spezieller Be- und Entlade-Einrichtungen an der Senke

Der **vierte Programmteil** soll die Möglichkeit eröffnen, die durch die sequenzielle Behandlung des Problems erhaltene Lösung in Richtung auf ein Gesamtoptimum zu verbessern. Das kann dadurch geschehen, dass man die Liefermengen in gewissen Grenzen variabel hält; einmal ist es möglich, Teillieferungen zu versenden, zum anderen können noch nicht fällige Kundenaufträge vorgezogen werden. Daneben stellen Vorratslieferungen an Außenlager flexible Mengen dar. Für derartige Programme empfiehlt sich unter Umständen die Arbeit mit einfachen Entscheidungstabellen, in denen die Entfernung vom Auslieferungslager zum Kunden und dazu die Mindeststückzahl oder Mindestmenge verzeichnet sind, ab denen sich ein Teilversand lohnt.

Sieht man solche Teilungen und Aufstockungen von Liefermengen vor, so ist in einer integrierten Konzeption auf Überschneidungen zwischen Lieferfreigabe und Versandlogistikprogramm zu achten.

Ähnlich wie in der Produktion (Abschnitt 3.5.2.7.2) oder am Arbeitsplatz des „Treasurers“ (Abschnitt 3.8.3) mag es zweckmäßig sein, den industriellen Versand von einem Leitstand, dem **Distributionsleitstand**, aus zu steuern. Dies gilt besonders dann, wenn die Versand mit der Beschaffungslogistik integriert werden soll. (Die Versandfahrzeuge holen unterwegs Zulieferungen ab.) Die Informationen zu Fahrzeuggbewegungen werden auf diesem Leitstand gesammelt und grafisch präsentiert. Anforderungen an Distributionsleitstände sind:

- 1) Grafische Benutzungsoberfläche mit Darstellungs- und Eingriffsmöglichkeiten ähnlich der von Plantafeln
- 2) Tourenplanungsmethodenbank mit statischen und dynamischen Verfahren (z. B. Savings-Algorithmus und schnelle Einfüge- bzw. Vertauschungsheuristiken) [FAL 95]
- 3) IT-Anbindung der Fahrer und Fahrzeuge
- 4) Darstellung von Alarmen (z. B. Blinksignale bei Verspätungen)
- 5) Verbindung zu Fahrzeugortungssystemen

Als hoch entwickelter Dispositionsleitstand mag das in Band 2 skizzierte **Supply Chain Cockpit** aus **mySAP SCM** angesehen werden.

So kann der Disponent flexibel in Echtzeit eilige Lieferungen einplanen, Routenverläufe aufgrund unvorhersehbarer Gegebenheiten modifizieren und auf Störungen bei der Auslieferung reagieren [DER 93].

Wegen der komplizierten Mischung aus quantifizierbaren und qualitativen Einflussfaktoren, die die Versandlogistik auszeichnet, liegt der Einsatz von Expertensystemen nahe [BOR 93]. Es konnte an einem Beispiel aus der Möbelindustrie gezeigt werden, dass die XPS-Metho-

dik alternativen Entscheidungsunterstützungssystemen (lineare Programmierung, genetische Algorithmen) überlegen war [MER 94].

Die Resultate der Zuordnung von Touren zu Fahrzeugen und Fahrern können den Fahrern auf Listen bekannt gemacht werden. Es besteht jedoch auch die Möglichkeit, die Tourendaten in einen **Bordcomputer** zu laden. Dieser informiert den Fahrer über die nächste Anlaufstelle mit dem Abladetermin ebenso wie über die dort notwendigen Aktionen, so etwa die Menge der abzuladenden Kisten oder das zurückzunehmende Leergut, und gegebenenfalls kurzfristige Umdispositionen. Eine Integration mit dem Navigationssystem des Fahrzeugs ist erwägenswert, sodass sich der Fahrer nicht um die Route kümmern muss. Diese Lösung entspricht der in Abschnitt 3.5.2.7 für die Produktion erwähnten, bei der einem Maschinenbediener auf einem Display die nächste Operation angezeigt wird.

Für die Datenerfassung während des Versandvorgangs, z. B. für die Zwecke der Kostenrechnung, ergeben sich interessante Möglichkeiten. Sensoren im Fahrzeug können zahlreiche Daten messen, die gespeichert und von einer IT-Anlage übernommen werden. Auch Fahrtenschreiber-Diagramme lassen sich mit Spezialgeräten automatisch auswerten [OV 87/SIE 87]; man mag dies mit der Betriebs- bzw. Maschinendatenerfassung (vgl. Abschnitt 3.5.2.9.1) vergleichen. Wenn die Fahrzeuge Systeme mitführen, die Bordrechner mit Beleglesseinrichtungen kombinieren, können diese Geräte die Funktion der klassischen Fahrtenschreiber ergänzen, wobei sich zusätzlich Unterbrechungsgründe eingeben lassen. Erfasst man – z. B. mithilfe eines Balkencode-Lesers – die verladenen und entladenen Kartons, verweigerte Warenannahmen und ungeplante Retouren, so sind die Voraussetzungen für eine rationelle Lagerbestandsführung und Inventur des Ladeguts geschaffen. Bei der Beladung werden Versuche, nicht für die Tour bestimmte Waren irrtümlich mitzunehmen, sofort erkannt. Beim Empfänger kann der Auslieferungsfahrer in jenen Fällen, wo erst an Ort und Stelle entschieden wird, wie viel der Käufer abnimmt, Lieferscheine und Rechnungen ausdrucken lassen. Nach Rückkehr in das Depot werden die gespeicherten Transferdaten vom Bordrechner in das zentrale IT-System übertragen. Neben Soll-Ist-Vergleichen auf Zeit- bzw. Mengenbasis ist auch eine unmittelbare Bewertung mit Standardsätzen, z. B. für die Kilometerkosten, denkbar.

Im Zuge des so genannten Reengineering von Logistikketten prägen sich auch neue Formen der Arbeitsteilung zwischen Abnehmern, Zulieferern, Spediteuren und Lagerhaltern aus. Es lassen sich folgende Intensitätsstufen unterscheiden:

- 1) Bei enger Zusammenarbeit zwischen dem versendenden Industriebetrieb und dem Spediteur übermittelt der Produzent detaillierte Sendungsdaten zum Teil bereits **vor** der Fertigstellung des Erzeugnisses. Der Spediteur nutzt diese Daten zur eigenen Tourenplanung und erstellt die Versanddokumente. Wenn das Fahrzeug an der Rampe vorfährt, bringt es die Warenbegleitpapiere und die Etiketten mit. Eine derartige Dienstleistung bietet z. B. **Kraftverkehr Nagel** an [SZI 91/HAN 05].

#### **PRAKTISCHES BEISPIEL**

Die **BMW AG** hat ein Informationssystem für ihre Transportdienstleister eingerichtet, das über ein B2B-Portal zur Verfügung gestellt wird. Über dieses System erhalten die Dienstleister routenspezifisch das geplante Fahrzeugvolumen mindestens eine Woche im Voraus.

Auf diese Weise erfahren die Dienstleister beispielsweise das tägliche Transportvolumen vom Werk Dingolfing zum Abgangshafen Bremerhaven für Überseeverschiffungen [OV 03].

- 2) Die Rechner der beteiligten Institutionen tauschen mittels Fernübertragung gegenseitig Daten aus. Dieses Konzept soll vor allem verhindern, dass die Informationsflüsse langsamer sind als die Güterbewegungen; vielmehr werden „vorauseilende Informationsflüsse“ angestrebt. Hierzu zwei Beispiele:

### PRAKТИSCHE BEISPIELE

- 1) Die **Automobilindustrie** ist Vorreiter bei Just-in-time- bzw. Just-in-sequence-Bevorratungsmethoden. Der Rechner des Fahrzeughändlers ruft in Abhängigkeit vom Montagefortschritt Komponenten, z. B. Sitze, bei der Anlage des Produzenten dieser Baugruppen ab. Der Zulieferer versendet seine Erzeugnisse nicht nur sehr kurzfristig; vielmehr werden diese über entsprechende Schnittstellen (Wareneingangsschleusen, Förderanlagen) unmittelbar in der Reihenfolge an die Montagebänder transportiert, in der sie einzubauen sind (vgl. Abschnitt 3.3.3.2).
- 2) Das System **ATLAS** (Automatisiertes Tarif- und Lokales Zollabwicklungssystem) schafft die Voraussetzungen für eine elektronische Kommunikation zwischen Wirtschaft und Zollverwaltung [BUN 07]. Papiergebundene Zollanmeldungen und Verwaltungsakte einschließlich der Bescheide über Einfuhrabgaben wurden durch elektronischen Datenaustausch ersetzt. Die Zollanmeldungen werden der Zollstelle (angeschlossen sind unter anderem die deutschen Flughafenzollstellen, die für den Außenhandel besonders wichtigen Seehäfen Bremen/Bremerhaven und Hamburg sowie Zollstellen an Straßen-Grenzübergängen) elektronisch übermittelt. Die Stelle bearbeitet den Vorgang und sendet den Bescheid über die Einfuhrabgabe zurück. Vor allem für kleine und mittlere Unternehmen wird eine Eingabeseite im Internet zur Verfügung gestellt.

Da die Anmeldungen beträchtlich vor der Ware bei der Zollstelle landen und in der Regel bearbeitet sind, wenn der Transport eintrifft, entfallen Verzögerungen.

- 3) Sendungen werden über das Internet aufgegeben, die Frachtpapiere am Bildschirm angezeigt. Auch kleine Unternehmen können an solchen Systemen teilhaben und den Weg der Sendungen verfolgen. Eine derartige Lösung wird z. B. von der deutschen Niederlassung der **Federal Express Europe, Inc.** angeboten.
- 4) Der Versender disponiert mithilfe seiner Rechenanlage die Transporte für den Spediteur. Er stellt damit nicht nur sicher, dass mit möglichst niedrigen Kosten und in den kürzestmöglichen Zeiten transportiert wird; vielmehr kann das IV-System nach der Disposition durch Aufruf eines gespeicherten Tarifwerks auch die Frachtkosten vorausberechnen und dem Spediteur eine Gutschrift erteilen. Es entfallen dadurch sowohl die Fakturierung beim Spediteur als auch die Rechnungsprüfung beim Versender. Will man nicht so weit gehen, so werden in der IT-Anlage des Versenders die vorausberechneten Frachtkosten vorgemerkt, bis die Rechnung des Spediteurs eingetroffen ist. Die Rechnungsprüfung gestaltet sich dann rationell und zuverlässig. Ein entsprechendes Standardprogramm ist in [ENG 85] beschrieben, eine praktische Anwendung in der **Volkswagen AG** zusammen mit den Integrationsbeziehungen findet man bei [SCHN 85].
- 5) Die Spediteure übernehmen weitere Aufgaben von den Versenderbetrieben bis hin zu einer führenden Rolle im **Supply Chain Management** (vgl. Abschnitt 4.4). Ausgewählte IV-Aufgaben hierzu sind: Erfassung der Bestellungen, z. B. über das Internet, Erzeugen und Übermitteln von Transferdaten über die Lagerbewegungen bei Kunden, die im Computer des Herstellerbetriebs für die Absatzprognose benutzt werden, Fakturierung und Übergabe von Daten für die Buchhaltung des Herstellerbetriebs.

Der Programmteil Versandlogistik endet mit dem Ausdruck von Versandanweisungen, Versandanzeigen, Lieferscheinen und Transportdokumenten. Unter Umständen lässt man vor dem Versand noch einmal das Programm Bonitätsprüfung aufrufen (siehe Abschnitt 3.2.4).

### 3.6.6 Fakturierung

Die Fakturierungsprogramme erstellen die Kundenrechnungen aus den Auftrags- und Versanddaten sowie den Kunden- und Materialstammdaten. Dabei sind die unterschiedlichsten Abzüge (z. B. Rabatte, Boni) und Zuschläge (z. B. für Verpackung, Transport) zu berücksichtigen.

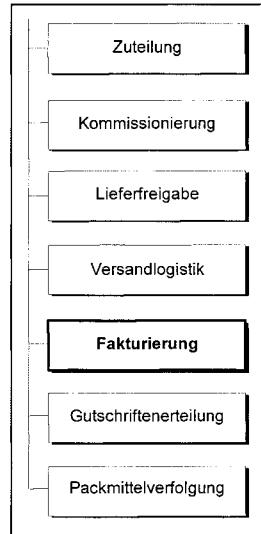
Je nachdem, welche Daten den Rechnungsbetrag bestimmen, sind verschiedene Versionen der Fakturierung im Rahmen der IV vorzusehen.

Genügen zur Rechnungsschreibung die Auftragsdaten allein, so wählt man die **Vorfakturierung**. In diesem Fall kann die von der IT-Anlage gedruckte Rechnung in das Versandlager gebracht werden, dort als Versandanweisung dienen und die Ware als Lieferschein begleiten.

Werden erst im Augenblick der Versandabwicklung alle Daten für die Rechnungsschreibung bekannt (z. B. weil die Ware bei der Versandbereitstellung vermessen oder gewogen werden muss oder weil bei Produkten mit täglich schwankenden Preisen die Preisstellung vom genauen Versandzeitpunkt abhängt), so sind Versandanweisung und Faktura getrennte Dokumente. In diesem Fall führt man in der Regel dem IV-System eine Kopie des personell ausgefertigten oder maschinell ausgestellten und personell ergänzten Lieferscheines zu. Die Rechnung wird separat verschickt, damit sich die WarenSendung nicht verzögert (**Nachfakturierung**). Zuweilen vereinbart man mit jenen Kunden, mit denen eine intensive Geschäftsbeziehung gepflegt wird, Sammelrechnungen, in denen alle Lieferungen einer Periode zusammengefasst werden.

Die Vorfakturierung hat gegenüber der Nachfakturierung eine Reihe von Vorteilen, sodass sie im Zweifel günstiger ist:

- 1) Die Trennung von Lieferscheinschreibung und Faktura bei Nachfakturierung führt zu höheren Maschinenlaufzeiten und personellen Folgearbeiten, letztere erhöhen das Fehlerrisiko.
- 2) Die Rechnungen können der Ware beigelegt werden, dadurch entfallen Portokosten.
- 3) Da die Rechnungen früher beim Kunden eintreffen und normalerweise entsprechend früher reguliert werden, ergeben sich Liquiditätsvorteile.
- 4) Bei der Wareneingangskontrolle des Kunden kann die Prüfung auf Übereinstimmung zwischen Rechnung, Lieferschein und gelieferter Ware vereinfacht werden.



Komplikationen in den sonst vergleichsweise einfachen Fakturierprogrammen treten durch Sonderbedingungen bei Erzeugnissen und/oder Kunden sowie dann auf, wenn Besteller, Warenempfänger, Rechnungsempfänger und Zahler nicht identisch sind, wie es z. B. im Gefolge der Fachhandels-Zusammenschlüsse häufig vorkommt. Nun hat das Fakturierprogramm eine von Fall zu Fall unterschiedliche Zahl von Ausfertigungen der Rechnung auszudrucken, wobei die diversen Ausfertigungen unterschiedliche Empfänger enthalten müssen.

Weitere Erschwernisse können sich durch kunden- und/oder artikelindividuelle Zuschläge für Fracht, Metallpreisentwicklung (börsenabhängig), Währungsrisiken oder Ähnliches ergeben.

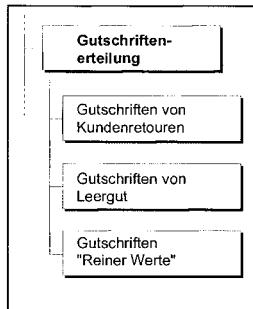
Unter Umständen wird man noch innerhalb des Fakturierprogramms die Umlage der Abzüge (z. B. kundenbezogene Rabatte) auf die einzelnen Rechnungspositionen vornehmen, etwa um in der Betriebsergebnisrechnung (vgl. Abschnitt 3.9.2.4) artikelbezogene Nettoerlöse ausweisen zu können.

Wichtigste Eingaben:	Versanddokumente (Meldung der Versandkosten)
Wichtigste Anzeigen und Ausdrucke:	Einzel- und Sammelrechnungen, Lastschriften einschließlich Datenträger für die Kreditinstitute, Rechnungsausgangsbücher, Wareneingangsscheine für zurückkehrende Packmittel (als Rücklaufdatenträger)
Wichtigste Dialogfunktionen:	
Nutzeffekte:	Sicherstellen der vollständigen Fakturierung von versandter Ware, Rationalisierung der Fakturierung

Abb. 3.6.6/1 Fakturierung

Eine Erscheinungsform der zwischenbetrieblichen Integration beim Prozess Fakturierung – Debitorenbuchhaltung – Lieferantenrechnungsprüfung – Kreditorenbuchhaltung – Bezahlung ist das **Electronic Bill Presentment and Payment (EBPP)**: Die Rechnung wird vom Lieferanten auf einen Bildschirm im Kundenbetrieb, dort z. B. in der Abteilung Lieferantenrechnungsprüfung, gesendet.

### 3.6.7 Gutschriftenerteilung



Das Programm Gutschriftenerteilung kann man sich als ein stark vereinfachtes Fakturierprogramm vorstellen, in dem einige Vorzeichen umgekehrt sind. Es ist sorgfältig zwischen solchen Gutschriften, die mit Kundenretouren zusammenhängen, Gutschriften für Leergut und reinen Wertgutschriften zu trennen. Diese Differenzierung ist zum einen erforderlich, um die Verbuchung auf getrennten Konten zu gewährleisten, und zum anderen, um im Fall von Retouren den richtigen Anschluss an das Lagerbestandsführungsprogramm (vgl. Abschnitt 3.4.3) sicherzustellen.

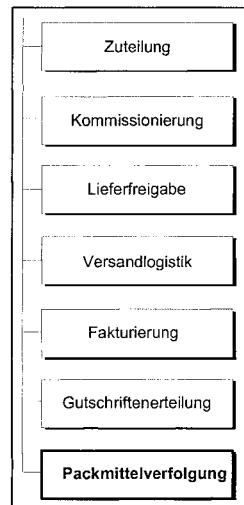
Im Teilsystem SD der **SAP AG** können alle Rechnungen, Gutschriften und Lastschriften, die im Geschäftsverkehr mit einem Kunden in einem Bonuszeitraum anfielen, automatisch verfolgt werden. Wenn das Umsatzziel erreicht wird, sorgt es für die Buchung des **Bonus**. Da der Abschlag rückwirkend gewährt wird, sieht SD auch Rückstellungen vor [GRO 99, S. 165-166].

Wichtigste Eingaben:	Wertgutschriften, Gutschriften für Retouren und Leergut, Sondertexte
Wichtigste Anzeigen und Ausdrucke:	Gutschriftenanzeigen, Rückstellungen
Wichtigste Dialogfunktionen:	
Nutzeffekte:	Garantie der Vollständigkeit von Buchhaltung und Lagerbestandsführung

Abb. 3.6.7/1 Gutschriftenerteilung

### 3.6.8 Packmittelverfolgung

Bei wertvolleren Verpackungen, die Eigentum des Versenders bleiben, kann es sinnvoll sein, den Packmittelrücklauf mithilfe der IV zu überwachen. Das Programm Packmittelverfolgung erhält seine Eingabe durch Verbindung mit der Fakturierung; man wird Art und Menge der dem Kunden gelieferten Packmittel auf der Rechnung aufführen. Das System überprüft periodisch die Vormerkdaten „Versandte Packmittel“ und schreibt gegebenenfalls Mahnungen. Wenn für die Verpackung Pfand genommen wird, wie es z. B. für die **Getränkeindustrie** typisch ist, kann die Packmittelverfolgung mit der Pfandabrechnung verknüpft werden. Das Programm speichert dann nicht nur Mengen-, sondern auch Wertangaben über das bei den Kunden befindliche Leergut. Wird eine Leergutposition gelöscht, weil anzunehmen ist, dass das Packmittel nicht mehr zurückkehrt, so ist der Pfandwert an das Debitorenbuchhaltungsprogramm (vgl. Abschnitt 3.9.5.1) zu transferieren.



Wichtigste Eingaben:	Wareneingangsscheine über zurückgekehrte Packmittel, Löschungen für Packmittel, die nicht mehr zurückerwartet werden
Wichtigste Anzeigen und Ausdrucke:	Mahnungen
Wichtigste Dialogfunktionen:	
Nutzeffekte:	Senkung der Kosten für nicht rechtzeitig bzw. überhaupt nicht zurückgesandte Packmittel, Verminderung der Vorratshaltung an Packmitteln, Beiträge zum Umweltschutz

Abb. 3.6.8/1 Packmittelverfolgung

### 3.6.9 Anmerkungen zu Abschnitt 3.6

- [BER 74/PRE 05] Bermann, R., Mensch-Maschinen-Kommunikation zur Verwaltung und Disposition von Edelstahl-Vormaterialbeständen, Teil 1, Angewandte Informatik 16 (1974), S. 269-275; Teil 2, a.a.O., S. 303-332; persönliche Auskunft von Herrn W. Pressmann, Saarstahl AG.
- [BER 01] Bernhardt, C., Vorteile einer Backend-Integration, in: e-SAP.de Consulting Team (Hrsg.), Internet Selling, Bonn 2001, S. 193.
- [BOR 93] Borkowski, V., Vergleiche zwischen einem Expertensystem und alternativen Entscheidungsunterstützungs-Methoden in der Vertriebslogistik, Dissertation, Nürnberg 1993.
- [BRÄ 97/SIE 05/STÜ 07] Bräuning, P., Integrierte Marketinglogistik am Beispiel der optimalen Zuteilung variantenreicher Komponenten in der Wälzlagerefabrikation – Eine praktische Anwendung der gemischtganzzahligen Programmierung, Dissertation, Nürnberg 1997; persönliche Auskünfte von Herrn D. Sieverdingbeck, FAG Kugelfischer AG & Co. oHG, und Herrn M. Stürken, Schaeffler KG.
- [BUN 07] Bundesministerium der Finanzen (Hrsg.), ATLAS, [http://www.zoll.de/b0\\_zoll\\_und\\_steuern/a0\\_zoelle/c0\\_zollanmeldung/d10\\_atlas/](http://www.zoll.de/b0_zoll_und_steuern/a0_zoelle/c0_zollanmeldung/d10_atlas/), Abruf am 2007-05-09.
- [BUS 05] Persönliche Auskunft von Herrn A. Buschek, Rauch Möbelwerke GmbH.
- [CLA 64/MAT 78/TEM 83] Clarke, G. und Wright, J.W., Scheduling of Vehicles from a Central Depot to a Number of Delivery Points, Operations Research 12 (1964), S. 568-581; vgl. auch: Matthäus, F., Tourenplanung – Verfahren zur Einsatzdisposition

- von Fuhrparks, Darmstadt 1978; Tempelmeier, H., Quantitative Marketing-Logistik, Berlin u.a. 1983, S. 256-280.
- [DER 93] Derigs, U. und Grabenbauer, G., Rechnergestützte Vertriebstourenplanung, Handbuch der modernen Datenverarbeitung 30 (1993) 173, S. 116-127, insbes. S. 126.
- [DOM 97] Domschke, W., Logistik: Rundreisen und Touren, 4. Aufl., München-Wien 1997, S. 236-239.
- [ENG 85] Engelniederhammer, H., Steuerung, Kontrolle und Abrechnung von Speditionstransporten in der Beschaffungs- und Versandlogistik, in: Diruf, G. (Hrsg.), Logistische Informatik für Güterverkehrsbetriebe und Verlader, Berlin u.a. 1985, S. 120-133.
- [FAL 95] Falk, J., Ein Multi-Agentensystem zur Transportplanung und -steuerung bei Speditionen mit Trampverkehr – Entwicklung und Vergleich mit zentralisierten Methoden und menschlichen Disponenten, Dissertation, Nürnberg 1995.
- [GRO 99] Gronau, N., Management von Produktion und Logistik mit SAP R/3, 3. Aufl., München-Wien 1999.
- [HAB 96/SIE 05] Haberl, D., Hochleistungs-Kommissionierung im Kosmetikunternehmen, VDI Berichte (1996) 1263, S. 93-138; persönliche Auskunft von Herrn H. Siebrasse, AVON Cosmetics GmbH.
- [MER 94] Mertens, P., Vergleich zwischen Methoden der künstlichen Intelligenz und alternativen Entscheidungsunterstützungstechniken, Die Unternehmung 48 (1994) 1, S. 3-16.
- [NIE 07] Persönliche Auskunft von Herrn H. Niemann, Dr. Städtler Transport Consulting GmbH & Co KG.
- [OV 87/SIE 87] O.V., Tour-Start nur mit Datenkassette, VDI-Nachrichten 41 (1987) 33, S. 12; Siebenlist, J., Elektronik rationalisiert den Fuhrpark, VDI-Nachrichten 41 (1987) 45, S. 33.
- [OV 03] O.V., Neues Speditionssystem bei BMW, IT-Director o.Jg. (2003) 10, S. 52.
- [SCHN 85] Schnelle, H. und Kuhn, D., Einbettung eines Prüfungssystems für Eingangsfrachten in die logistische Organisation eines Automobilunternehmens, in: Diruf, G. (Hrsg.), Logistische Informatik für Güterverkehrsbetriebe und Verlader, Berlin u.a. 1985, S. 134-150.
- [STÄ 07] Dr. Städtler Transport Consulting GmbH (Hrsg.), Tourenplanung und Fuhrparkmanagement, <http://www.staedtler-logistik.de/transport/cms/front-content.php?idcat=63>, Abruf am 2007-05-14.
- [STU 98] Stumpf, P., Tourenplanung im speditionellen Güterfernverkehr, Nürnberg 1998, insbes. Kapitel 4 und 7.
- [SZI 91/HAN 05] Szibor, L. und Tielnel, A., Information vor Ware – die Vernetzung eines logistischen Dienstleisters mit seinen Kunden und seinen Niederlassungen, Information Management 6 (1991) 2, S. 38-41; persönliche Auskunft von Herrn D. Hanke, Kraftverkehr NAGEL Kurt Nagel GmbH & Co.

## 3.7 Kundendienstsektor

### 3.7.1 Überblick

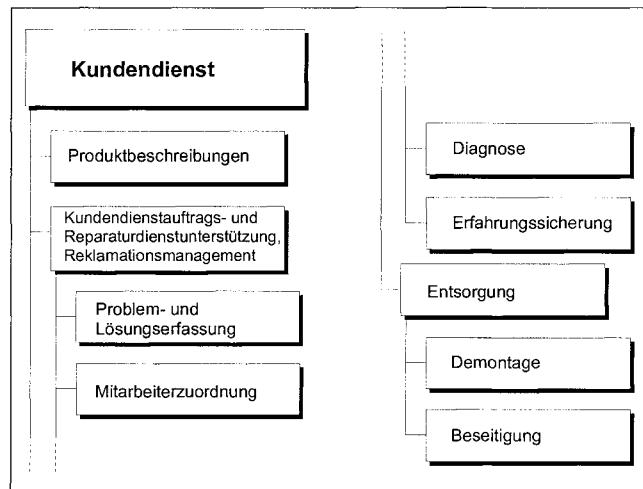


Abb. 3.7.1/1 Telfunktionsmodell des Kundendienstsektors

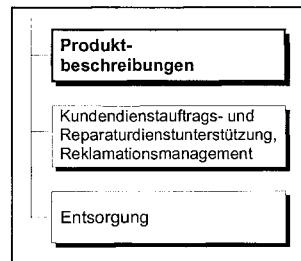
Im Kundendienstsektor (Nachkauf- bzw. After-Sales-Phase des Kundenbedienungszyklus) spielen vor allem die Verwaltung von Produktbeschreibungen, die Unterstützung des Reparaturdienstes, die Bearbeitung von Reklamationen und „Kundenproblemen“ sowie die Entsorgung eine Rolle.

### 3.7.2 Produktbeschreibungen

Bei komplexen technischen Produkten bereitet die Übergabe von Produktbeschreibungen, Bedienungs- und Wartungshandbüchern erhebliche Schwierigkeiten. Beispielsweise wird berichtet, dass die technische Dokumentation eines Großraumflugzeugs in Papierform wegen ihres Umfangs nicht vom gleichen Flugzeug transportiert werden könnte. Hier ist die Lieferung von optischen Speicherplatten vorteilhaft.

#### PRAKTISCHES BEISPIEL

Die **BMW Group** setzt einen „**Elektronischen Teilekatalog**“ (**ETK**) auf Basis von CD-ROMs ein. Nach Eingabe der Fahrgestellnummer erhält der Ersatzteilverkäufer am Bildschirm eine Zeichnung des Fahrzeugs, in der er das benötigte Teil kennzeichnen kann. Das System schließt selbst von der Fahrgestellnummer auf das Modell bzw. seine Variante. Für technische Informationen stehen die CD-ROMs sowie das Internet-basierte System **WebTIS** (**Technisches InformationsSystem**) zur Verfügung. Alle Informationen werden wie beim ETK durch aussagefähige Grafiken angereichert. Auch hier schließt das System von der Fahrgestellnummer auf das Modell und seine Variante. Umfangreiche Diagnoseinformationen stehen im **DIS** (**Diagnose InformationsSystem im Werkstatttester**) bereit. Die Daten für dieses System werden auf Basis von CD-ROMs und über das Internet distribuiert [ROT 05].



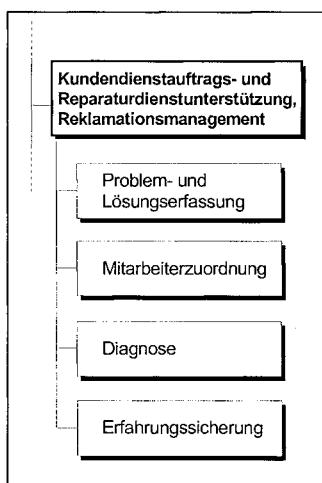
Die Firma **Xerox GmbH** bietet ein „**Print-on-Demand**“ von Handbuch-Passagen unter Verwendung von Desktop-Publishing-Software an. Es werden also nicht dicke Kataloge vorrätig gehalten, sondern nur die aktuell benötigten Seiten ausgedruckt.

Eine interessante Lösung sind rechnergestützte Handbücher, die auf den aktuellen Zustand des Produkts zugreifen können. Ein Analysemodul vergleicht diesen mit gespeicherten Produktbeschreibungen und erleichtert es dem Benutzer, die relevanten Informationen aufzufinden (z. B. ist denkbar, bei Bedienungsfehlern – abhängig von den momentanen Einstellparametern einer Werkzeugmaschine – Erläuterungstexte anzuzeigen). Besonders bei komplexen Tätigkeiten, wie sie unter anderem bei Störungen notwendig sind, kann wertvolle Zeit eingespart und die Akzeptanz von schriftlichen Anweisungen erhöht werden. Ein ausführliches Beispiel für eine Störfallbehandlung in einem **Kernkraftwerk** ist in [SIM 93] enthalten.

### PRAKTISCHES BEISPIEL

Der Schweizer Hersteller von **Messgeräten Endress + Hauser Metso AG** stellt seinen Kunden zahlreiche Informationen zu seinen Produkten in einem Internet-Portal zur Verfügung. Dazu zählen Produktdokumentationen, Anleitungen zur Inbetriebnahme oder zur Wartung. Die Geräte werden über eine Seriennummer identifiziert, die mit der Kundennummer verknüpft ist. So können individualisiert jedem Kunden die Informationen im Portal angezeigt werden, die seine Produkte – und nur diese – betreffen [MAT 05].

#### 3.7.3 Kundendienstauftrags- und Reparaturdienstunterstützung, Reklamationsmanagement



Wenn Kunden Mängel reklamieren, Reparaturaufträge erzielen oder generell in der Nachkauf-Phase Hilfe suchen, entsteht oft eine kritische Situation. IV-Unterstützung, die eine **rasche** Problemlösung ermöglicht, ist willkommen. Daher spricht man auch von einem **Problem-Management-System**. Die benötigten Funktionalitäten lassen sich unterteilen (I) in solche zur Erfassung von Problemen und dazu bekannten Lösungen, (II) in die Zuordnung von Mitarbeitern (z. B. Auskunfts Personen, Juristen, Reparaturpersonal), (III) in Diagnosehilfen und (IV) in die Sicherung des Erfahrungsguts (Schadensursachen, bewährte Lösungen, Kosten). In der nachfolgenden Prozesssicht (in Anlehnung an [MER 91]) gehören die Schritte 1) bis 3) zur Teilfunktion (I), die Phasen 4) bis 6) zu (II), die Schritte 7) bis 10) zu (III) und die Vorgänge 12) bis 15) zu (IV). Hinzu kommen die administrativen Aufgaben 11) und 16).

- 1) Erfassen von Problemen, die ein Kunde meldet (Datum, Kunde, Symptome, Dringlichkeit/Priorität, freie Texte), über Bildschirmmasken; Anlegen von Vormerkdaten. Soweit beim Reklamationsprozess Produkte in großer Zahl zum Industriebetrieb zurückgesandt werden (Retouren), ist es erwägenswert, Spracheingabesysteme zu verwenden. Das Personal kann dann gleichzeitig aus dem Begleitschreiben den Grund für die Retoure ablesen und behält die Hände frei, um das Teil zu prüfen (vgl. auch eine ähnliche Anwendung in der Qualitätskontrolle, Abschnitt 3.5.2.9.3).

Ähnlich wie im Abschnitt 3.5.3.3 über Instandhaltungs- und Betriebszustandskontrolle skizziert, gilt es, möglichst viele Informationen an der Maschine zu erfassen und zum Betreuer in der Zentrale zu übertragen. Neuere Techniken wie Intranet/Internet,

Bildkompression und Web-Kameras erlauben es, zunehmend neben Daten aus der Maschinensteuerung auch Bilder, etwa von Haarrissen, zu überspielen. Umgekehrt werden über das WWW Störanalysen zurückgegeben oder Informationsbanken zu den so genannten **FAQ** (Frequently Asked Questions) sowie auch Lehrpassagen (Teleteaching) angeboten. Praktische Beispiele aus dem **Maschinenbau** findet man z. B. in [MÜL 99].

**PKW-Hersteller** bieten Systeme an, bei denen die ausgelieferten Wagen mit einem Server des Automobil-Unternehmens kommunizieren. Beispielsweise können so Fahrzeuge, die einen Unfall erlitten haben, ihre Position an eine Notruf-Zentrale beim Hersteller funkeln (veranlasst durch das Auslösen des Airbags), auch wenn der Fahrer bewusstlos ist, oder Händler irgendwo in der Welt eine Wegfahrsperrre freischalten.

- 2) Erfassen von Problemlösungen.
- 3) Anzeigen von potenziellen Verknüpfungen zu ähnlichen offenen Problemen bzw. zu Problemlösungen, Kundendaten oder Produktdaten.
- 4) Rückverfolgung von Ursachen in der Lieferkette. Viele Qualitätsmängel finden ihre Ursache in fehlerhaften Fremdbezugsmaterialien, die wiederum auf Verunreinigungen von Rohstoffen zurückgehen mögen. Nicht nur zur raschen Problembehebung, sondern zum Teil auch aus rechtlichen Gründen muss es in gewissen Branchen möglich sein, die Lieferkette über mehrere Stellen zurückzuverfolgen („Tracing“, vgl. Abschnitt 3.4.3 und [KNA 05]).

#### PRAKTISCHES BEISPIEL

Das **European Egg Consortium** dokumentiert mit dem System Online Service-Food Safety von **T-Systems** die Bewegung von rund 25 Millionen Eiern pro Jahr in Deutschland in einer Lieferkette, in die unter anderem Futtermittelhersteller und -lieferanten, Lagerbetriebe, Packstellen, Weiterverarbeiter, Prüfstellen, Einzelhandel und Verbraucher eingegliedert sind. So kann z. B. bei Nahrungsmittelvergiftungen durch Eier festgestellt werden, welches Futtermittel den Hühnern gegeben worden war. Die Betriebe in der Kette müssen sich gegenüber dem zentralen System authentifizieren und können sich über den Web-Browser einloggen. Die nachfolgenden Chargen nehmen bei ihren Meldungen jeweils Bezug auf die Vorcharge. So meldet z. B. ein Futtermittelhersteller seine Chargeninformationen, der Legebetrieb die Herkunft des Futtermittels [HEI 05].

- 5) Automatische Verständigung von Mitarbeitern, die an der Problemlösung mitwirken müssen (Abbildung 3.7.3/1), über ein WMS. Gegebenenfalls sind in Echtzeit Warnungen an Instanzen auszugeben, um eine Fehlerfortpflanzung zu vermeiden. Beispielsweise sind Bestände an verunreinigten Rohstoffen zu sperren, falsch eingestellte Produktionsprozesse anders zu parametrisieren, bereits eingeleitete Versandvorgänge, die das gleiche fehlerhafte Erzeugnis betreffen, Werbemaßnahmen und Zahlungserinnerungen beim betroffenen Kunden zu stoppen. Anhaltspunkte für eine maschinelle Zuweisung sind Zugehörigkeit von Außendienstmitarbeitern zu Kunden und Regionen oder von Entwicklungsingenieuren zu Produktbereichen, Mitarbeiter, die früher Informationen in den Problem-Vormerksspeicher eingetragen haben, oder Zuordnungen von Spezialisten zu Problemtypen. Dem Empfänger der E-Mail sind wiederum Optionen, etwa in Gestalt von Menüs, anzubieten, z. B. Verweise auf ähnliche Probleme oder potenzielle Problemlöser.

1. Vertriebsaußendienst (unmittelbarer Ansprechpartner des Kunden)
2. Technischer Außendienst (technische Klärung, technische Abhilfemaßnahmen)
3. Konstruktion (Klärung der Ursache, Einleiten von Lernprozessen zur Verbesserung des Erzeugnisses)
4. Disponent in der Logistik (Klärung von Falschlieferungen)
5. Produktionsplanung (Einplanung eines Ersatzzeugnisses)
6. Buchhaltung (Rückstellung für Gewährleistungen, Gutschriften)

Abb. 3.7.3/1 Instanzen bei der Reklamationsbearbeitung

- 6) Terminkalenderfunktionen, die neben der Verfügbarkeit von Mitarbeitern auch Kundenwünsche (z. B. Schichtzeiten oder Produktionspausen) berücksichtigen. Gleichzeitig können notwendige Ressourcen wie Fahrzeuge oder Spezialwerkzeuge für diesen Zeitpunkt reserviert werden.
- 7) Teilautomatische Diagnosehilfen, insbesondere auch wissensbasierte (vgl. [PUP 91]).
- 8) Information-Retrieval-Funktionen, z. B. um alle offenen Probleme, Verträge, Fehler-Historien oder die Verfügbarkeit von Ersatzteilen zu sehen, die bestimmte Kunden, Regionen, Produkte und Problemtypen betreffen, Anzeige der n am stärksten gewichteten offenen Probleme oder der m ältesten Probleme und Ähnliches.
- 9) Verbindungen zu Recherchen in internen und externen Datenbanken bzw. im WWW, wobei im günstigsten Fall die Deskriptoren aus der Problembeschreibung abgeleitet werden.
- 10) Erstellen eines Kostenvoranschlags, eventuell ergänzt durch einen Vergleich mit alternativen Lösungen (Ersatz- oder Neuinvestitionen).
- 11) Gegebenenfalls Bilden einer Rückstellung für den Reparatur- oder Garantieaufwand.
- 12) Nachkalkulation der durch Kundenprobleme ausgelösten Kosten im Sinne einer Vorgangs- bzw. Prozesskostenrechnung, wozu man in der Regel einfache Tabellen mit Verrechnungssätzen führt (vgl. Abschnitt 3.9.2.3.2). Die Zahl, die Art und die Kosten der Beschwerden und Garantieleistungen können pro Produkt und/oder pro Kunde gespeichert werden und bilden eine Grundlage für die Produkt- und Kundenpflege.
- 13) Archivierung/Sicherung der Problemlösungsgeschichte in einem DMS (wichtig insbesondere in Branchen, in denen erhebliche Produkthaftpflicht existiert bzw. fehlende oder fehlerhafte Problemlösungen Gefahren für Menschen oder Umwelt mit sich bringen); Fortschreiben von Statistiken.
- 14) Schließen eines Problem-Vormerksspeichers, verbunden mit der Archivierung (siehe Punkt 12) und einer Nachricht an betroffene Mitarbeiter und Kunden; eventuell Ausgabe von mehr oder weniger individuellen Briefen.
- 15) Statistiken, z. B. über Wachstum oder Rückgang von Problemen, Verhältnis Neueröffnung/Schließung von Problemen. Deutliche Abweichungen sollten hervorgehoben werden, um möglichst früh Gegenmaßnahmen zur Schadensbegrenzung einleiten zu können.
- 16) Automatische Wiedervorlage von ungelösten Problemen.

Der Kundendienst ist in seiner Gänze ein wichtiger Anwendungsfall des IV-gestützten Wissensmanagements (vgl. Band 2).

Stauss und Seidel [STA 02] empfehlen, das System im Interesse des Qualitätsfortschritts (**Total Quality Management**) so auszulegen, dass es „Druck ausübt“, um die vollständige Erfassung aller Informationen zu gewährleisten. So könne das Programm bei jedem Start mahnen. Auf der gleichen Ebene liegt auch die Technik der Eskalationsstufen, bei der das Problem in der Organisationshierarchie „nach oben klettert“, sobald Verzögerungen eintreten (vgl. das folgende Beispiel der **Xerox GmbH**).

Die Außendienst-Techniker müssen möglichst bald von neu eingetroffenen Service-Anforderungen verständigt werden, damit sie gegebenenfalls ihre Tages- und Reisepläne ändern, um besonders eilige Reparaturen oder solche in der Nähe eines anderen Kunden vorzuziehen.

### **PRAKTISCHES BEISPIEL**

Der Mobilfunkanbieter **O<sub>2</sub> Germany** hat seine Außendienstmitarbeiter mit einem Personal Digital Assistant ausgestattet, der sowohl Sprachtelefonie als auch Datenübertragung erlaubt. Jeder Außendienstmitarbeiter erhält kurz nach Störungsmeldung seine Arbeitsaufträge mit Angaben zum Problem und Einsatzort einschließlich Lage von Gebäuden, Zugang zum Sendemast auf dem Dach und benötigte Ersatzteile und Werkzeuge. Eine Herausforderung liegt darin, die Tätigkeit des Arbeitsverteilens in der Zentrale („Dispatcher“) teilweise zu automatisieren [PEL 06a].

In vielen Unternehmen konzentrieren sich mehrere der aufgeführten Funktionen auf den Arbeitsplatz eines Kundenberaters, der vom Kunden über Telefon, E-Mail und Ähnlichem angesprochen wird. Diesen Platz bezeichnet man oft als **Help Desk**. Eine große Herausforderung liegt darin, die Arbeit an diesem „Tisch“ stark zu automatisieren. Hierbei spielen neben CTI (vgl. Abschnitt 3.2.2.1) auch Methoden der künstlichen Intelligenz (Expertensysteme, Case-Based Reasoning, künstliche neuronale Netze) eine wichtige Rolle.

### **PRAKTISCHE BEISPIELE**

- 1) Die Firma **BBT Thermotechnik Junkers Deutschland** produziert wärmetechnische Anlagen. Die rund 80 Servicetechniker sind auf fünf Regionen in Deutschland aufgeteilt. Sie arbeiten von zu Hause aus. Sie können sich via Notebook auf einem Internet Transaction Server einwählen, der als Web-Schnittstelle zum **SAP-CRM-System** fungiert.

Über das Call Center erhält der für die betreffende Region zuständige Disponent die Problemmeldung eines Kunden. Er vereinbart mit diesem einen Termin und legt dann im **SAP-CRM-System** einen Kundendienstauftrag an. Er wird der Agenda eines zuständigen Technikers hinzugefügt. Wenn dieser den Server abfragt, bekommt er zusammen mit dem Auftrag (Datum und Uhrzeit, wann die Reparatur auszuführen ist) Informationen über Auftraggeber, Kontierung, Rechnungsempfänger, technische Daten der Anlage sowie Angaben über frühere Reparaturen an diesem Gerät. Nach der Ausführung meldet der Techniker seine Arbeitszeit sowie das verbrauchte Material und fügt gegebenenfalls einen Bericht über durchgeführte Arbeiten an. Das zentrale System prüft die Eingabedaten und fakturiert. Gleichzeitig wird für die Gehaltsabrechnung des Technikers die Arbeitszeit erfasst.

Der Servicemann kann auch über eine Teileliste auf seinem Notebook Bestellungen zu Ersatzteilen aufgeben, wobei er über die Logistik individuell befindet; sperrige Teile werden üblicherweise direkt zum Kunden gesandt, Kleinmaterial zum Kundendienstfahrzeug angeliefert [LÄP 01/LEH 05].

- 2) Bei der **Xerox GmbH**, Neuss, deren Geschäftsschwerpunkt auf der Dokumentenverarbeitung liegt, verfolgt das System **Xecure (Xerox Customer Relationship)** Kundenanfragen und -reklamationen bis zu ihrer Erledigung [SCHR 92/PEP 03].

*Circa 50 Anfragen oder Reklamationen gehen täglich ein, meist telefonisch. Sie können von jedem Xerox-Mitarbeiter angenommen und bearbeitet werden. Je nach Art der Anfrage (z. B. Reklamation einer Rechnung, eines Geräts oder Rückfragen zu einem Vertrag) wird der Vorgang einem bestimmten Unternehmensbereich zugewiesen. Die Weiterleitung der Vorgänge an den zuständigen Mitarbeiter wird durch Xecure selbstständig gesteuert. Der Mitarbeiter, der die Reklamation erhält, hat Zugriff auf alle notwendigen Daten (Verträge, Maschinenbestand, Rechnungen), um den Vorgang zu bearbeiten.*

*Mit dem Kunden wird innerhalb von 48 Stunden Kontakt aufgenommen, die Vorgehensweise und ein Erledigungsdatum werden mit ihm abgestimmt.*

*Die ergriffenen Maßnahmen, Lösungen und Ursachen werden im System dokumentiert.*

*Wird der Vorgang vom zuständigen Mitarbeiter nicht termingemäß bearbeitet, so gelangt die Anfrage an den nächsten Vorgesetzten und bei weiterer Verzögerung bis zur Geschäftsführung (Eskalation).*

*Da die Historie der Kundenanfragen und -probleme gespeichert ist, kann sich der Außendienst auf den nächsten Kundenbesuch sehr gut vorbereiten. Xerox profitiert davon, dass die in der Datenbank festgehaltenen Reklamationsursachen eine gute Grundlage für Qualitätsverbesserungsmaßnahmen bieten. Der Nutzen für den Kunden liegt in einer schnellen und kompetenten Bearbeitung von Anfragen und Reklamationen sowie in der Behebung von Reklamationsursachen [KER 05].*

Wichtigste Eingaben:	Informationen zum Problem (Artikel, Datum, Kunde, Symptome, Prioritäten, Dringlichkeit usw.), Problemlösungen, Reparaturmaßnahmen, Ressourcenverbrauch (Zeit, Ersatzteile, Reisekosten) nach abgeschlossener Reparatur
Wichtigste Anzeigen und Ausdrucke:	Kundenbriefe, Problembeschreibungen, Verknüpfung zu bereits vorhandenen Problemen, Problemhistorien, Benachrichtigung inner- und außerbetriebliche Stellen, Lösungsvorschläge, Schätzungen der Reparaturkosten, mögliche Ersatzinvestitionen, benötigte Ersatzteile
Wichtigste Dialogfunktionen:	Herstellen von Problemverknüpfungen, teilautomatisches Erstellen von Problemdiagnosen, Auswahl der an einem Vorgang beteiligten Instanzen
Nutzeffekte:	Rationellere und raschere Bearbeitung von Reparaturen und Reklamationen, Aufzeigen von Schwachstellen aufgrund von Statistiken, Hinweise auf kritische Produkte und Kunden

Abb. 3.7.3/2 Kundendienstauftrags- und Reparaturdienstunterstützung

**Problem-Management-Systeme (PMS)** können auch der Beratung von „internen Kunden“, namentlich in internationalen Konzernen, dienen.

#### PRAKTISCHES BEISPIEL

*Der Chemie- und Konsumgüterhersteller Henkel KGaA hat ein PMS installiert, welches bei Schwierigkeiten mit der unternehmensinternen Rechnernetz-Infrastruktur hilft (Computing Network Services (CNS)). Pro Jahr treffe etwa 100.000 Anfragen ein. Das System erstellt ein so genanntes Ticket, das von einem „Ticketmanagementsystem“ an den bestgeeigneten Support-Mitarbeiter (unter weltweit 800) weitergeleitet wird. Eine Komponente des Systems analysiert die Tickets, z. B. hinsichtlich Bearbeitungsdauer oder Zahl der in den Workflow einbezogenen Angestellten [PEL 06b].*

### 3.7.4 Entsorgung

Wesen der Entsorgung ist es, Produkte, die dem Kunden verkauft wurden, am Ende ihrer Nutzungsdauer zu beseitigen. Ein Teil der Erzeugnisse gelangt auf Deponen und in Verbrennungsanlagen, ein anderer wird demontiert und für ein gleiches oder ähnliches Produkt wieder- bzw. weiterverwendet (**Recycling**). Abbildung 3.7.4/1 verdeutlicht das mit Demontage und Beseitigung verbundene Aufgabenspektrum sowie die intensiven Integrationsbeziehungen (vgl. dazu auch [KUR 97], [RAU 97/RAU 99]).

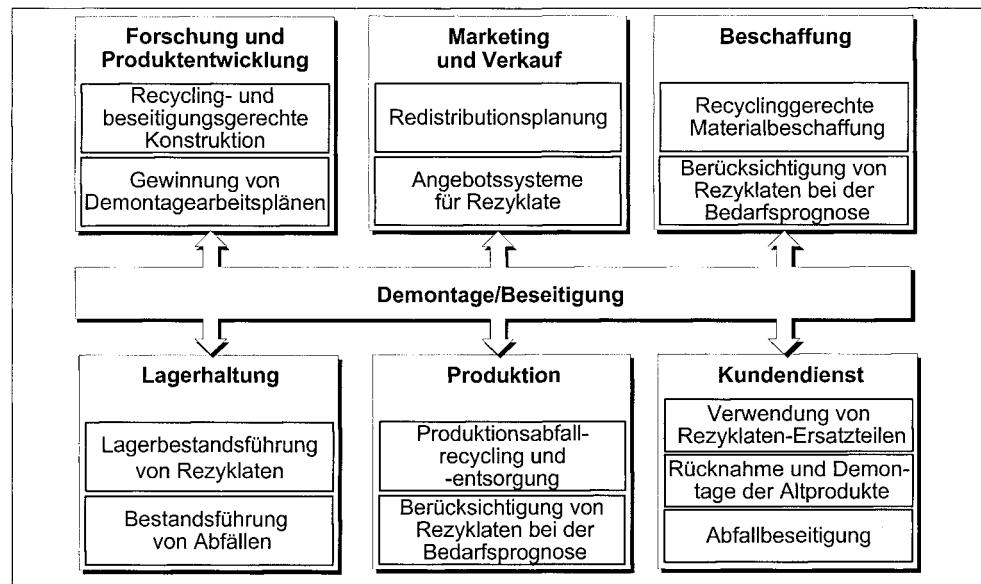
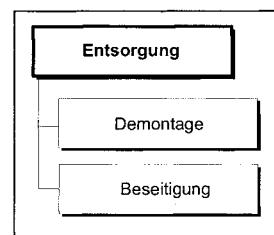


Abb. 3.7.4/1 Aufgabengebiete einer integrierten Entsorgungssicherung

Wir behandeln die Entsorgung aus zwei Gründen in diesem Kapitel: Zum einen bildet die Beseitigung das Schlussglied der Wertschöpfungskette, zum anderen sind Demontageaspekte bei den verschiedenen Serviceleistungen zu berücksichtigen. Hat ein Produkt das Ende seiner Verwendungszeit erreicht, sei es durch technischen Defekt oder weil es für den Kunden keinen Nutzen mehr stiftet, so ist es zu entsorgen. Der Außendiensttechniker transportiert beispielsweise eine Anlage ab, oder er zerlegt sie vor Ort im Kundenbetrieb, wobei er eventuell nochmalig einsetzbare Teile für eine Neuinstallation heranzieht. Diesen Entscheidungsverbund kann die IV unterstützen. Besonders für die Zerlegung beim Kunden ist ein Demontagesystem sehr hilfreich. Für die Analyse, welche Teile und Baugruppen auszubauen und zu sortieren sind, gilt es neben technischen auch ökonomische Gesichtspunkte zu beachten. Das am Bereich Wirtschaftsinformatik I der Universität Erlangen-Nürnberg entwickelte System **DISRINS** (**Dismantling and Recycling Information System**) [SCHE 95] ermittelt unter Einbeziehung der anfallenden Entsorgungskosten und der Wiederverwendungsmöglichkeiten von Komponenten die wirtschaftlich beste Lösung. Dazu erstellt es aus vorhandenen Produktdaten **Demontagearbeitspläne** und -stücklisten. Der Techniker erfasst hierzu den individuellen Anlagenzustand. Ausgehend von diesem Zustand sowie vom Zerlegeaufwand schlägt DISRINS eine Recyclingmethode (Produkt- oder Materialrecycling) und die Demontagetiefe vor.

Wichtigste Eingaben:	Zustand der Bauteile und Verbindungen, Entsorgungskosten je Materialart
Wichtigste Anzeigen und Ausdrucke:	Demontagestücklisten, Demontagearbeitspläne, Lagerbestand an Rezyklaten, Wiedergewinnungsrate, nicht demontagegerechte Verbindungen, infrage kommende Entsorgungsunternehmen und Transporteure, Entsorgungsnachweise, Begleitscheine
Wichtigste Dialogfunktionen:	Personelle Korrektur der Zustände
Nutzeffekte:	Rasche Ermittlung der wirtschaftlichen Zerlegeschritte, Vorbereitung sinnvoller Demontageentscheidungen, Hinweise auf demontagekritische Verbindungen, Einsparungen durch Weiterverwendung, Auswahl der kostengünstigsten umweltgerechten Beseitigungsform, Beitrag zum Umweltschutz

Abb. 3.7.4/2 Entsorgung

Eine Aufgabe der Informationsverarbeitung ist es, international zugängliche Informationsbanken zu schaffen, aus denen die Demontageunternehmen ersehen können, welche Demontage-Vorgänge sich bei unterschiedlichen Fahrzeugtypen unterschiedlicher Hersteller – eventuell noch differenziert nach dem Alter des Wagens – lohnen. Im **International Dismantling Information System (IDIS)** kooperieren 24 Kfz-Hersteller. Es werden Daten für mehr als 600 Fahrzeugtypen und rund 40.000 Teile gespeichert, sodass sich z. B. Schrotthändler informieren können [IDI 07].

Mit dem **Asset Redeployment Management System (ARMS)** werden über das Internet zum Verkauf anstehende Altanlagen offeriert (z. B. Equip Net Direct: <http://www.equipnetdirect.com/>).

Für diejenigen Komponenten, die Sonderabfälle darstellen und zu entsprechenden Entsorgungseinrichtungen (Sonderabfalldeponie bzw. -verbrennungsanlage) transportiert werden müssen, schreiben Gesetze und Verordnungen komplizierte Verfahren vor. Die Entsorgung muss vorab für jede Sonderabfallart mit einem Nachweis von der zuständigen Behörde genehmigt bzw. bei ihr angezeigt werden. An diesem Entsorgungsnachweis-Prozess sind mehrere Instanzen (Genehmigungsbehörde, Entsorger) zu beteiligen, sodass sich zwischenbetriebliche Integration, speziell ein zwischenbetriebliches WMS, anbietet [WEW 98]. Die notwendigen Schreiben lassen sich von der IV vorbereiten und die genehmigten Nachweise in einer Datenbank verwalten. Begleitscheine werden aus den Daten eines Entsorgungsnachweises gewonnen und sind vom Transporteur mitzuführen. Ein Teil der für die Formulare erforderlichen Informationen kann aus Demontagestücklisten (vgl. Abschnitt 3.5.2.3) übernommen werden, sodass ein Sachbearbeiter nur noch wenige weitere Daten hinzufügen muss. Die Dienstleister, die den Abfall transportieren, haben unterschiedliche Transportgenehmigungen, insbesondere wenn es um Gefahrgüter geht („**Gefahrguttransporte**“). Hier kann der Rechner bei der Auswahl des Transporteurs helfen. Dazu müssen die Transportgenehmigungen in den Lieferantenstammsätzen abgelegt sein.

### 3.7.5 Anmerkungen zu Abschnitt 3.7

- [IDI 07] IDIS Konsortium (Hrsg.), Mehr zu IDIS, <http://www.idis2.com/>, Abruf am 2007-05-09.
- [HEI 05] Heinemann, J., Du bist, was du isst, IT-Director Nr. 11 (2005), S. 42-45.
- [KER 05] Persönliche Auskunft von Herrn M. Kersten, JDC GmbH & Co. KG.
- [KNA 05] Knapp, M. und Auerbach, M., foodtracer: Verbesserung der Chargenrückverfolgung in der Lebensmittelindustrie – Entwicklung von Strategien und Systemen nach Inkrafttreten der EU-Verordnung 178/2002, FIR+IAW-Zeitschrift „Unternehmen der Zukunft“ Nr. 2 (2005), S. 8-9.

- [KUR 97] Kurbel, K. und Rautenstrauch, C., Integration des Produktrecycling in die Produktionsplanung und -steuerung, in: Weber, J. (Hrsg.), Umweltmanagement, Aspekte einer umweltbezogenen Unternehmensführung, Stuttgart 1997, S. 299-320.
- [LÄP 01/LEH 05] Läpple, R., Heiße Aufträge kommen beim Junkers-Service online, Computer Zeitung 32 (2001) 19, S. 14; persönliche Auskunft von Herrn W. Lehmann, BBT Thermotechnik GmbH.
- [MAT 05] Mattern, T., Kundendienst im Internet läuft personalisiert, Computer Zeitung 27 (2005) 23, S. 21.
- [MER 91] Mertens, P., Problem-Management-Systeme, WIRTSCHAFTSINFORMATIK 33 (1991) 1, S. 72.
- [MÜL 99] Müller, B., Ferngesteuerte Hilfe, NET-INVESTOR o.Jg. (1999) 10, S. 74-77.
- [PEL 06a] Pelkmann, T., O<sub>2</sub> macht mobil, softlab Magazin Nr. 2 (2006), S. 10-13.
- [PEL 06b] Pelkmann, T., Henkels Helpdesk, softlab Magazin Nr. 1 (2006), S. 10-14.
- [PUP 91] Puppe, F., Einführung in Expertensysteme, 2. Aufl., Berlin u.a. 1991, insbes. Kapitel 10.
- [RAU 97/RAU 99] Rautenstrauch, C., Fachkonzept für ein integriertes Produktions-, Recyclingplanungs- und Steuerungssystem (PRPS-System), Berlin u.a. 1997; Rautenstrauch, C., Betriebliche Umweltinformationssysteme, Grundlagen, Konzepte und Systeme, Berlin u.a. 1999.
- [ROT 05] Persönliche Auskunft von Herrn O. Rother, BMW Niederlassung Nürnberg.
- [SCHE 95] Scheuerer, A., Beiträge zur Steuerung des betrieblichen Recyclings unter besonderer Berücksichtigung eines Informationssystems zur Unterstützung von Demontageprozessen, Dissertation, Nürnberg 1995.
- [SCHR 92/PEP 03] Schrader, A., Den Pannen auf der Spur, Office Management o.Jg. (1992) 12, S. 44-46; Pepels, W., Grundzüge des Beschwerdemanagement, in: Helmke, S. und Dangelmaier, W. (Hrsg.), Effektives Customer Relationship Management, 3. Aufl., Wiesbaden 2003, S. 117-131, hier S. 127.
- [SIM 93] Simon, L., Dynamische, situationsbezogene Hypertext-Handbücher für komplexe Tätigkeiten, Sankt Augustin 1993.
- [STA 02] Strauss, B. und Seidel, W., Beschwerdemanagement, 3. Aufl., München-Wien 2002, insbes. S. 537-539.
- [WEW 98] Wewers, T., Zwischenbetrieblich integriertes Workflow-Management – dargestellt am Beispiel von Geschäftsprozessen bei der Sonderabfallentsorgung, Dissertation, Nürnberg 1998.

## 3.8 Finanzsektor

### 3.8.1 Überblick

Im Vergleich zu anderen Funktionsbereichen gibt es im eigentlichen Finanzierungssektor (ohne Rechnungswesen) nur wenige administrative und dispositive Aufgaben, die ganz oder teilweise automatisiert werden können. Als Beispiel beschreiben wir die Finanz- und Liquiditätsdisposition, die Unterstützung des Geld- und Devisenhandels und die Administration von Hauptversammlungen.

In der Finanzabteilung der **Siemens AG** wird ein interaktives System **WERDI** zur Verwaltung und Disposition der Wertpapierbestände eingesetzt [PRE 05]. Neben administrativen Aufgaben (z. B. Überwachung von Fälligkeiten) werden auch Kauf- und Verkaufsdispositionen, etwa mithilfe einer Chartanalyse oder durch Online-Abruf von Informationen aus den **Reuters**-Diensten, vorbereitet.

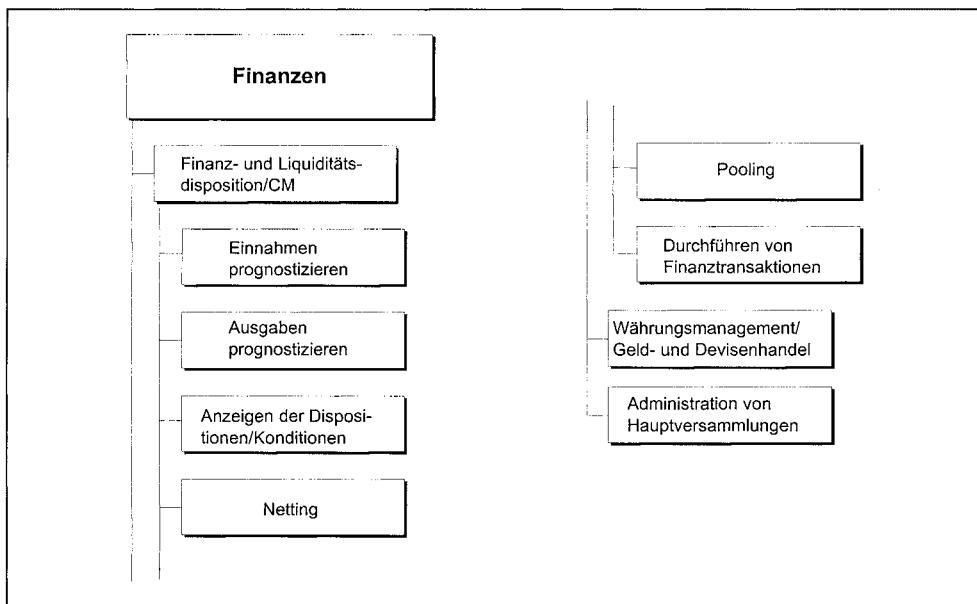


Abb. 3.8.1/1 Teilfunktionsmodell Finanzsektor

### 3.8.2 Finanz- und Liquiditätsdisposition/Cash Management

Vor allem in Hochzinsphasen streben die Industriebetriebe eine Finanz- und Liquiditätsdisposition mit Tagesgenauigkeit (Tagesfinanzstatus) an.

Für die Finanzdisposition stehen in der IIV die folgenden Daten bereit: Absatzplan, Auftragsbestand, Forderungsbestand, Bestand an Verbindlichkeiten, Bestellobligo, Kostenplan, regelmäßig wiederkehrende Zahlungen, wie z. B. Lohn- und Gehaltszahlungen oder Mieten, Investitionsplan. Damit ist eine Basis für die Prognose der Massenzahlungen geschaffen. Die Zusammenhänge auf der **Einnahmenseite** sind in Abbildung 3.8.2/1 oben gezeigt.

Gegebenenfalls kann man diese Kette nach links um die Angebote verlängern, wenn anzunehmen ist, dass jeweils ein bestimmter Teil der Offerten in einer gewissen zeitlichen Ver-

teilung zu Aufträgen führt und sich darauf ein computergestütztes Prognosesystem aufbauen lässt.

Ein Teil der Daten ist deterministischer Natur, und zwar vor allem die Entstehung der Forderungen aus Aufträgen, soweit Soll-Liefertermine gegeben sind. Die übrigen Werte müssen stochastisch vorhergesagt werden. Als Prognoseverfahren für diese stochastischen Größen eignet sich die Technik der Verweilzeitvorhersage. Das Verfahrensprinzip kann man sich an dem folgenden, stark vereinfachten Beispiel klarmachen [LAN 05]:

Wurde festgestellt, dass von 10.000 € Forderungsbetrag durchschnittlich 3.000 € sofort, 5.000 € mit Zielinanspruchnahme von einer Woche, 1.800 € mit Zielinanspruchnahme von zwei Wochen und 200 € nach drei Wochen gezahlt werden, so speichert man diese Relation in dem Verweilzeitvektor (30, 50, 18, 2) (die Elemente des Vektors addieren sich zu 100 Prozent). Mithilfe des Vektors lässt sich nun prognostizieren, wann welche Anteile neuer Debitorenpositionen zu Einzahlungen führen:

Entstehen z. B. zu einem bestimmten Zeitpunkt neue Forderungen in Höhe von 200.000 €, so lautet die Vorhersage: 60.000 € (= 30 Prozent von 200.000 €) werden sofort eingezahlt, 100.000 € nach einer Woche, 36.000 € nach zwei Wochen und 4.000 € nach drei Wochen.

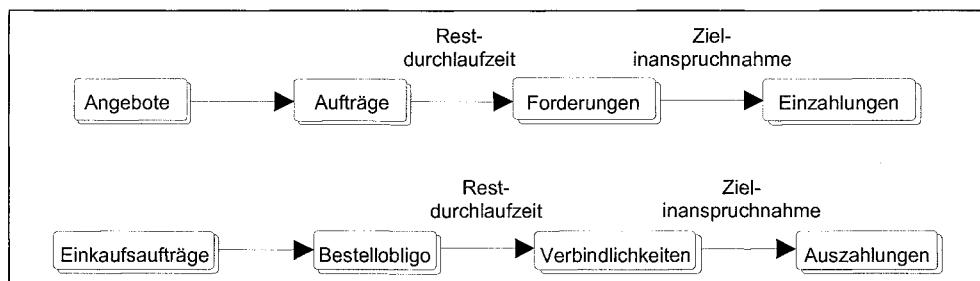
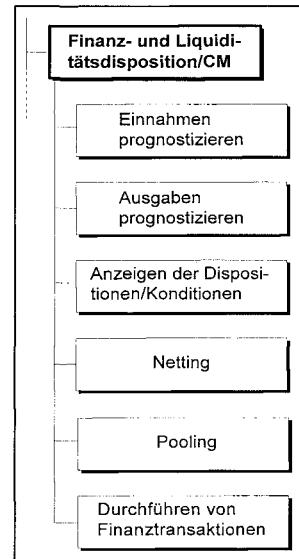


Abb. 3.8.2/1 Zusammenhänge auf der Einnahmen- und Ausgabenseite

Auf der **Ausgabenseite** existiert eine ähnliche Kette (Abbildung 3.8.2/1 unten). Auch diese Kette mag in günstigen Fällen nach links verlängert werden, und zwar dann, wenn im Rahmen der rechnerunterstützten Produktions- und Beschaffungsplanung auch geplante Einkaufsaufträge gespeichert sind. Im Gegensatz zur Einnahmenseite kann man auf der Ausgabenseite mit hinreichender Genauigkeit die Mehrzahl der Daten als deterministisch betrachten, weil die Höhe der Beträge und die Zahlungszeitpunkte meist bekannt sind. Dabei ist allerdings angenommen, dass die Politik der Unternehmung bei der Begleichung von Verbindlichkeiten konstant bleibt, d. h. entweder mit Skonto gezahlt oder generell das Ziel ausgenutzt wird. Im anderen Fall ist der Termin, zu dem die Kreditoren bezahlt werden, als stochastisch zu betrachten. Man wird dann mit einer diskreten Verteilung operieren (z. B. „40 Prozent der Kreditorenwerte werden mit Skonto, 60 Prozent mit Ziel beglichen“).

Im Anschluss an die Liquiditätsprognose ist die Kombination finanzwirtschaftlicher Maßnahmen zu suchen, die unter Berücksichtigung von liquiditätspolitischen Nebenbedingungen den höchsten Gewinn verspricht. Dies kann mit einem Dialogsystem geschehen, wie es beispielsweise Detlefsen in Gestalt von **FIPLA** entwickelt hat [DET 79]. Diesem sind die

Alternativen der Geldaufnahme (z. B. Lieferantenkredit, Kontokorrentkredit, Wechseldiskontkredit, Darlehen, Verkauf von Wertpapieren) und die Alternativen der Geldanlage (z. B. Festgeld, Kauf von Wertpapieren) zuzuführen. Je nach Wunsch des Benutzers berechnet das System automatisch einen Vorschlag zur Geldaufnahme bzw. -anlage oder ermittelt die Konsequenzen von Dispositionsmöglichkeiten, die der Planer selbst zusammenstellt. Beim automatischen Vorschlag versucht das Verfahren, die finanzwirtschaftlichen Maßnahmen nach Termin und Betrag so zu bestimmen, dass die Liquiditätsbestände nach Berücksichtigung einer Sicherheitsreserve an die Nulllinie angenähert werden, jedoch stets mit einem Haben-Saldo. Bei der zweiten Variante wird dem Planer zuerst am Bildschirm der Katalog aller in FIPLA eingebauten finanzwirtschaftlichen Maßnahmen angezeigt. Das System errechnet, sofern es sich um eine Alternative der Geldaufnahme handelt, neben anderem die Kapitalkosten, den frühestmöglichen Rückzahlungstermin sowie die neuen Liquiditätsbestände; geht es um eine Geldanlage-Alternative, so werden unter anderem die absoluten Finanzerträge, die Rendite und die neuen Liquiditätsbestände ermittelt.

In großen Unternehmen wirkt erschwerend, dass sich die Liquiditätsdisposition auf eine größere Zahl von Konten erstrecken muss. Aufgabe des Disponenten („Treasurer“) ist es dann, die Salden auf den verschiedenen Konten so einzustellen, dass die Differenz „Habenzinsen - (Sollzinsen + Gebühren)“ maximiert wird.

Die Liquiditätsplanung ist teilweise Voraussetzung für das **Cash Management (CM)**, weil aus ihr Daten übergeben werden, die man benötigt, um Zahlungsströme auf die richtigen Konten zu dirigieren (die so genannte **Liquiditätsvorschau** mag man als eine kurzfristige Ableitung der Liquiditätsplanung begreifen).

Zahlreiche Banken bieten Dienstleistungen für die Funktion CM an, mit deren Hilfe es möglich wird, die jüngsten Vorgänge auf den diversen Konten auch unterschiedlicher in- und ausländischer Kreditinstitute in geordneter Form in den Rechner des Industriebetriebs zu spielen und auf dem Bildschirm des Finanzdisponenten sichtbar zu machen. Beispiele solcher Informationen sind Saldenbestände (Balance-Report), eventuell getrennt nach verfügbaren (Valuten-)Salden, Saldenentwicklung in den letzten Tagen, Umsatzdetails und Verfügungsrahmen.

Ein CM-System kann über diese Informationsfunktion hinaus unter anderem aus folgenden Modulen bestehen [FRO 91/GEH 97]:

- 1) **Dispositionsmodul**  
Es übernimmt die Konsolidierung von Konten, Leading und Lagging (siehe unten) und erstellt Prognosen. Hierzu benötigt die Komponente neben Informationen über Kontostände auch solche über Devisengeschäfte (Kassa- bzw. Termingeschäfte) und Kredite. In das Modul kann eine kurzfristige Prognose der Zahlungsströme integriert sein.
- 2) **Geldmarktmodul**  
Es zeigt die Tages-, Termin- und Festgelder mit den getroffenen Dispositionen und Konditionen an.
- 3) **Finanzmodul**  
Es realisiert das Netting und Pooling (siehe unten).
- 4) **Transaktionsmodul**  
Hier können automatische Überweisungen angestoßen werden.

Unter **Leading und Lagging** versteht man das Beschleunigen bzw. Verzögern von Zahlungsvorgängen, insbesondere in Konzernen. Ziel dieser Beschleunigungen und Verzöge-

rungen kann es zum einen sein, Geldbeträge an jene Orte zu bringen, wo sie kurzfristig die höchsten Erträge erwirtschaften. Zum anderen mögen so (zu Bilanzstichtagen) steuerliche Gestaltungsspielräume genutzt werden. Schließlich dient Leading und Lagging dem Management von Währungsrisiken; beispielsweise wird der Unternehmensverbund möglichst rasch aus einer abwertungsgefährdeten Währung „fliehen“ [EIS 94, S. 36-37]. Hierdurch entfallen Kurssicherungskosten.

Beim **Netting** melden alle angeschlossenen Unternehmen ihre gegenseitigen Forderungen mit der Angabe von Schuldner, Fälligkeit und Währung einer zentralen Verrechnungsstelle, die die Salden ermittelt. Diese Rechenergebnisse führen dann zu Überweisungen der Unternehmen mit negativen Salden an diejenigen mit positiven. Beim **Pooling** werden kleine Beträge, die auf den verschiedensten Konten verstreut sind, auf wenigen Konten zusammengefasst.

Als Vorarbeit zur interaktiven Disposition kann ein IV-System auf der Grundlage vorgegebener Entscheidungsregeln bestimmte Vorschläge unterbreiten.

Beispiele für solche Entscheidungsregeln sind:

- 1) Stelle den Saldo auf den Konten x, y, z immer sofort auf Null.
- 2) Halte auf den Konten u und v einen „Bodensatz“ von b €.
- 3) Überweise Überschüsse von Konto p auf Konto q und gleiche Soll-Salden auf Konto p durch Überweisungen von den Konten r, s und t (in dieser Reihenfolge) aus.

Derartige Anweisungen können auch bereits dem CM-System der Bank gegeben werden. Das Programm zur Finanz- und Liquiditätsdisposition ist so zu schreiben, dass nach der Disposition der Konten die notwendigen Umbuchungen und Überweisungen durch Eingabe weniger Befehle veranlasst werden. Man kann computergestützt periodisch Ex-post-Analysen der getroffenen Dispositionen durchführen.

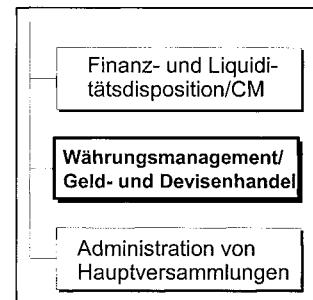
Wichtigste Eingaben:	Umbuchungen, Schecks, Überweisungen, Entscheidungsregeln, Wechselkurse, Zinssätze
Wichtigste Anzeigen und Ausdrucke:	Valutengerechter Bankkontenüberblick (einschließlich Fremdwährungsinformation), Umsätze, offene Devisenpositionen, maschinelle Dispositionsvorschläge, Dispositionsericht, Ex-post-Analysen, Z1-Meldungen an Bundesbank (grenzüberschreitende Zahlungen), Geldanlageinformationen, Wechselobligo
Wichtigste Dialogfunktionen:	Umbuchungen, Simulation von alternativen Dispositionen, Abschätzung der Folgen von Datenänderungen (z. B. Abwertungen)
Nutzeffekte:	Zinsgünstige Anlage liquider Mittel, Vermeiden von unnötigen Kontoüberziehungen, Ausnutzung von Wechselkursgefällen, Hinweise auf Währungsrisiken/bessere Absicherung gegen Währungsrisiken, Vermeiden von Fernschreib- und Telefonkosten, Reduzierung der „Bodensatzsalden“ auf den Unternehmenskonten, Optimierung des Anlagen- und Kreditportfolios, Verbesserung der konzerninternen Transaktionen, Transparenz von Eventualverpflichtungen

Abb. 3.8.2/2 Finanz- und Liquiditätsdisposition/Cash Management

Es wird zuweilen befürchtet, dass die Nutzung eines CM-Systems den Industriebetrieb in zu starke Abhängigkeit von der anbietenden Bank bringen könnte. Bedient man sich andererseits verschiedener CM-Angebote, so müsste der Finanzdisponent mehrere Programme an seinem Arbeitsplatz benutzen. Es bietet sich dann an, die Informationen aus den unterschiedlichen Quellen auf einem „Finanzleitstand“ oder „Liquiditätsleitstand“ zusammenzustellen. Das CM geht dann in das Währungsmanagement und in den rechnergestützten Geld- und Devisenhandel (siehe Abschnitt 3.8.3) über.

### 3.8.3 Währungsmanagement/Geld- und Devisenhandel

In international operierenden Großunternehmen sind oft spezielle Abteilungen eingerichtet, die einerseits einen beachtlichen Überblick über Forderungen, Verbindlichkeiten und Währungskurse im internationalen Raum benötigen und andererseits sehr kurzfristig (um-)disponieren müssen. Internationale Konzerne unterhalten häufig mehrere hundert Bankbeziehungen, in denen Geschäfte in zahlreichen Währungen abgewickelt werden [OV 00]. Gleichzeitig fallen viele leicht formalisierbare Verwaltungstätigkeiten an, wie z. B. das Versenden von Bestätigungen. Schließlich verlangt das mit den internationalen Transaktionen verbundene Risiko nicht zuletzt aufgrund des Gesetzes zur **Kontrolle und Transparenz im Unternehmensbereich (KonTraG)** eine stringente Terminüberwachung und die Aufbereitung von Informationen für die Kontrolle, ob Unternehmensleitlinien zu den Finanztransaktionen eingehalten wurden bzw. „Schieflagen“ drohen. Das Währungsmanagement muss mit der Finanz- und Liquiditätsdisposition gut integriert sein, denn Devisengeschäfte haben immer auch Folgen für die Liquiditätssituation. Ein geschlossenes IV-System kann diese Anforderungen gut erfüllen. Im **SAP-System** sind diese Administrations- und Dispositionsfunktionen auf die Module **FI** (Financial Accounting), **TR** (Treasury) und **MRM** (Market Risk Management) verteilt.



Zur Kursabsicherung stehen verschiedene Instrumente zur Verfügung, wie z. B. Devisentermingeschäfte, Forderungsverkauf und/oder Kreditaufnahme bzw. Geldaufnahme in Fremdwährungen [ADA 01/WEY 01].

Wichtigste Eingaben:	Spotkurse, Swapsätze, Terminkurse, Interbankenzinssätze, Währungskurse, Marktinformationen, Parameter zur Durchführung von Finanztransaktionen (z. B. Limits, Toleranzgrenzen)
Wichtigste Anzeigen und Ausdrucke:	Bestätigungen, Auftragspapiere, Fälligkeitstermine und -informationen, Hinweise bei Überschreiten von Toleranzgrenzen, Übersichten über Forderungen und Verbindlichkeiten
Wichtigste Dialogfunktionen:	Umbuchungen, Alternativrechnungen (Termin-/Kassakurse)
Nutzeffekte:	Ausnutzung von Wechselkursgefällen (Arbitragechancen), Absicherung gegen Währungsrisiken, Optimierung von Finanztransaktionen, Reduktion des Verwaltungsaufwands

Abb. 3.8.3/1 Geld- und Devisenhandel

Die folgenden praktischen Beispiele zeigen, wie eine zentrale Tagesfinanzdisposition und der Devisenhandel miteinander verbunden werden können.

#### PRAKTISCHE BEISPIELE

- 1) Die **Solvay S.A.** ist ein multinationaler **Chemiekonzern** mit Hauptsitz in Brüssel und 300 Niederlassungen sowie Tochtergesellschaften in aller Welt [LEB 05].

Um die weltweiten Zahlungsströme zentral zu steuern und so die Risiken internationaler Geschäfte besser zu beherrschen, wurde die **Solvay-CICC** (**Coordination Internationale des Crédits Commerciaux**) gegründet. Sie wirkt gegenüber den anderen Tochtergesellschaften wie eine Bank bzw. wie ein Factoring-Institut und trägt dazu bei, Risiken infolge von Wechselkursschwankungen, schlechtem Zahlungsverhalten der internationalen

Kunden oder politischer Veränderungen (Devisensperren, Handelsrestriktionen, Unruhen etc.) zu mindern.

Zu diesem Zweck wurde eine zentrale Datenbank geschaffen, in der man alle internationalen Geschäftsvorfälle erfasst. Die einzelnen Niederlassungen bzw. Tochtergesellschaften sind über ein weltweites Netzwerk angeschlossen. Die beteiligten Gesellschaften und die Devisenhändler von Solvay-CICC können auf die aktuellen Datenbestände zugreifen und sie auswerten. Beispielsweise stellt das System alle Forderungen und Verbindlichkeiten an Kunden/Lieferanten in einem bestimmten Land und/oder in einem bestimmten Währungsgebiet einander gegenüber. Übersteigt der Soll- oder der Haben-Saldo eine parametrisierte Grenze und wird so eine erhebliche Risikoballung angezeigt, dann muss der Devisenhändler sofort ein Kurssicherungsgeschäft eingehen. Umgekehrt kann er ein solches Geschäft kündigen, wenn der Saldo durch neue Forderungen, Verbindlichkeiten oder Zahlungen zurückgeht. Zur Aufbereitung der Informationen und zur Vorbereitung der Dispositionen setzt man auch Entscheidungstabellen ein.

- 2) Die Finanzabteilung der **BMW Group** entwickelte ein **Integriertes Cash-Management-System (ICMS)** zur Planung, Disposition, Abwicklung, Überwachung und Analyse aller Geldgeschäfte [GSC 93/WEI 05]. Die Teilsysteme sind mit Programmen zum Electronic Banking und zur Buchhaltung verknüpft. Abbildung 3.8.3/2 vermittelt einen Eindruck von den Modulen und ihren Beziehungen.

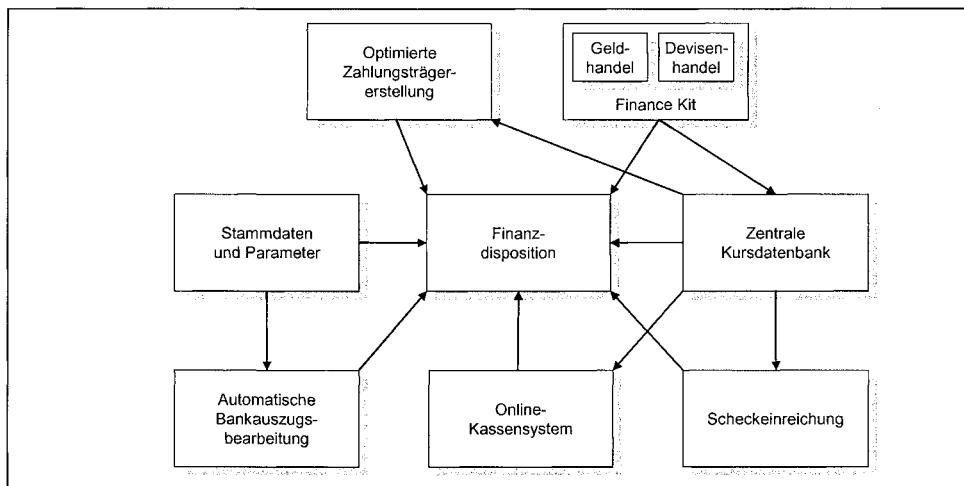


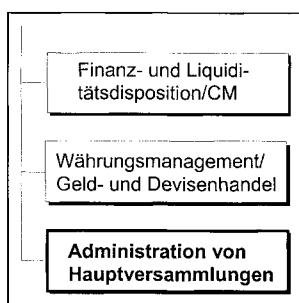
Abb. 3.8.3/2 Integriertes Cash-Management-System

Im Mittelpunkt steht die Finanzdisposition, die Zahlungsvorgänge in allen vorkommenden Währungen disponiert und Berichte, z. B. zum Finanzstatus oder zu den Umsätzen mit diversen Bankpartnern, ausgibt. Ein anderes Modul verwaltet Stammdaten und Parametertabellen. Die Automatische Bankauszugsbearbeitung übernimmt die per DFÜ erhaltenen Bankauszugsdaten, prüft diese und bucht automatisch Spesen und Kursdifferenzen. In dem als Standardsoftware zugekauften Modul **Finance Kit** der **Trema Group** werden unter anderem Tages- und Monatsgelder, Zins-Swaps und andere Finanzinstrumente administriert. Das System meldet Fälligkeiten und gibt über Bestände und Ergebnisse Auskunft. In ähnlicher Weise wickelt das Finance Kit weitgehend automatisch alle Devisengeschäfte ab, stellt diese zusammenhängend, d. h. auch ein-

schließlich der Absicherungen, dar, prüft Limits und präsentiert Fach- und Führungskräften das Risiko. In der zentralen Kursdatenbank hält die BMW Group Devisen- und Sortenkurse, die per DFÜ eingetroffen sind. Eingangsschecks werden im Baustein Scheckeinreichung erfasst, verwaltet und nach verschiedenen Kriterien aufgelistet. Die „Optimierte Zahlungsträgererstellung“ sucht nach günstigen Zahlungswegen, -zeitpunkten und -arten. Die vom System präsentierten Zahlungsvorschläge können persönlich online bearbeitet werden. Schecks werden auf Papier ausgegeben, alle sonstigen Zahlungen fernübertragen. Das Online-Kassensystem erlaubt es, Bargeld- und Scheckbestände jederzeit zentral abzurufen.

Das System hat erhebliche Nutzeffekte gebracht, unter anderem in Gestalt von Valutagewinnen, Optimierungseffekten bei der Kontodisposition, selektiver Ausnutzung von Konditionen und Steigerung der Personalproduktivität im Finanzbereich; die detaillierten Führungsinformationen verbesserten die Verhandlungsposition gegenüber Banken.

### 3.8.4 Administration von Hauptversammlungen



Nicht zu unterschätzende administrative Aufgaben treten bei Hauptversammlungen (HV) großer Aktiengesellschaften auf.

#### PRAKTISCHES BEISPIEL

Die **MAN AG** entwickelte mit HV 2000 ein patentiertes EDV-Verfahren, das bei HV der MAN und anderer größerer Aktiengesellschaften eingesetzt wird [KRE 94/KRE 07].

Zentrales Instrument ist eine kombinierte Eintritts- und Stimmkarte, welche die Aktionäre über ihre Bank erhalten. Hierzu bedienen sich inzwischen die meisten Kreditinstitute des Systems **DamBa** (**Datenaustausch mit Banken**). Die

Bank erfass in diesem System Informationen wie Name, Wohnort, Nominalwert der Aktien und Kapital sowie Aktiengattung und die Angabe, ob es sich um Eigen-, Fremd- oder Vollmachtbesitz handelt. Die Banken senden anschließend die auf Papier ausgedruckten, normierten und um Gesellschaftsangaben ergänzten Eintritts-/Stimmkarten an die Aktionäre. Die Gesellschaft selbst erhält zur Vorbereitung ihrer HV diese Aktionärsdaten von den einzelnen Kreditinstituten durch elektronische Übertragung und erstellt daraus eine Liste der angemeldeten Teilnehmer. Die Eintritts-/Stimmkarte ist mit einer sowohl als Barcode als auch in Klarschrift aufgedruckten Identnummer versehen. Kommt ein Aktionär zur HV, so wird seine Eintritts-/Stimmkarte eingelesen und der Aktionär auf „präsent“ gesetzt. Das Verlassen der HV wird ebenfalls über diesen Barcode registriert, sodass ab diesem Zeitpunkt das Kapital des Aktionärs nicht mehr vertreten ist.

Die Präsenz wird nach dem Druck des Teilnehmerverzeichnisses fortlaufend ergänzt und ist somit jederzeit aktuell. Bei Abstimmungen erfassen Stimmenzähler mit mobilen Funkterminals die „Nein“-Stimmen bzw. „Enthaltungen“ (nach dem Subtraktionsverfahren gelten die übrigen Stimmen als „Ja“-Stimmen). Den gesetzlich geforderten Stimmab schluss von Vertretern des Vorstands oder des Aufsichtsrats bei bestimmten Tagesordnungspunkten berücksichtigt das System automatisch. Maximal 30 Sekunden nach Abstimmungsende liegt dem Versammlungsleiter das Ergebnis vor.

Die Abstimmung wird von einem PC neben dem Notarplatz im Versammlungsraum gesteuert. Parameter determinieren jeweils ihre Art, z. B. die erforderliche Mehrheit, die stimmberechtigte Aktienart und eventuelle Ausschlusskriterien. Bei Start und Ende einer Abstim-

mung hält der Rechner die Präsenz fest und aktiviert bzw. deaktiviert die Terminals. Bis zu 30 solcher Geräte senden die Daten an den PC. Auf Wunsch kann eine detaillierte Abstimmungsliste ausgegeben werden. Dies gewährleistet eine komplette schriftliche Dokumentation der HV. Die Ausgabe des aktuell vertretenen Kapitals und der Abstimmungsergebnisse ist auch in optischer Form, z. B. über Video-Großbild-Projektion, möglich.

Es liegt nahe, den Einsatz des Internets zu prüfen („**Virtuelle Hauptversammlung**“). Eine einfache Möglichkeit besteht darin, die Versammlung im WWW in Echtzeit zu übertragen – ganz oder in Ausschnitten – oder zumindest Vorträge und Präsentationen nach der Versammlung als Video-on-Demand zur Verfügung zu halten. Unternehmen können ihre Aktionäre zusätzlich zur Veröffentlichung im Bundesanzeiger per E-Mail benachrichtigen und so auf den teuren postalischen Versand der HV-Einladungen verzichten. Erlaubt ist auch, dass ein Aktionär sein Votum zu einzelnen Abstimmungen noch während der HV über das Internet abgibt. Bei der **DaimlerChrysler AG** registriert er sich hierzu auf einer von der Gesellschaft eingerichteten Website. Wenn einem Anteilseigner z. B. die Rede des Vorstandsvorsitzenden nicht gefallen hat, mag er dies zum Anlass nehmen, den Vorschlag für die Dividende abzulehnen. Eine solche Lösung gestattet es vor allem internationalen Anlegern, sich an Abstimmungen zu beteiligen. Bei Aktiengesellschaften, die eine derartige Organisation schon haben, zeigt sich, dass die seit Jahren zu beobachtende rückläufige physische Präsenz auf den HV durch Teilnahme über das Internet kompensiert werden kann. Das Verfahren setzt erhebliche Sorgfalt bei dem Aufbau des Kommunikationssystems voraus, denn wenn es in dem Moment zusammenbricht, in dem der Aktionär dem Stimmrechtsvertreter eine Weisung erteilen will, könnte ein Anfechtungsgrund gegeben sein [MAT 01].

Es drängt sich der Gedanke auf, die HV ausschließlich im Internet, also nicht mehr in einem realen Raum, stattfinden zu lassen. Dies ist nach deutschem Recht (Stand 2007) nicht möglich [KEU 02]. Jedoch ist eine EU-Richtlinie zu erwarten, die es den Unternehmen freistellen wird, in ihrer Satzung die Organisation von HV zu gestalten („Wettbewerb der Hauptversammlungs-Kulturen“).

Wichtigste Eingaben:	Teilnehmerdaten
Wichtigste Anzeigen und Ausdrucke:	Hinterlegungsbescheinigungen/Eintrittskarten, Anwesenheitslisten, aktuelle Präsenz, Statistiken, Stimmkarten, Protokolle
Wichtigste Dialogfunktionen:	
Nutzeffekte:	Rationalisierung der HV-Abwicklung

Abb. 3.8.4/1 Verwaltung von Hauptversammlungen

### 3.8.5 Anmerkungen zu Abschnitt 3.8

- [ADA 01/WEY 01] Adam-Müller, A. und Franke, G., Währungsmanagement, in: Gerke, W. und Steiner, M. (Hrsg.), Handwörterbuch des Bank- und Finanzwesens, 3. Aufl., Stuttgart 2001, S. 2179-2193; Weyel, W., Devisenhandel, in: Gerke, W. und Steiner, M. (Hrsg.), Handwörterbuch des Bank- und Finanzwesens, 3. Aufl., Stuttgart 2001, S. 541-551.
- [DET 79] Detlefsen, K., Computerunterstützte kurzfristige Finanzplanung in Industrieunternehmen, München 1979.
- [EIS 94] Eistert, T., Cash Management Systeme – Funktionen, Strategien, Marktüberblick, Wien 1994.
- [FRO 91/GEH 97] Frotzler, F.X., Cash-Management, Wien 1991, S. 175; Gehrke, N., Nitsche, M., und Specht, O., Informationssysteme im Rechnungswesen und der Finanzwirtschaft, Ludwigshafen 1997, S. 168-196.

- [GSC 93/WEI 05] Gschaidner, H. und Fürgut, D., Das Cash-Management-System der BMW AG automatisiert den Zahlungsverkehr, *Information Management* 8 (1993) 4, S. 79-80; persönliche Auskunft von Herrn C. Weinert, BMW Group.
- [KRE 94/KRE 07] Kretzschmar, M. und Rottach, S., HV 2000: Ein modernes EDV-Verfahren zur Unterstützung von Hauptversammlungen größerer Aktiengesellschaften, *WIRTSCHAFTSINFORMATIK* 36 (1994) 2, S. 107-116; persönliche Auskunft von Herrn M. Kretzschmar, MAN AG.
- [KEU 02] Keunecke, U., Das Große wagen – die erste Internet-Hauptversammlung Deutschlands, in: Zetzsche, D. (Hrsg.), *Die Virtuelle Hauptversammlung*, Berlin 2002, S. 263-276, hier S. 265.
- [LAN 05] Eine genauere Beschreibung des Prognoseverfahrens findet sich bei: Langen, H. und Weinthaler, F., Prognose mit Hilfe von Verweilzeitverteilungen, in: Mertens, P. und Rässler, S. (Hrsg.), *Prognoserechnung*, 6. Aufl., Heidelberg 2005, S. 77-90.
- [LEB 05] Persönliche Auskunft von Herrn B. Lebacq, Solvay Deutschland GmbH.
- [MAT 01] Mattauch, C., Weniger dumme Fragen, *Wirtschaftswoche* 55 (2001) 17, S. 112-114.
- [OV 00] O.V., Währungsrisiken werden häufig unterschätzt, *Frankfurter Allgemeine Zeitung* vom 2000-12-04.
- [PRE 05] Persönliche Auskunft von Herrn H. Preßl, Siemens AG.

## 3.9 Sektor Rechnungswesen

### 3.9.1 Überblick

Im Sektor Rechnungswesen ist zunächst zwischen den Programmen für die Kosten- und Leistungsrechnung und denen für die Buchhaltung zu unterscheiden. Einen Prozessschritt vor der Buchhaltung liegt die Lieferantenrechnungskontrolle.

Klammert man die Kostenplanung als Gegenstand des zweiten Bandes aus, so verbleiben als Hauptanwendungsgebiete der IV bei der Kosten- und Leistungsrechnung die Kostenstellen- bzw. Betriebsabrechnung, die Kostenträgerrechnung (Vor-/Nachkalkulation) sowie die Betriebsergebnisrechnung. Die Kostenarten „rechnung“ ist weniger eine Rechnung im engeren Sinn; vielmehr handelt es sich im Kern um eine Klassifikation, die sich in der Organisation der Datenhaltung niederschlägt. Deshalb haben wir ihr hier keinen eigenen Abschnitt gewidmet.

Die **Buchhaltungsprogramme** stellen die Daten der Kostenarten zur Verfügung, mit deren Hilfe das **Kostenstellenrechnungsprogramm** die Betriebsabrechnung aufbauen kann.

Die zum Fertigungssektor gehörenden Stammdaten geben gleichzeitig das Mengengerüst für die elektronische **Vorkalkulation** ab. Dieses Mengengerüst wird mithilfe der in der Betriebsabrechnung ermittelten Durchschnittssätze (Lohn-, Maschinenstunden- und Gemeinkostensätze) und der in der Materialbewertung (vgl. Abschnitt 3.4.2) gebildeten Größen bewertet. Durch Addition der Einzelpositionen gelangt das Vorkalkulationsprogramm zu einem Vorkalkulationswert für die Einzelteile, Baugruppen und Enderzeugnisse.

Die automatische **Nachkalkulation** von Produkten und Dienstleistungen geht in der Regel von den Ist-Werten für den Arbeitszeit- und Materialverbrauch aus, wie sie mithilfe der BDE/MDE/PDE (vgl. Abschnitt 3.5.2.9.1) gemeldet werden, und bewertet die Ist-Mengen mit den Ansätzen aus der letzten Betriebsabrechnung bzw. der Materialbewertung. Eine Sonderform der Nachkalkulation ist die **Prozesskostenrechnung** (Nachkalkulation von Prozessen).

Durch Gegenüberstellung von Informationen aus der Fakturierung und aus der Kostenstellen- bzw. Kostenträgerrechnung wird die **Betriebsergebnisrechnung** vorbereitet. Die für sie charakteristische Betrachtung verschiedener Objekte (z. B. Kunden, Regionen, Artikelhauptgruppen, Auftragsgrößen) lässt sich mithilfe der IV relativ rationell erreichen.

Für die Zukunft ist zu erwarten, dass die einzelnen Kostenrechnungsverfahren immer mehr integriert und mit Daten- und Methodenbanken verbunden werden. Hierüber wird im zweiten Band berichtet.

Besondere Herausforderungen ergeben sich in **internationalen** Konzernen dadurch, dass Teilsysteme für die Niederlassungen und Tochtergesellschaften verbunden werden müssen, die nach unterschiedlichen Rechtsvorschriften, Währungen und Sprachen ausgerichtet sind [TEU 00].

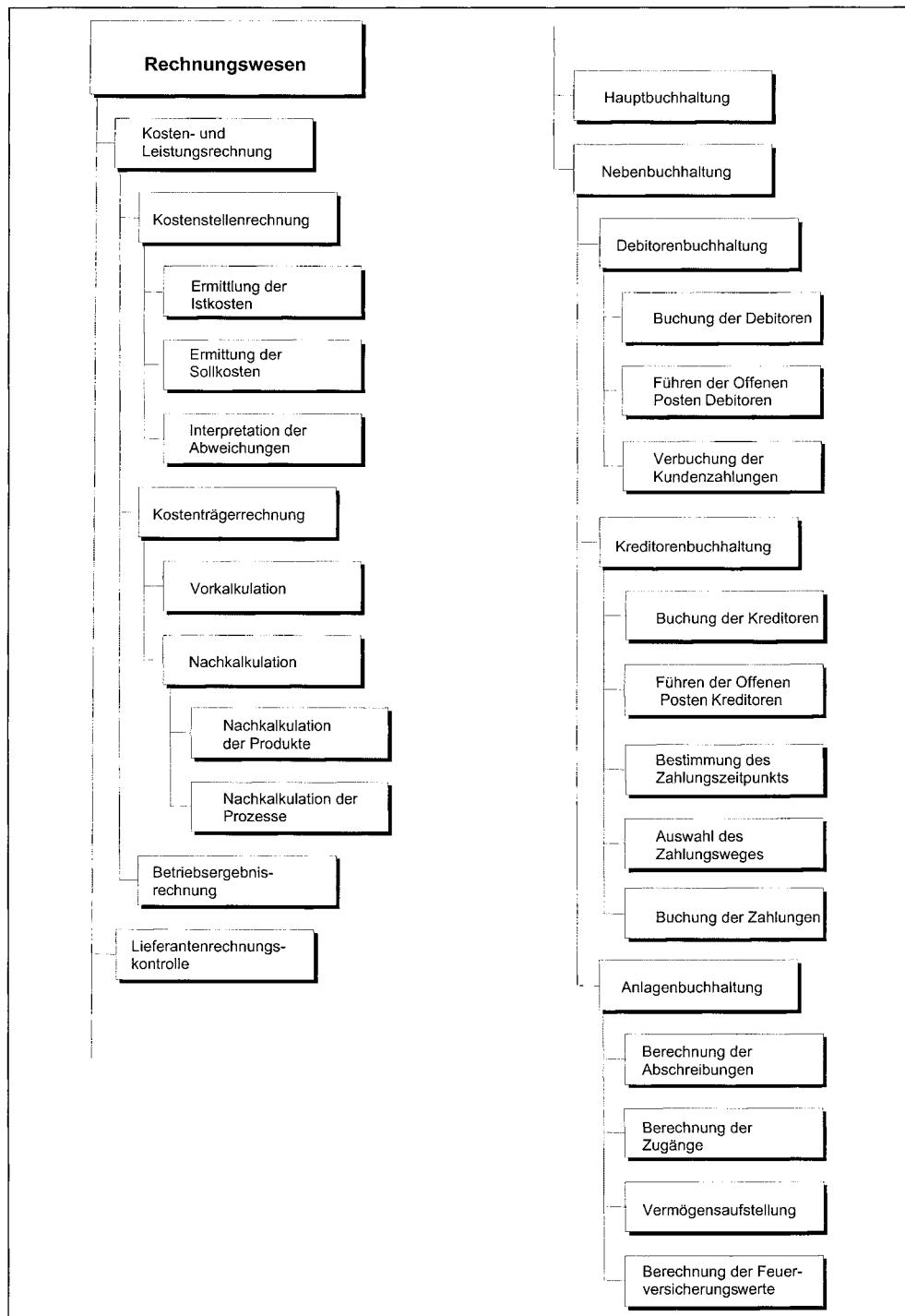


Abb. 3.9.1/1

Teilfunktionsmodell des Sektors Rechnungswesen

### 3.9.2 Kosten- und Leistungsrechnung

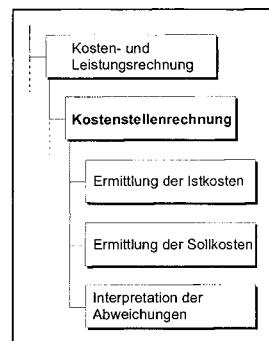
#### 3.9.2.1 Vorbemerkung

Erst die IIV gibt die Möglichkeit zur raschen und wirtschaftlichen Realisierung moderner Kostenrechnungsverfahren, denn in integrierten Systemen erhalten die Kostenrechnungsprogramme einen sehr großen Teil der Eingabedaten in maschinell lesbbarer Form. Auch die in verschiedenen Versionen angebotenen Geräte, die die automatische Bereitstellung von Input-Daten für die Kosten- und Leistungsrechnung auf maschinell lesbaren Datenträgern erleichtern, z. B. Telefonvermittlungsanlagen mit Datenträgerausgabe oder Maschinen zur Auswertung von Fahrtenschreibern (vgl. Abschnitt 3.6.5), begünstigen die Realisierung eleganter Kostenrechnungssysteme.

#### 3.9.2.2 Kostenstellenrechnung

Besonderheiten einer Kostenstellenrechnung, die Teil einer IIV ist, sind:

- 1) Es ist relativ leicht möglich, eine große Zahl von Kostenstellen zu definieren, z. B. um recht differenzierte **Arbeitsplatzkosten- und Maschinenstundensatzrechnungen** durchzuführen. Die Maschinenlaufzeiten können durch Integration mit den Programmen des Produktionssektors vergleichsweise genau und rationell ermittelt werden.
- 2) Den Istkosten kann man automatisch bestimmte Sollkosten gegenüberstellen. Im Rahmen einer IIV sind dabei zwei Varianten denkbar:
  - a) Die Sollkosten ergeben sich durch Multiplikation der Ist-Zeiten mit Soll-Preisen, z. B. Maschinenstundensätzen. In diesem Fall bezieht das Programm die Ist-Zeiten beispielsweise aus der MDE (vgl. Abschnitt 3.5.2.9.1).
  - b) Die Sollkosten entstehen durch Multiplikation der auf einer Fertigungsstufe abgelieferten Ist-Mengen mit deren Kalkulationselementen. Die abgelieferten Ist-Mengen entnimmt das Programm den im Rahmen der Materialbewertung und der Lagerbestandsführung eingelesenen Materialablieferungsdaten. Die Kalkulationselemente sind dieselben, die vom Vorkalkulationsprogramm benutzt werden. Die Sollkosten lassen sich in die Anteile einzelner Kostenarten oder Kostenartengruppen aufsplitten, z. B., indem die Vorkalkulationselemente sehr differenziert gespeichert werden. Man mag die Sollkosten auch als „Gutschriften“ und daran anschließend die Differenz zwischen Gutschriften und Istkosten als „Bereichserfolg“ auffassen (vgl. die Interpretation im zweiten Band).
- 3) Neben den Kostenabweichungen kann das IV-System auch Abweichungen der Verbrauchsmengen und der Leistungen ermitteln und so Hinweise zur Interpretation der Differenzen liefern. Auch hierauf wird im zweiten Band eingegangen.

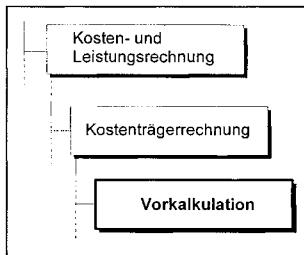


Wichtigste Eingaben:	
Wichtigste Anzeigen und Ausdrucke:	Betriebsabrechnung (Bereichserfolgsrechnung), Nachweis von Umlagen
Wichtigste Dialogfunktionen:	
Nutzeffekte:	Genaue, relativ verursachungsgerechte Kostenverteilung, Rationalisierung und Beschleunigung der Kostenrechnung

Abb. 3.9.2.2/1 Kostenstellenrechnung

### 3.9.2.3 Kostenträgerrechnung

#### 3.9.2.3.1 Vorkalkulation



Zur Vorkalkulation stehen im Rahmen einer integrierten Konzeption drei Datenbestände zur Verfügung:

- 1) Materialstämme
- 2) Erzeugnisstrukturen (z. B. Stücklisten)
- 3) Arbeitspläne mit den Arbeitsgängen, den zu benutzenden Betriebsmitteln und den zugehörigen Zeiten

Wegen der Produktionsplanungsprogramme müssen diese Dateien zwangsläufig stets auf dem neuesten Stand gehalten werden – ein Vorteil, der aus der Sicht der exakten Kalkulation hoch zu bewerten ist.

Das hier vorzustellende Programm benutzt die Vorarbeit des Programms Kostenstellenrechnung, das die jeweils neuesten Istkosten pro Leistungseinheit (z. B. pro Fertigungsminute) ex post ermittelt.

Unter Benutzung dieses Ansatzes durchwandert das System die Erzeugnisstruktur „von unten nach oben“, vom Rohstoff- und Fremdbezugsteil zum Fertigerzeugnis, und fügt Bauteil für Bauteil zusammen.

Auf dem Weg zum Vorkalkulationswert des Enderzeugnisses werden auch die Vorkalkulationswerte der Zwischenprodukte (Baugruppen) gewonnen und gespeichert.

Vielfach, z. B. bei **Walzwerkprodukten**, bei denen keine diskreten Erzeugnisse definiert, sondern in fast stetiger Form alle möglichen Abmessungen und Legierungen bestellt werden können, ordnet man diesen Erzeugnissen deskriptive Schlüssel zu. Das Programm analysiert die Schlüssel und verzweigt in Abhängigkeit von ihren Elementen in **Tabellen**, in denen die Vorkalkulationswerte und/oder einfache Rechenvorschriften zu finden sind. Ein Beispiel findet sich bei Distler [DIS 77]. Um die Tabellenwerte zu gewinnen, müssen Komponenten mit ähnlichen Kosten zusammengeführt werden. Dies geschieht z. B. mithilfe der Clusteranalyse (siehe unten). Zur Eingabe der Erzeugnisbeschreibung und der Kalkulationsparameter (z. B. alternative Auftragsgröße, Versandart) kann ein Dialogsystem dem menschlichen Kalkulator am Bildschirm spezielle Fragen stellen. Diese Kalkulationsmethode hat den Nachteil, dass der Änderungsdienst nicht einfach ist.

Eine dritte Möglichkeit besteht darin, auch die Tabellen zu vermeiden und stattdessen mithilfe der **Regressionsrechnung** aus Kenngrößen des Produkts Vorkalkulationswerte abzuleiten. Dieses Verfahren verlangt die sorgfältigsten Vorbereitungsarbeiten, hat aber den Vorteil eines geringen Speicherbedarfs und eines nicht so aufwändigen Änderungsdienstes wie bei der Lösung mithilfe von Tabellen. Es ist dort empfehlenswert, wo sehr viele Kalkulatio-

nen erforderlich sind und viele Einflussgrößen wirken, aber nur begrenzte Genauigkeit gefordert wird [REC 97].

Wichtigste Eingaben:	Beschreibung vorzukalkulierender Erzeugnisse, fiktive Kostengüterpreise
Wichtigste Anzeigen und Ausdrucke:	Vorkalkulation
Wichtigste Dialogfunktionen:	Variation von Ansätzen mit Anzeige der Wirkung auf Gesamtkosten
Nutzeffekte:	Rationalisierung der Kalkulation, schnelle und vollständige Kalkulation mithilfe der neuesten Grunddaten, rasche Analyse der Auswirkung von Änderungen der Kostengüterpreise

Abb. 3.9.2.3.1/1 Vorkalkulation

Wir wollen das Prinzip sowohl des Tabellenverfahrens als auch der Regressionsmethode an einem Beispiel zeigen, in dem beide Vorgehensweisen vereint sind [WID 62]. Es sollen die Herstellkosten eines pneumatischen Transportsystems gemäß Abbildung 3.9.2.3.1/2 berechnet werden. Für die Kosten der Baugruppen Gebläse, Motor, Schleusen und Abscheider sind (hier nicht abgebildete) Tabellen angelegt. Dort findet das Anwendungssystem einen Kostenbetrag in Abhängigkeit von der Größe bzw. Leistung (z. B. Fördermenge pro Zeiteinheit) des Teilaggregats.

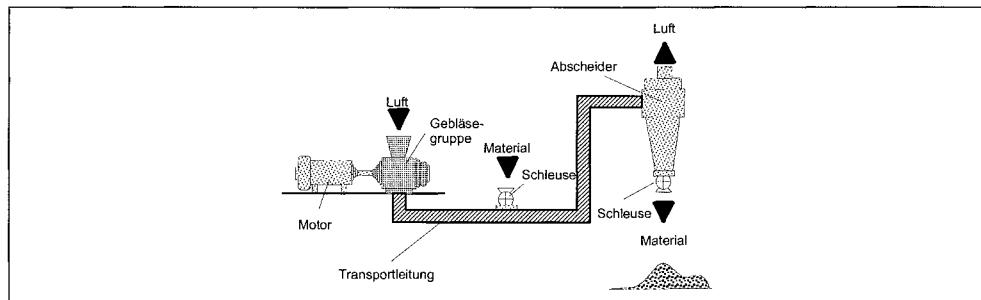


Abb. 3.9.2.3.1/2 Pneumatischer Transport (schematische Skizze)

Im Gegensatz dazu wird die Baugruppe Leitung nicht über Tabellen, sondern mithilfe der Regressionsrechnung kalkuliert. Die Leitung kann im Detail erst bei der endgültigen Konstruktion angelegt werden. Im Angebotsstadium ist daher die Genauigkeit der Kalkulation begrenzt, somit kann man die Regressionsrechnung ohne unzumutbare Informationsverluste heranziehen.

Es zeigte sich im praktischen Fall, dass die Regressionsfunktion

$$k_L = f(D, s) \text{ mit}$$

$k_L$  = Kosten pro Meter Leitungslänge

D = Leitungsdurchmesser

s = Wandstärke

brauchbare Ergebnisse brachte. Die Koeffizienten der Funktion wurden mithilfe der technischen Unterlagen sowie der Nachkalkulationsdaten bereits ausgeführter Anlagen bestimmt.

Ein wichtiger Schritt bei der Ermittlung einer geeigneten Regressionsfunktion ist die Parametrisierung der Einflussfaktoren. Relativ unproblematisch ist die Festlegung der quantitativen Wirkungsgrößen, wie z. B. der Werte D und s in der obigen Beziehung oder in der Mö-

**belindustrie** der Schleiflänge in mm und der Anzahl der Bohrlöcher. Hilfslösungen muss man hingegen für die qualitativen Einflussgrößen finden, wie für die Form des Schleifgegenstands (gerade, leicht oder stark geschweift). Zu deren Quantifizierung gibt es die Möglichkeit, für jede Ausprägung den Mittelwert der beobachteten Fertigungszeit über eine Versuchsserie hinweg zu bestimmen. Unter der Voraussetzung, dass die so errechneten Mittelwerte signifikant voneinander abweichen, werden sie stellvertretend für die ursprünglichen Merkmalsausprägungen in den Regressionsansatz eingebracht.

Große Kalkulationsverfahren wie das oben beschriebene wurden bisher verhältnismäßig unsystematisch für sehr unterschiedliche Objekte entwickelt. Infolgedessen gibt es Methoden, die an geometrische Formen (z. B. rotationssymmetrische Teile) oder an Technologien gebunden sind. Einen Überblick und Hinweise auf Spezialliteratur erhält man bei Gröner [GRÖ 93].

Eine vierte Möglichkeit ist die **Suchkalkulation**. Dabei werden die Kosten des zu kalkulierenden Teils durch Zugriff auf die Kosten vorhandener, gespeicherter Teile ermittelt. Falls der Kalkulationsgegenstand noch nicht vorhanden ist, sucht das Verfahren nach den Kosten für ein ähnliches Objekt. Dazu ist die Ähnlichkeitsbestimmung in einem mehrdimensionalen Merkmalsraum geeignet. Bei der Recherche über **Absolutmaße** werden für alle zur Suche herangezogenen Deskriptoren gültige Wertebereiche angegeben (z. B. Länge zwischen 100 und 200 mm) und logisch (und, oder, nicht) verknüpft. Die entsprechenden Vergleiche können über konventionelle Datenverwaltungssysteme durchgeführt werden. Bei der Objektsuche über **Relativmaße** betrachtet man nicht die absoluten Merkmalsausprägungen, sondern deren Verhältnisse zueinander. So kann man z. B. geometrisch ähnliche, aber unterschiedlich große Teile finden. Von ihnen wird über Kostenfunktionen, die mit Regressionsrechnungen ermittelt wurden, auf das aktuelle Produkt hochgerechnet. Bei der Suche über **Distanzmaße** berechnet das System den Abstand des aktuellen Objekts zu allen Gegenständen im Merkmalsraum. Hierzu kann man beispielsweise die aus der Clusteranalyse bekannten Maße verwenden. Im einfachsten Fall wird das Teil mit dem geringsten Abstand zum Kalkulationsobjekt als das ähnlichste angesehen; seine Kosten werden ohne Rücksicht auf den Abstand als Prognosewert für den Kalkulationsgegenstand benutzt. Es lassen sich aber auch mehrere ähnliche Objekte der Datenbasis heranziehen und die Kosten für den Kalkulationsgegenstand aus den Kosten dieser Nachbarobjekte interpolieren.

Einen guten Überblick über Verfahren der rechnergestützten Suchkalkulation vermittelt Kiewert [KIE 90].

Die Kalkulation alternativer Produkte wurde zur Kostenermittlung alternativer **Kombinationen** von Produkten und Prozessen weiterentwickelt. Hierzu gibt es Dialogsysteme [EIS 90], die Fertigungsprozessoptionen über Menüs anbieten und nach der Auswahl die zugehörigen Standardkosten aggregieren.

Auch mit **Case-Based Reasoning** (vgl. Abschnitt 3.2.2.3) werden neue Fälle auf bekannte und gespeicherte zurückgeführt. Inhaltlich wird im Wesentlichen das Gleiche angestrebt wie bei der Suchkalkulation, die Algorithmen unterscheiden sich jedoch zum Teil stark. Beispiele zu Kostenschätzungen und zu Preisforderungen mit CBR finden sich bei [BRO 94/MEY 01], [BUT 05].

Die Vorkalkulationswerte können im Rahmen der IIV gleichzeitig als Soll-Werte in der Kostenstellenrechnung fungieren (vgl. Abschnitt 3.9.2.2). Daneben sind Routinen denkbar, die im Rahmen von **Target Costing** (vgl. Abschnitt 3.1.3) die Vorkalkulationswerte den Zielkos-

ten gegenüberstellen, welche sich durch Abzug des angestrebten Gewinns vom anvisierten Verkaufspreis ergeben würden [SAK 94].

### 3.9.2.3.2 Nachkalkulation

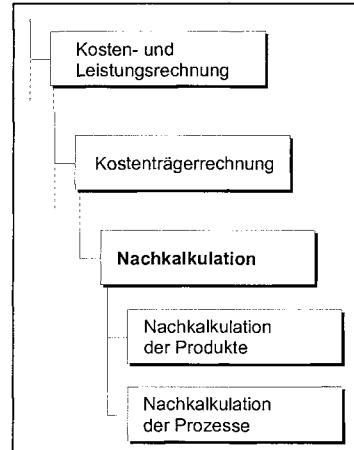
Die Kostenträgerrechnung wird im Prinzip ähnlich aufgebaut wie die Kostenstellenrechnung.

Die aus der Materialbestandsführung und aus der Entgeltabrechnung automatisch angelieferten Daten der Materialentnahme- und der Lohndokumente enthalten die Einzelkosten, die auf den Kostenträgerkonten verbucht werden. Je nach dem gewählten System der Kostenrechnung verzichtet man auf die Verbuchung von Gemeinkosten auf den Trägerkonten ganz oder berücksichtigt diese Kostenbestandteile durch Zuschläge auf die Einzelkosten bzw. durch Bewertung von Zeitleistungen (z. B. mit Maschinenstundensätzen).

Falls die Betriebsdatenerfassung rasche Rückmeldungen gewährleistet, kann die Kalkulation von Betriebs- oder Kundenaufträgen nach Durchlaufen jeder Fertigungsstufe fortgeschrieben werden („**mitlaufende Kalkulation**“). Diese Verfahrensvariante ist besonders dann interessant, wenn bei gravierenden Kostenüberschreitungen frühzeitig Warnungen ausgegeben werden sollen.

Bei der traditionellen Kostenträgerrechnung werden die einzelnen Teile eines Erzeugnisses kalkuliert und dann die Herstellkosten dieser Teile entsprechend der Erzeugnisstruktur zu denen der Baugruppe addiert. Die Kosten der Baugruppen werden wieder zu denen übergeordneter Baugruppen akkumuliert usw. Wie Abbildung 3.9.2.3.2/1 im oberen Teil verdeutlicht, kann man dann nicht mehr erkennen, wie stark einzelne Kostenarten an den Gesamtkosten der übergeordneten Fabrikate (in der Abbildung P2 und P3) beteiligt sind. Bei **Primärkostenrechnungssystemen** werden zusätzlich die Einzelbeiträge der Kostenarten festgehalten und getrennt verdichtet (Abbildung 3.9.2.3.2/1 unten). So ist z. B. feststellbar, wie viel Energiekosten ein Enderzeugnis über alle Fertigungsstufen hinweg enthält, und man kann abschätzen, wie sich prognostizierte Preisänderungen bei einzelnen Einsatzgütern auf die Herstellkosten der Produkte auswirken. Methodisch besteht eine gewisse Verwandtschaft zwischen der Primärkostenauflösung und dem in Band 2 beschriebenen Matrizenmodell als Verfahren der Unternehmensplanung. Details finden sich auch bei Lackes [LAC 89]. Ein Beispiel aus der **Chemieindustrie** ist bei [TEM 80] und [NUD 80] beschrieben.

Während man durch Kombination von BDE/MDE/PDE und Maschinenstundensatzrechnung die Kosten der Fertigungsvorgänge heute sehr genau verfolgen kann, gilt dies weniger für die Abläufe außerhalb der Produktion, etwa für die Beschaffungs- und Versandlogistik. Gerade in hoch automatisierten Unternehmen ist der Anteil dieser Kosten ständig gestiegen. Die **Prozesskostenrechnung** bzw. -**kalkulation**, zuweilen auch allgemeiner Prozesskostenmanagement genannt [HOR 93], [KAP 99], [MÄN 95], zielt darauf ab, den in solchen Bereichen anfallenden Gemeinkostenblock verursachungsgerecht zu verrechnen und für Kostenstellen-übergreifende Prozesse zusammenzufassen. Insbesondere sollen Vorgangsketten mit Kosten bewertet werden, die für den Erfolg des Unternehmens gleichzeitig wichtig und umstritten sein mögen, z. B. die Entwicklung einer Produktvariante oder die Bearbeitung einer Reklamation.



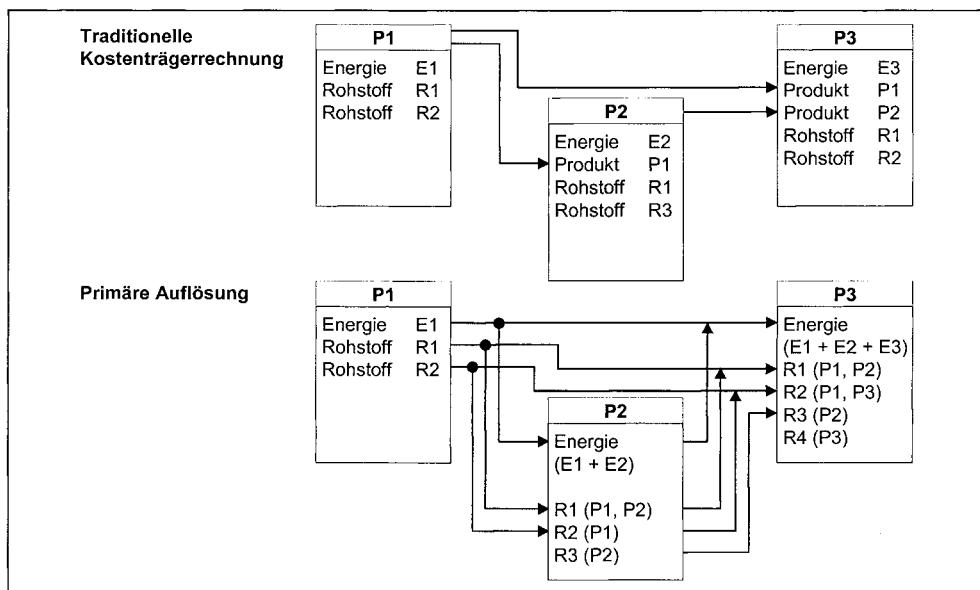


Abb. 3.9.2.3.2/1 Darstellung der Primärkostenauflösung

Vorarbeiten zur Prozesskostenrechnung sind:

- 1) Die Ermittlung von Kosten pro Zeiteinheit in den beteiligten Instanzen, wie die Kosten pro Stunde eines Mitarbeiters im Vertriebsaußendienst. Derartige Kostensätze kann ein IV-System durch einfache Divisionskalkulation aus den Kostenstellenkosten (vgl. Abschnitt 3.9.2.2) gewinnen, wenn in Zeiterfassungssystemen (vgl. z. B. Abschnitt 3.10.3) erhobene Arbeitsstunden gespeichert sind. Da die Analyse der Prozesskosten oft mit strategischen Überlegungen einhergeht (etwa Straffung des Produktionsprogramms durch Verminderung der Varianten), sollte man nicht unbedingt die Zahlen der letzten Betriebsabrechnung heranziehen, sondern einen geglätteten Wert aus der jüngeren Vergangenheitszeitreihe ableiten.
- 2) Die Identifikation der wichtigsten Teilprozesse der Kostenstelle und die Bestimmung ihrer Zeitbedarfe. Recht problematisch ist im Allgemeinen herauszufinden, wovon die Kosten eines Prozesses (hauptsächlich) abhängen, welches also die Kostentreiber sind [DAU 93]. Foster und Gupta schlagen für die Gemeinkosten im Fertigungsbereich die Dreiteilung in „volume-, complexity- und efficiency-based cost driver“ vor [FOS 90]. Renner unterscheidet ablaufabhängige (z. B. Anzahl der Störungen), Komplexitätsabhängige (Anzahl der Varianten) und auftragsspezifische (Sonderwünsche) Kostentreiber [REN 91]. Die IV-Unterstützung bei der Diagnose der Einflüsse ist nicht einfach. Vorarbeiten sind Notizen der Mitarbeiter, Zeitanalysen (mit der Stoppuhr) oder Multimomentaufnahmen; sie alle dürften in praxi auf mehr oder weniger große Vorbehalte des Personals und des Betriebsrats stoßen. Daher kann versucht werden, durch Vergleich der Ausbringung pro Zeiteinheit (z. B. pro Monat) einer Abteilung bei unterschiedlichem Tätigkeitspektrum (z. B. differenziert nach Zahl der Varianten, der Eilaufträge, der Störungen) auf Zeitbedarfe zu schließen. Hier wäre Computerunterstützung für die statistischen Prozeduren möglich. Am stark vereinfachten Beispiel des Prozesses „Inventur aufnehmen“ sei die Idee skizziert: Eine Gruppe „Inventur“ habe im März 3.000 Teile in-

ventarisiert und 300 Bestandsdifferenzen geklärt. Im April wurden 2.600 Teile aufgenommen und 400 Abweichungen untersucht. In erster Näherung könnte man folgern, dass die 100 zusätzlichen Inventurdifferenzen die Zeit für 400 Inventurmaßnahmen verbraucht haben, dass mithin eine Klärung den vierfachen Aufwand einer normalen Inventur verlangt.

- 3) Bei der Bestimmung der Kostentreiber gilt es, zwischen zwei gegenläufigen Entwicklungen abzuwählen: Eine größere Zahl erhöht die Genauigkeit; beschränkt man sich auf wenige, so fallen weniger Kosten für die Datenbeschaffung und -haltung sowie das Verfahren selbst an. Hierzu sind Optimierungsmodelle entwickelt worden [LEV 96].

In **mySAP ERP** (Teilmodul Prozesskostenrechnung, CO-OM-ABC) wird versucht, die Resourcentreiber aus anderen Modulen zu übernehmen, z. B. die Anzahl der Bestellungen, Wareneingänge und Kundenaufträge aus dem **SAP-Logistik-Informationssystem LIS** [MÖH 99].

Wenn man die Kosten von Prozessen ermittelt hat, können verschiedene Alternativrechnungen, z. B. zur Umgestaltung von Vorgangsketten („Business Process Reengineering“), durchgeführt werden. Ein Instrument dazu ist der **PROZESSMANAGER** der **Horváth & Partner GmbH** [GÜN 03].

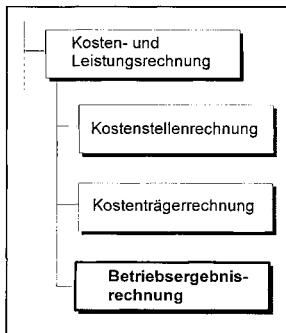
In dem Maße, wie auch für die weniger strukturierten administrativen Prozesse Workflow-Management-Systeme implementiert sind, können die dafür anfallenden Rechen- und vor allem Dialogzeiten sowie das Kommunikationsvolumen (Zahl der ausgetauschten E-Mail-Botschaften) als Mengengerüst für die Gewinnung von Prozesskostensätzen weitgehend automatisch registriert werden. Beispielsweise lässt sich die in Abschnitt 3.7.3 beschriebene Reklamationsbearbeitung als Prozess verstehen. Kennt das System die durchschnittlichen Kosten einer Reklamationsbearbeitung und dazu die Zahl der Reklamationen pro Kunde, so gewinnt es „Deckungsbeiträge nach Reklamationen“ und wird damit die schwierige Entscheidung fundieren, ob die Geschäftsbeziehung zu Kunden, die zum Querulieren neigen, abgebrochen werden soll.

Wichtigste Eingaben:	Zeitanteile (für Prozesskostenrechnung)
Wichtigste Anzeigen und Ausdrucke:	Kostenträgerabrechnung für Produkte und Prozesse, Überschreitungen bei laufenden Fertigungsaufträgen mit Hochrechnungen
Wichtigste Dialogfunktionen:	Alternativrechnungen für veränderte Primärkosten
Nutzeffekte:	Rationalisieren und Beschleunigen der Kostenrechnung, Entscheidungshilfen für das Gestalten von Prozessen und Vorgangsketten

Abb. 3.9.2.3.2/2 Nachkalkulation

In technischen Zusammenhängen werden kleinere Komponenten eines Prozesses zuweilen als Funktionen bezeichnet. Die Nachkalkulation und Überwachung der Kosten solcher Funktionen erfolgen mithilfe der **Funktionskostenrechnung**. Beispielsweise sei die Abdichtung eines Getriebes oder die Schmierung eines Lagers zu kalkulieren. Die Resultate von Funktionskostenrechnungen können in der entwicklungsbegleitenden Vorkalkulation (vgl. Abschnitt 3.1.3) eine Rolle spielen, zumal die Kombination solcher Funktionen der Denkweise des Konstrukteurs entspricht.

### 3.9.2.4 Betriebsergebnisrechnung



Die computergestützte Betriebsergebnisrechnung als besonders wichtiges Hilfsmittel des Controllers vereint Elemente von Administrations- und Kontrollsystmen. Sie erhält ihre Daten aus folgenden Quellen:

Die Informationen der Rechnungszeilen, wie sie aus der Fakturierung kommen (Artikel, Menge und Preis), dazu die aus dem Rechnungskopf stammenden Daten, die für alle Zeilen der Rechnung gemeinsam gelten (Kunde, Datum, Rabatt und Auftragsgröße), werden in unterschiedlicher Weise verdichtet (siehe unten).

Aus der Kostenstellen- und aus der Kostenträgerrechnung werden Kosteninformationen hinzugespielt.

Wenn die Kostenrechnung hinreichend differenziert ist, lassen sich nun Betriebsergebnisse als Differenz zwischen Erlösen und Einzelkosten verschiedener Stufen ermitteln, so z. B. das Betriebsergebnis in einem Exportland.

Es empfiehlt sich, so genannte Einzelposten zu speichern, die man sich als Zeilen der Ausgangsrechnung vorstellen kann, gegebenenfalls ergänzt um einige Informationen aus der Kostenartenrechnung, wie z. B. der variablen Kosten pro Stück. Abbildung 3.9.2.4/1 zeigt ein Beispiel in Anlehnung an das SAP-Modul CO.

Merkmalsausprägungen 1-7										Wertposten 1-6							
Rennräder	LeMondRacer	Süd	Fachhandel	Manz	900	5.1.07	5	1000	80	100	150	670					
Rennräder	LeMondRacer	Nord	Discounter	Gutkauf	5000	9.1.07	15	3000	150	110	450	2290					
Rennräder	RacerJunior	Süd	Fachhandel	Jahn	800	7.1.07	10	1000	50	80	240	630					
Mountainbikes	RockyM	Süd	Discounter	Hypermarkt	1100	8.1.07	4	1000	50	100	250	600					
Mountainbikes	SkyCarboM	Süd	Fachhandel	Manz	2300	5.1.07	1	1250	62,5	180	300	707,5					
Artikelgruppe		Artikel	Region	Kundengruppe	Kunde	Auftragsnummer	Datum	Menge	Bruttoerlöse	Erlösschmälerungen	Provisionen	var. Kosten	DBI				
Merkmale										Kennzahlen							

Abb. 3.9.2.4/1 Einzelposten

Ausgehend von diesen Einzelposten wird dann verdichtet. Die Herausforderung an die IV liegt darin, dass hierbei sehr viele Hierarchien gebildet werden können (z. B. Rechnungszeile – Artikel – Artikelgruppe – Sparte – Unternehmen – Konzern; Rechnungszeile – Artikel – Auftrag – Kunde – Region – Unternehmen; Rechnungszeile – Rechnung – Kunde – Vertreter – Region – Sparte). In verschiedenen Phasen des Betriebslebens sind immer wieder andere Verdichtungsschemata interessant. Die Betriebsergebnis-Software muss also vielseitig parametrisierbar sein und dem Controller die Ad-hoc-Definition der Aggregationen erlauben. In [FRI 03] ist beschrieben, wie im **SAP-System** Merkmale, wie z. B. der Vertriebsbezirk oder die Artikelgruppe, dazu dienen, ganz unterschiedliche Ergebnisobjekte zu definieren. Andererseits entstehen durch die Vielzahl der Betrachtungen gewaltige Mengen an Zahlen. Hier ist es Aufgabe von rechnergestützten Analysesystemen, auf besonders bemerkenswerte Datenkonstellationen (z. B. mangelhafter Stufendeckungsbeitrag des Artikels 2551 in der Region Südbaden und dort insbesondere bei Discounterhändlern) hinzuweisen. Ein me-

thodisches Hilfsmittel hierzu ist das Data Mining [LUS 99/WIT 00]. In Band 2 ist skizziert, wie ein wissensbasiertes System diese Aufgabe übernehmen kann.

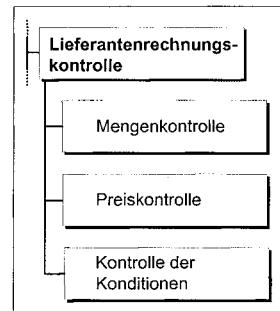
Wichtigste Eingaben:	Verdichtungsstufen, Hierarchien, Aggregationsparameter
Wichtigste Anzeigen und Ausdrucke:	Betriebsergebnis, Erlöse, Einzelkosten verschiedener Hierarchiestufen, Kennzahlen, Soll-Ist- und Periodenvergleich
Wichtigste Dialogfunktionen:	Navigieren durch die Hierarchien
Nutzeffekte:	Erstellen der Betriebsergebnisrechnung nach flexiblen Verdichtungskriterien, Schaffen einer Datengrundlage für Kontrollsysteme

Abb. 3.9.2.4/2 Betriebsergebnisrechnung

### 3.9.3 Lieferantenrechnungskontrolle

Für die Lieferantenrechnungskontrolle stehen in der IIV folgende Daten bereit:

- 1) Preise in den Materialstammdaten
- 2) Lieferantenabhängige Konditionen in den Lieferantenstammdaten
- 3) Bestelldaten in den Vormerkdaten Bestellungen
- 4) Daten des Wareneingangs in den Vormerkdaten Wareneingang
- 5) Lieferantenrechnungen



Der Vergleich der genannten Daten ermöglicht folgende Prüfungen:

- 1) Übereinstimmung zwischen Bestell- und Liefermengen
- 2) Übereinstimmung zwischen gelieferten und fakturierten Mengen
- 3) Übereinstimmung zwischen den angebotenen Preisen und Konditionen und den Preisen und Konditionen der Lieferung
- 4) Rechnerische Richtigkeit der Lieferantenrechnung
- 5) Sperrung der Rechnung oder des Lieferanten

Findet das Programm Unstimmigkeiten oder Sperrungen, so gibt es alle ihm bekannten Daten an den Sachbearbeiter aus. Bei den Lieferantenstammdaten registriert es für die Zwecke der Lieferantenbeurteilung die Fehler (vgl. Band 2).

Die Grundgedanken der **dynamischen Stichprobenprüfung** in der Wareneingangskontrolle (vgl. Abschnitt 3.3.5) lassen sich auf die Lieferantenrechnungsprüfung übertragen.

#### PRAKTISCHES BEISPIEL

Die **Volkswagen AG** hat mithilfe des Chi-Quadrat-Tests die These bestätigt, dass die Zuverlässigkeit ihrer Lieferanten bei der Fakturierung (Anzahl und Höhe der Rechnungsdifferenzen) mit der Rechnungsgüte in der Vergangenheit korreliert. Danach wurde das System INVENT eingeführt [BÄR 89/BÄR 05]. Es berücksichtigt bei der Vorgabe der Stichprobe jener Rechnungen, die kontrolliert werden, neben dem bisher beobachteten Fehleranteil eines jeden Kreditors unter anderem die Prüfkosten von Rechnungen eines bestimmten Typs und die für die Rechnungsprüfung zur Verfügung stehende Personalkapazität pro Periode. Damit das Anwendungssystem „lernen“ kann, werden ihm die Prüfergebnisse, z. B. Gutschriften und Korrekturbuchungen, zugeführt.

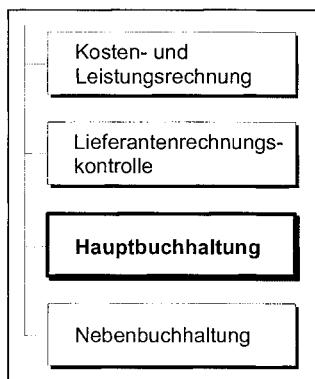
Sobald die Gefahr besteht, dass sich die Prüfung der Lieferantenrechnungen bzw. die Freigabe der Rechnungen zur Bezahlung verzögert, etwa weil die Qualitätskontrolle zu langsam arbeitet, soll das Programm anzeigen, dass der Verlust des Skontos droht.

In Sonderfällen kann ein Programmmodul die Forderung des Lieferanten vorausberechnen und in einem Vormerkspiecher auf die Lieferantenfaktura warten lassen. Ein solcher Sonderfall liegt z. B. bei der Abrechnung von Speditionsleistungen vor (vgl. Abschnitt 3.6.6 und auch die Lösung der **AUDI AG** in Abschnitt 3.3.3.2).

Wichtigste Eingaben:	Lieferantenrechnungen, Sperrungen
Wichtigste Anzeigen und Ausdrucke:	Fehlerhafte Lieferantenrechnungen zur Überprüfung, Arbeitsvorrat von Rechnungsprüfern
Wichtigste Dialogfunktionen:	Aufteilen von Differenzbeträgen bei Rabatten und Ähnlichem auf die Rechnungspositionen
Nutzeffekte:	Rationalisieren der Lieferantenrechnungsprüfung, personelle Prüfungen nur noch im Ausnahmefall, Erstellen von Unterlagen für die Lieferantenbeurteilung

Abb. 3.9.3/1 Lieferantenrechnungskontrolle

### 3.9.4 Hauptbuchhaltung



In die IIV lässt sich eine Hauptbuchhaltung gut einfügen:

Ein großer Teil der Eingabedaten wird von anderen Programmen in maschinell lesbarer Form bereitgestellt, so z. B. verdichtete Buchungssätze vom Debitoren- und Kreditorenbuchhaltungsprogramm, Buchungssätze für Lohn, Gehalt, Ausbildungsbeihilfen und Provisionen vom Entgeltabrechnungsprogramm, für Renten durch das Rentenabrechnungsprogramm und für die Materialbuchungen durch das Materialbewertungsprogramm. Weitere Buchungssätze können weitgehend im Hauptbuchhaltungsprogramm selbst generiert werden.

Personell müssen erfahrungsgemäß nur noch etwa 30 Prozent der Vorfälle, darunter vor allem die Ein- und Auszahlungen, eingegeben werden. Charakteristisch ist z. B. der Erfahrungswert der **DATEV eG**, bei der 100 Eingabesätze zu durchschnittlich 270 Buchungssätzen führen.

Die Buchungsdaten müssen ohnehin dem Rechner zugeführt werden, damit andere Programme im integrierten System ablaufen können, z. B. die Finanz- und Liquiditätsplanung, die Materialbewertung und die Lieferantenrechnungskontrolle.

In einem integrierten Prozess bestehen sehr gute Abstimmungsmöglichkeiten, die die Sicherheit der Buchhaltung erhöhen (z. B. der Abgleich zwischen der Hauptbuchhaltung und den Nebenbuchhaltungen oder zwischen dem Debitorenkonto und der Summe der Vormerkposten (Offene Posten) Debitoren).

Im Übrigen wird durch Dialogbuchhaltungen auch die Eingabe der verbleibenden, personell zuzuführenden Buchungsvorgänge rationalisiert. Der Buchhalter wird dabei von Position zu Position geleitet, das AS macht auf fehlerhafte Eingaben sofort aufmerksam, sodass der Mensch korrigieren kann, solange er noch in den Detailvorgang eingearbeitet ist. Weiterentwicklungen im Bereich der Dialogbuchführung nutzen **XPS**, um oftmals in elektronischer Form eintreffende Belege automatisch in Buchungssätze zu überführen. So macht sich ein

bei der DATEV eG entwickeltes System die Technik des CBR zunutze. Merkmale der von Banken rückübertragenen Kontoauszüge werden mit in einer Lerndatei hinterlegten Eigenschaften bereits in der Vergangenheit kontierter Geschäftsvorfälle abgeglichen, um einen Buchungssatzvorschlag zu generieren [MIE 95].

Die Struktur von Hauptbuchhaltungsprogrammen ist im Vergleich zu den meisten anderen Programme einfach: Die in den Transferdaten festgehaltenen Buchungen werden – so weit sie nicht schon die Kontennummern mitbringen – mithilfe von Tabellen, welche die Kontierungsvorschriften enthalten, kontiert. Oft führt ein Buchungsvorfall zu mehreren Einzelbuchungen auf verschiedenen Konten. Wird z. B. an einen Vermieter eine Summe überwiesen, welche aus der Miete für mehrere Gebäude und damit Kostenstellen zusammengesetzt ist, so soll das System den Zahlungsausgang automatisch nach einem bestimmten Schlüssel auf den Kostenkonten der Gebäude gegenbuchen. Im Modul FI des **SAP-Systems** können hierzu so genannte Kontierungsmuster hinterlegt werden [FOR 02, S. 233-237]. Das Ergebnis sind Buchungssätze, die das Programm erst nach Konten sortiert und dann bucht und journalisiert. Es können automatische Buchungen generiert werden, z. B. für Rechnungsabgrenzungsposten. Man mag vorsehen, dass Kleinstdifferenzen automatisch ausgebucht werden. In international stark verflochtenen Unternehmen werden Fremdwährungsbeträge automatisch umgerechnet. Das Programm lässt sich bis zur Ausgabe von Tagesbilanzen und Tagesgewinn- und -verlustrechnungen ausbauen. Die Zusammenfassung solcher Tagesabschlüsse pro Monat kann wiederum eine Vorstufe des Monatsabschlusses bilden.

Für die **Konzernkonsolidierung** ist reichhaltige Software verfügbar. Einem solchen Programm werden die Anteile im Eigen- und im Fremdbesitz mitgeteilt. Daraus ermittelt das System die gesamte Konzernstruktur, also auch Enkelverhältnisse oder wechselseitige Beteiligungen. Gewünscht werden möglicherweise Zwischenkonsolidierungen für **Teilkonzern**e. Das System übernimmt die Kapital-, die Schulden- und die Ertragskonsolidierung und eliminiert dabei Zwischenergebnisse, z. B. von Beteiligungen, oder differenziert nach Anlage- und Umlaufvermögen. Bei internationalen Konzernen rechnet es die Währungen um.

Der Konsolidierungsprozess lässt sich noch weniger als die Aufstellung einer Einzelbilanz automatisieren, da zahlreiche Optionen bestehen, denen das Anwendungssystem durch Parameterangebote gerecht werden muss. Beispielsweise kann die **Währungsumrechnung** auf der Grundlage von Stichtags- oder historischen Kursen erfolgen. Es gibt verschiedene Konsolidierungsmethoden (z. B. die **deutsche**, die **angelsächsische** oder die **Equity-Methode**). Daher sollte das Konzernkonsolidierungs-Programm Möglichkeiten für Alternativrechnungen bieten und die Ergebnisse in aussagekräftiger Form nebeneinander stellen. Damit wird die Grundlage für Untersuchungen auf Konzernebene geschaffen, wie sie in Band 2 für Einzelunternehmen beschrieben sind (vgl. auch [PEL 94]).

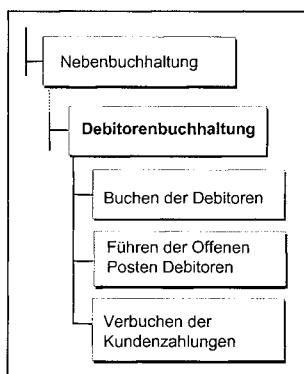
Häufig vorkommenden Fehlern lässt sich durch ein Dialogsystem vorbeugen, in dem eine „intelligente Checkliste“ abgearbeitet wird. Das Programm Abschlussüberwachung der **DATEV eG**, das vor allem auf kleinere und mittlere Betriebe ausgerichtet ist, fragt z. B., ob alle Privatentnahmen vollständig erfasst und verbucht oder alle Inventurdifferenzen geklärt und buchhalterisch behandelt wurden. Je stärker die IV integriert ist, desto mehr verschwinden derartige Fehlerursachen [MEY 97/MEY 03].

Wichtigste Eingaben:	Geschäftsvorfälle, Texte für Sonderbuchungen, Beteiligungen im Konzernverbund, Parameter für Konsolidierungsbuchungen, Währungsrelationen
Wichtigste Anzeigen und Ausdrucke:	Journale, Konten, Umsatzsteuervoranmeldungen, Tages-, Monats- und Jahresabschlüsse, Cash-flow-Nachweise, Kontenstände bei Banken, Zwischenkonsolidierungen
Wichtigste Dialogfunktionen:	Alternativen bei Konsolidierung
Nutzeffekte:	Rationalisierung der Finanzbuchhaltung, Bereitstellung von Daten für die Finanz- und Liquiditätsplanung, höhere Tagfertigkeit

Abb. 3.9.4/1 Hauptbuchhaltung

### 3.9.5 Nebenbuchhaltung

#### 3.9.5.1 Debitorenbuchhaltung



Die Debitorenbuchhaltung besteht aus drei Teilen:

- 1) Verbuchung der vom Fakturierprogramm und dem Gutschriftenerteilungsprogramm transferierten Geschäftsvorfälle auf den Konten der Nebenbuchhaltung Debitoren. Die kumulierten Buchungen werden dem Hauptbuchhaltungsprogramm weitergereicht.
- 2) Führung der Offenen Posten Debitoren. Aufgrund der vom Fakturierprogramm bereitgestellten Informationen über den Kunden, die Rechnung und das Ausgangsdatum wird ein Offener Posten Debitoren gebildet. Diesen Vormerkspeicher überwacht das Programm periodisch, und bei Überschreitung von Fälligkeitsterminen werden

aufgrund gespeicherter Textkonsernen versandfertige Mahnungen ausgeschrieben, so weit nicht aus besonderen Gründen (z. B. nach einem Zahlungsaufschub) ein Sperrvermerk bei den Kundenstammdaten enthalten ist. Eventuell lässt man zunächst einen Mahnvorschlag auf dem Bildschirm erscheinen, den der Buchhalter oder ein Mitarbeiter des Vertriebs durch eine entsprechende Tastatureingabe zum Ausdruck freigibt oder auch verwirft. Die Zahl der Karenztage kann eine Funktion der Mahnstufe (erste, zweite Mahnung usw.) sein. In Abhängigkeit von Mahnsumme und/oder Mahnstufe werden Mahngebühren und Verzugszinsen in Rechnung gestellt und fakturiert. Zur Mahnung kann man entweder einen kompletten Kontoauszug oder nur eine Aufstellung der fälligen Posten ausgeben. In einigen Unternehmen kommt ein Ausdruck über schleppendes Zahlungsverhalten an die zuständigen Außendienstmitarbeiter infrage. Das Zahlungsverhalten der Kunden lässt sich mit besonderen Kennziffern quantifizieren.

- 3) Verbuchung der Kundenzahlungen.

Recht problematisch ist das Modell des **Zahlungsausgleichs**. In den meisten Unternehmen gelingt es entweder bei einem sehr hohen Prozentsatz der eingehenden Zahlungen nicht, sie mit einer einzigen Abfrage (z. B. Vergleich der auf dem Zahlungsbeleg angegebenen Rechnungsnummer mit der im Offenen Posten gespeicherten Rechnungsnummer) einer Rechnung zuzuordnen, oder die Zuordnung gelingt, es sind dann aber Differenzen zwischen dem Rechnungs- und dem Zahlungsbetrag zu klären. In einer Untersuchung der Firma **B. Braun Melsungen AG** erwiesen sich bis zu 30 Prozent der Zahlungseingänge als unvollständig oder nicht formgerecht ausgefüllt [SCHÄ 97]. In Abbildung 3.9.5.1/1 sind die häufigsten Ursachen derartiger Schwierigkeiten aufgeführt.

**Der Kunde**

- 1) zahlt mit einer Akontozahlung einen runden Betrag,
- 2) addiert bei der Zusammenfassung mehrerer Rechnungen falsch,
- 3) fasst mehrere Rechnungen in einer Zahlung zusammen, gibt aber die Nummern der Rechnungen nicht an,
- 4) saldiert ohne Vermerke mit Gutschriften,
- 5) trägt an Stelle der Rechnungsnummer die Bestellnummer ein,
- 6) verrechnet sich bei der Ermittlung des Skontos oder
- 7) zieht unberechtigt Skonto ab.

Abb. 3.9.5.1/1 Ursachen der Schwierigkeiten beim Zahlungsausgleich in der Debitorenbuchhaltung

Bei der Konzeption des Debitorenprogramms ist zunächst eine Analyse anzustellen, welche Fehlerarten am häufigsten vorkommen. Dann wird man sich überlegen, welche Fehler durch einfache Programmabfragen, z. B. den Vergleich zwischen der Bestellnummer des Offenen Postens Debitoren mit der vom Kunden auf dem Zahlungsbeleg angegebenen Nummer, gefunden werden.

Hinsichtlich der Zahlungsbeträge und Betragsdifferenzen sind folgende Aktionen des Programms vorzusehen (Abbildung 3.9.5.1/2 zeigt die Behandlung von Differenzen zwischen Rechnung und Zahlung):

Zahlungsbetrag =					
Rechnungs- betrag brutto	Rechnungs- betrag minus Skonto (netto)	Zwischen Brutto- und Nettobetrag	Kleiner als Nettobetrag	Zuordnung oder Beitragsklärung gelingt nicht	
Offenen Posten ausgleichen	Offenen Posten ausgleichen, Skonto- und Steuerbuchung (Mehrwertsteuer- bereinigung) erstellen	Offenen Posten ausgleichen, Skonto- und Steuerbuchung nur in der Höhe des tatsächlichen Abzugsbetrags generieren	Toleranzgrenze (absolut oder in Prozent) eingehalten? Ja	Offenen Posten ausgleichen, Vermerk in Kun- denstammsatz speichern (wegen Wiederholung)	Teilausgleich vornehmen oder an Sachbear- beiter leiten Dem Buchhalter zur personellen Bearbeitung anzeigen Nein
			Nein		

Abb. 3.9.5.1/2 Behandlung von Differenzen zwischen Rechnung und Zahlung

Im Rahmen einer Dialogbuchhaltung wird das Anwendungssystem verschiedene Ausgleichsmöglichkeiten zwischen mehreren offenen Rechnungen und Zahlungen versuchen und die alternativen Ergebnisse dem Buchhalter am Bildschirm zur Entscheidung präsentieren. Eventuell können die nicht ausgleichbaren Posten so angeordnet werden, dass der Ausdruck als Kundenbrief dient.

Soweit Kunden ein **Jahresumsatz-Bonus** gewährt wird, kann das Debitorenbuchhaltungsprogramm den Bonus errechnen und die Auszahlung anstoßen. (Es ist auch eine Integration mit dem Fakturier- oder Gutschriftenprogramm denkbar.) Wenn der Bonus nach Umsatzstufen gestaffelt ist, sollte das Anwendungssystem den Vertrieb oder den Kunden periodisch informieren, wie weit er noch von der nächsten Stufe entfernt ist. Dies wird ihn möglicherweise zu zusätzlichen Bestellungen veranlassen (vgl. [KLE 75, S. 104]).

Wichtigste Eingaben:	Kundenzahlungen, Texte für Sonderbuchungen, Mahnparameter und Mahnsperren
Wichtigste Anzeigen und Ausdrucke:	Journale, Konten, Wechselobligo von Kunden, Zahlungserinnerungen, Hinweise über Zahlungsverhalten an Außendienst, nicht zuordenbare Zahlungen, Konditionen für Kunden, Bonusbenachrichtigungen, Zahlungsverkehrsdocumente für Boni, Mitteilungen über Verrechnungen, Ankündigungen von Bankeinzügen, Geldeingangsvorschau
Wichtigste Dialogfunktionen:	Aufteilung von Akontozahlungen, Ausbuchungen nach Anzeige von Daten zur „Zahlungsgeschichte“ des Kunden, Formulierung von Mahntexten in Sonderfällen
Nutzeffekte:	Rationalisierung der Debitorenbuchhaltung, Verbesserung der Liquidität durch planmäßiges Mahnen, Bereitstellung von Daten für die Finanz- und Liquiditätsplanung

Abb. 3.9.5.1/3 Debitorenbuchhaltung

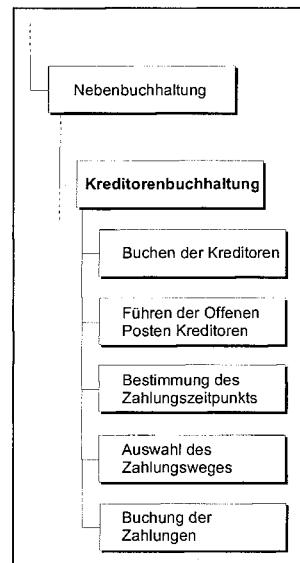
Das Internet in Verbindung mit einer verstärkten Neigung von Betrieben, Funktionen und Prozesse, die keine strategische Bedeutung haben, auszugliedern („outzousourcen“), hat zu neuen Erscheinungsformen bei der Bezahlung geführt [SEI 03]. Beispielhaft soll hier das **Konsolidator-Modell** herausgegriffen werden: Der Konsolidator ist ein externer Dienstleister, der die Rechnungsinformationen unterschiedlicher Unternehmen in maschinell lesbarer Form erhält, diese konsolidiert bzw. aggregiert und den Transaktionspartnern bzw. Kunden einen Zugang zu diesen Informationen, z. B. per Web Browser, ermöglicht.

Der Konsolidator überträgt entweder die vom Verkäufer empfangenen Rechnungsdaten an den Käufer, oder letzterer ruft die Informationen auf einer Internetplattform des Konsolidators auf. Nach Prüfung beauftragt der Kunde den Dienstleister, die Zahlung abzuwickeln. Die verschiedenen Modelle („thick consolidator“ oder „thin consolidator“) unterscheiden sich vor allem darin, ob Detailinformationen von vornherein übermittelt werden oder ob man sich zunächst auf Zusammenfassungen (z. B. alle Rechnungen eines Kalenderabschnitts) beschränkt und dem Käufer die Möglichkeit gibt, in Zweifelsfällen auch Detailinformationen zur Rechnungsprüfung abzurufen. Dienstleistungen der Konsolidatoren über die reine Geschäftsabwicklung hinaus umfassen z. B. die Aufbereitung der Massendaten zu Führungsinformationen. All diese Aufgaben lassen sich auch in Niedriglohn-Ländern erledigen („Offshoring“).

Die Geschäftsprozesse, die mit der Finanzierung sowie mit den Ein- und Auszahlungsströmen bei größeren Kundenaufträgen verbunden sind, versucht man in Teilsystemen zu integrieren, für die zuweilen die Bezeichnung „**Financial Supply Chain**“ gewählt wird (vgl. [PFA 03/SKI 03]). Vorgänge in einer solchen Kette sind unter anderem: Bonitätsprüfung (vgl. Abschnitt 3.2.4), Vorfinanzierung durch Kreditinstitute, Kreditsicherung durch Banken, Debitorenverbuchung, Mahnung, Zahlung und Verbuchung des Zahlungseingangs, Absicherung der Forderung (z. B. durch **Hermes**). Man beachte, dass – etwa bei größeren Auslandsgeschäften – viele Institutionen eingeschaltet sein können (neben dem Lieferanten und seinen Kunden in- und ausländische Kreditinstitute, Notare, halbstaatliche und staatliche Stellen wie Wirtschaftsministerien, Bürgschaftsgeber, Grundbuchämter, Kreditauskunfteien und andere). Dadurch ergeben sich beträchtliche Herausforderungen für die zwischenbetriebliche Vernetzung. In [MED 05] ist eine Lösung beschrieben, bei der ein **Hersteller medizinischer Geräte** an ein russisches Krankenhaus liefert. Ein unabhängiges Projektmanagement-Unternehmen koordiniert und kontrolliert die Zahlungen und damit zusammenhängende Finanzierungsmaßnahmen, z. B. Akkreditive. Man setzt dazu ein Portal auf Basis von Microsoft-Produkten ein.

### 3.9.5.2 Kreditorenbuchhaltung

Die Kreditorenbuchhaltung ist dem Debitorenbuchhaltungsprogramm sehr ähnlich. Das Zahlungsausgleichsmodul entfällt, dafür ist ein Dispositionsmodul vorzusehen, mit dem die **Zahlungen zum optimalen Zeitpunkt** vorgenommen werden. Hierzu empfiehlt es sich, einen Parameter einzuprogrammieren, mit dessen Hilfe die Unternehmensleitung allgemeine Richtlinien zum Zahlungsverhalten geben kann, insbesondere in Abhängigkeit von der Liquiditätslage. Dieser Parameter steuert die Zahlungstermine so an, dass mit oder ohne Inanspruchnahme von Skonto bezahlt oder dass ein bestimmter Sicherheitsspielraum von wenigen Tagen (zur Abdeckung von Verzögerungen der Zustellung von Zahlungen an die Gläubiger) erweitert oder verengt wird. Unter den üblichen Zahlungskonditionen kann man das Modul auch starr auslegen. Es veranlasst dann die Zahlung zum letzten Tag, zu dem noch die Inanspruchnahme des Skontos erlaubt ist. Es ist auch möglich, mit einem Parameter zu arbeiten, der die Lieferanten in Prioritätsklassen einstuft. Bei Liquiditätsengpässen werden die Verbindlichkeiten von Lieferanten mit höchster Priorität bevorzugt bezahlt bzw. zur Bezahlung vorgeschlagen.



In eleganten Konzeptionen überträgt man dem Kreditorenbuchhaltungsmodul auch die **Auswahl des Zahlungswegs** und formuliert einfache Richtlinien, welche die Auswahl der Bankkonten in Abhängigkeit vom jeweiligen Ist-Kontostand oder von den prognostizierten Erwartungs-Kontenständen vornehmen. Beispielsweise kann der Anwender im Standardprogramm **IFAS C/S** Tabellen anlegen, aus denen das Zahlungsprogramm ersieht, bei welchen Datenkonstellationen von Kontenständen, parametrisierten Limits und Geldbedarf welches Bankkonto belastet werden soll. Als Grenzfall ist es auch möglich, dem Geschäftspartner eine Hausbank fest zuzuordnen, sodass Zahlungen grundsätzlich von diesem Kreditinstitut ausgehen. Wenn der Zahlungsempfänger z. B. ein Konto bei der gleichen Bank hat, wird so der schnellste Bankweg benutzt. Ferner kann IFAS C/S die Netzkennziffer (vierte Stelle) in der Bankleitzahl auswerten und so die Regulierung von dem Kreditinstitut vornehmen lassen, das sich im gleichen Gironetz wie die Empfängerbank befindet (vgl. dazu auch Abschnitt 3.8.2).

An Lieferanten übersandte Schecks sind bis zu ihrer Gutschrift als Offene Posten zu führen (Scheckobligo), weil sie zu einer Belastung des eigenen Kontos führen werden.

Das Programm gibt zur Unterstützung der Liquiditätsdisposition Zusammenstellungen der Geldbedarfe für Kreditorenzahlungen aus. Bei engen und dauerhaften Geschäftsbeziehungen kann auf **Lieferantenrechnungen ganz verzichtet** werden: Ein Programm beim Kunden bewertet die Wareneingänge und erteilt den Lieferanten Gutschriften. Dadurch wird der beträchtliche Aufwand für die Lieferantenrechnungskontrolle vermieden, jedoch entstehen dem Lieferanten Kosten für die Kontrolle der Gutschriften. So verfährt z. B. die **AUDI AG** (vgl. Abbildung 3.3.3.2/2 und Abschnitt 3.6.5).

Eine Barriere vor der Integration liegt in der Tatsache, dass ca. 80 Prozent der Eingangsrechnungen in Deutschland noch in Papierform kommen. Die durchschnittlichen Prozesskosten bei der personellen Eingabe liegen nach einer Studie bei 9 € pro Rechnung [SCHE 04]. Hier setzen teilautomatische Verfahren an.

### PRAKTISCHES BEISPIEL

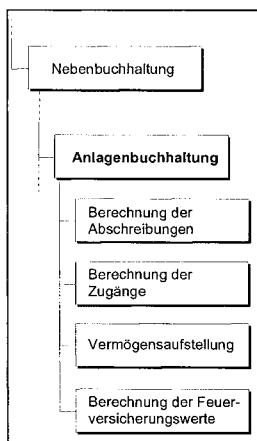
Das Logistikunternehmen **Deutsche Post AG** arbeitet mit dem Softwarepaket **Invoice CENTER** aus dem Hause Océ. Die Lieferantenrechnungen (etwa 4.000 pro Tag) werden eingescannt. Am Bildschirm überprüft eine Person, ob das Erfasste maschinell verwertbar ist; dies ist z. B. nicht der Fall, wenn einzelne Buchstaben an den Rändern unscharf sind. Im nächsten Schritt erkennt die Komponente **DOKuStar** die einzelnen Elemente der Rechnung, z. B. den Mehrwertsteuerbetrag. Ein wissensbasiertes System arbeitet mit Regeln, wonach links oben im Allgemeinen der Absender, in diesem Fall also der Lieferant, steht, oder „ReNr“ die Rechnungsnummer markiert. Es kann Sprachvarianten identifizieren: Enthält der Text beispielsweise mehrere „é“, so wird es sich mit hoher Wahrscheinlichkeit um einen französischen Lieferanten handeln. 70 bis 90 Prozent der Informationen werden auf Anhieb erkannt. Die aufbereiteten Informationen werden an das **SAP-Buchhaltungssystem** übergeben und münden dort in den **SAP Business Workflow**. Die Buchhalter arbeiten mit einer Bildschirmsmaske und prüfen den vom System generierten Buchungsvorschlag. Das System kann Hinweise geben, ob es sich bei dem Buchungsvorschlag eher sicher oder unsicher „fühlt“. Hierzu bedient es sich weiterer im integrierten System möglicher Vergleiche, etwa zwischen der Bestellung aus dem Einkaufssystem und der Lieferantenrechnung [HÜB 05].

Wichtigste Eingaben:	Richtlinien zum Zahlungsverhalten
Wichtigste Anzeigen und Ausdrucke:	Journale, Konten, Zahlungsverkehrsdokumente, Datenträger für Kreditinstitute, Zusammenstellung des Geldbedarfs für Kreditorenzahlungen, Saldenbestätigungen
Wichtigste Dialogfunktionen:	
Nutzeffekte:	Rationalisierung der Kreditorenbuchhaltung und des Zahlungsverkehrs, optimale Anspruchnahme der Zahlungsziele

Abb. 3.9.5.2/1 Kreditorenbuchhaltung

### 3.9.5.3 Anlagenbuchhaltung

Die wichtigsten Aufgaben eines Anlagenbuchhaltungsprogramms sind:



- 1) Abschreibungsrechnung, eventuell getrennt nach mehreren Zwecken (handelsrechtliche, steuerliche und kalkulatorische). Dabei können einige kleinere Verfeinerungen relativ einfach programmiert werden, wie z. B. **Indexrechnungen**, um Wiederbeschaffungswerte zu berücksichtigen bzw. **Scheingewinne** zu ermitteln, oder der Übergang von der degressiven zur linearen Abschreibung zum optimalen Zeitpunkt mit dem Ziel, möglichst rasch Buchwerte zu vermindern. Bei der Ermittlung der **kalkulatorischen Abschreibungen** sollten verschiedene Größen, wie z. B. die zu Grunde gelegte Nutzungsdauer, parametrisierbar sein, damit unterschiedlichen Anforderungen und Vorschriften, beispielsweise bei der Kalkulation öffentlicher Aufträge, Rechnung getragen werden kann. Ferner ist eine Trennung in fixe und variable Abschreibungsbestandteile wünschenswert. Den variablen Anteil kann

man z. B. von der Kapazitätsauslastung abhängig machen, die sich aus der Produktionsplanung oder über die Maschinendatenerfassung ergibt.

Grundlage einer exakten Abschreibungsrechnung ist eine sorgfältige Gliederung der Vermögensgegenstände. Im **SAP-System** werden neben den „Technischen Anlagen“

Anlagen im Bau, Geringwertige Wirtschaftsgüter, Leasinganlagen, Immaterielle Anlagen, Finanzanlagen und Immobilien unterschieden. Zum Beispiel ist bei Anlagen im Bau keine normale, sondern nur eine steuerliche Sonderabschreibung möglich. Geringwertige Wirtschaftsgüter werden in der Regel im Zugangsjahr voll abgeschrieben. Bei Finanzanlagen sind keine planmäßigen Abschreibungen erlaubt.

- 2) Berechnung einer **Vermögensaufstellung** einschließlich Ermittlung des steuerlichen Einheitswertes des Betriebsvermögens.
- 3) Ermittlung der **Feuerversicherungswerte** über die Indexwerte des Statistischen Bundesamts oder der Versicherer, mit denen die Anschaffungs- oder Herstellwerte multipliziert werden.

In internationalen Konzernen ergibt sich das Problem, dass das Bewertungsrecht in den Sitzländern unterschiedlich ist. Das **SAP-System** speichert die daraus für den Konzern folgenden Regelungen in einem speziellen Verzeichnis, dem „Bewertungsplan“ [FOR 02, S. 308-309].

Wichtigste Eingaben:	Werte neuer Anlagen, Sonderabschreibungen
Wichtigste Anzeigen und Ausdrucke:	Konten, Abrechnungen von Zu- und Abgängen, Anlagenübersichten (Anlagenspiegel) für die Bilanzierung, Versicherungswerte
Wichtigste Dialogfunktionen:	Ermittlung des Abschreibungsvolumens bei verschiedenen Abschreibungsstrategien
Nutzeffekte:	Rationalisierung der Anlagenbuchhaltung

Abb. 3.9.5.3/1 Anlagenbuchhaltung

Komplikationen der Anlagenbuchhaltung mögen sich ergeben, wenn **Subventionen** in Anspruch genommen werden. Eine Lösung besteht darin, nur die um einen staatlichen Investitionszuschuss geminderten Anschaffungs- bzw. Herstellkosten zur Basis der Abschreibungsrechnung zu machen [SCHE 06].

### 3.9.6 Anmerkungen zu Abschnitt 3.9

- [BÄR 89/BÄR 05] Bär, W., Rechnungsprüfung auf der Basis von Stichproben – Einsatz des Systems Account bei der VW AG, in: Scheer, A.-W. (Hrsg.), Rechnungswesen und EDV, 10. Saarbrücker Arbeitstagung 1989, Heidelberg 1989, S. 210-229; persönliche Auskunft von Herrn W. Bär, Volkswagen AG.
- [BRO 94/MEY 01] Brown, C.E. und Gupta, U.G., Applying Case-Based Reasoning to the Accounting Domain, Intelligent Systems in Accounting, International Journal of Finance and Management 3 (1994) 3, S. 205-221; Meyer, S., Verarbeitung unscharfer Informationen für die fallbasierte Kostenschätzung im Angebotsengineering, Dissertation, Chemnitz 2001.
- [BUT 05] Butterwegge, G., Informationsverarbeitung in den Phasen von Markttransaktionen mit konfigurierbaren Gütern, Aachen 2005, Abschnitt 4.3.
- [DAU 93] Daube, K., CIM-orientierte Kostenrechnung, Berlin 1993, S. 211.
- [DIS 77] Distler, J., Das Kostenrechnungssystem der Stahlwerke Röchling-Burbach als Hilfsmittel der Betriebssteuerung unter besonderer Berücksichtigung der Richtkostenrechnung, Stahl und Eisen 97 (1977) 7, S. 342-349.
- [EIS 90] Eisele, R., Konzeption und Wirtschaftlichkeit rechnerintegrierter Planungssysteme, München-Wien 1990.
- [FOR 02] Forsthuber, H., SAP-Finanzwesen für Anwender, Praktische Einführung in SAP FI 4.6, Bonn 2002.

- [FOS 90] Foster, G. und Gupta, M., Manufacturing Overhead Cost Driver Analysis, *Journal of Accounting and Economics* 12 (1990) 12, S. 309-337.
- [FRI 03] Friedl, G., Hilz, C. und Plendl, B., *Controlling mit SAP R/3*, Wiesbaden 2003, S: 145-148.
- [GRÖ 93] Gröner, L., *Entwicklungsbegleitende Vorkalkulation*, Heidelberg u.a. 1993, insbes. Kapitel 2.
- [GÜN 03] Günther, M., IT-gestütztes Prozesskostenmanagement als Basis effizienter Unternehmensanalyse, *Zeitschrift für Controlling & Management*, Sonderheft 2/2003, S. 40-47.
- [HOR 93] Horváth, P., Kieninger, M., Mayer, R. und Schimank, C., Prozeßkostenrechnung – oder wie die Praxis die Theorie überholt, *Die Betriebswirtschaft* 53 (1993) 5, S. 609-628.
- [HÜB 05] Persönliche Auskunft von Herrn S. Hübner, Océ-Deutschland GmbH.
- [KAP 99] Kaplan, R.S., Cooper, R., *Prozesskostenrechnung als Managementinstrument*, Frankfurt-New York 1999.
- [KIE 90] Kiewert, A., Kostenfrüherkennung in der Konstruktion durch Kopplung von CAD und Kostenrechnung, in: Scheer, A.-W. (Hrsg.), *Rechnungswesen und EDV*, 11. Saarbrücker Arbeitstagung 1990, Heidelberg 1990, S. 350-378.
- [KLE 75] Klein, H., *Elektronische Datenverarbeitung im Vertrieb*, Stuttgart-Wiesbaden 1975.
- [LAC 89] Lackes, R., *EDV-orientiertes Kosteninformationssystem*, Wiesbaden 1989, S. 204-230.
- [LEV 96] Levitan, A. und Gupta, M., Using Genetic Algorithms to Optimize the Selection of Cost Drivers in Activity-based Costing, *Intelligent Systems in Accounting, Finance and Management* 5 (1996) 5, S. 129-145.
- [LUS 99/WIT 00] Lusti, M., *Data Warehousing und Data Mining – Eine Einführung in entscheidungsunterstützende Systeme*, Berlin 1999; Wittmann, T., Hunscher, M., Kischka, P. und Ruhland, J., *Data Mining – Entwicklung und Einsatz robuster Verfahren für betriebswirtschaftliche Anwendungen*, Frankfurt 2000.
- [MÄN 95] Männel, W., *Prozesskostenrechnung*, Wiesbaden 1995.
- [MED 05] Mederer, M., Mertens, P., Große-Wilde, J. und Zeller, A.J., Portalgestütztes Risikomanagement in der Exportfinanzierung – Konzeption und Realisierung, *Banking and Information Technology* 6 (2005) 2, S. 30-40.
- [MEY 97/MEY 03] Meyer-Pries, L., Computergestützte Abschlussüberwachung im Rahmen des Abschlusserstellungsprozesses durch den steuerberatenden Berufsstand, Dissertation, Nürnberg 1997; persönliche Auskunft von Herrn L. Meyer-Pries, DATEV eG.
- [MIE 95] Miebach, J., Nutzung von EDIFACT im steuerlichen Berufsstand unter besonderer Berücksichtigung der Buchungssatzgenerierung, Dissertation, Nürnberg 1995.
- [MÖH 99] Möhrlen, R. und Kokot, F. (Hrsg.), *SAP R/3 Controlling*, München 1999, S. 232.
- [NUD 80] Nuding, K., Die flexible Plankostenrechnung als Primärkostenrechnung, in: Kilger, W. und Scheer, A.-W. (Hrsg.), *Plankosten- und Deckungsbeitragsrechnung in der Praxis*, Würzburg-Wien 1980, S. 94-116.
- [PEL 94] Pelka, J., *Konzernbuchführung*, Stuttgart 1994.
- [PFA 03/SKI 03] Pfaff, D., Skiera, B. und Weitzel, T., Datenintegration in Finanzprozessen, in: Dittrich, K., König, W., Oberweis, A., Rannenberg, K. und Wahlster, W. (Hrsg.), *Informatik 2003, Innovative Informatikanwendungen*, Beiträge der 33. Jahrestagung der Gesellschaft für Informatik e. V. (GI), Band 1, Bonn

- 2003, S. 165-168; Skiera, B., König, W., Gensler, S., Weitzel, T., Beimborn, D., Blumenberg, St., Franke, J. und Pfaff, D., Financial-Chain-Management – Prozessanalyse, Effizienzpotenziale und Outsourcing, Frankfurt 2003.
- [REC 97] Rechberg, U. von, Systemgestützte Kostenschätzung, Eine Controlling-Perspektive, Wiesbaden 1997.
- [REN 91] Renner, A., Kostenorientierte Produktionssteuerung, Anwendung der Prozeßkostenrechnung in einem datenbankgestützten Modell für flexibel automatisierte Produktionssysteme, München 1991, S. 107.
- [SAK 94] Sakurai, M. und Keating, P.J., Target Costing und Activity-Based Costing, Controlling 6 (1994) 2, S. 84-91.
- [SCHÄ 97] Persönliche Auskunft von Herrn G. Schäfer, B. Braun Melsungen AG.
- [SCHE 04] Schellhase, Th., Rechnung per Mausklick, is report o. Jg. (2004) 10, S. 26-29.
- [SCHE 06] Scheffler, W., Besteuerung von Unternehmen, Band II, 4. Aufl., Heidelberg 2006, S. 193.
- [SEI 03] Seischek, S., Schäfer, S., Wagner, M. und Seibt, D., Electronic Bill Presentment and Payment, Das Wirtschaftsstudium 32 (2003) 1, S. 90-97.
- [TEM 80] Tempus, H., Optimale Produktionsplanung mit Hilfe der Grenzplankostenrechnung in einem Unternehmen der chemischen Industrie, in: Kilger, W. und Scheer, A.-W. (Hrsg.), Plankosten- und Deckungsbeitragsrechnung in der Praxis, Würzburg-Wien 1980, S. 233-250.
- [TEU 00] Bei Teufel u.a. ist skizziert, wie die Währungsproblematik im Kostenstellenrechnungs-Modul des SAP-Systems angegangen wird: Teufel, T., Röhricht, J. und Willems, P., SAP-Prozesse: Finanzwesen und Controlling, München u.a. 2000, S. 212.
- [WID 62] Widmer, U.H., Kostenprognosen mit mathematisch-statistischen Methoden für Angebotskalkulation und Budget, Zürich 1962, S. 108-109.

### 3.10 Personalsektor

#### 3.10.1 Überblick

Wenn man von Planungs- und Kontrollsystmen absieht und sich auf die Administrations- und Dispositionssysteme beschränkt, können im Personalsektor sieben Typen von Anwendungssystemen beschrieben werden:

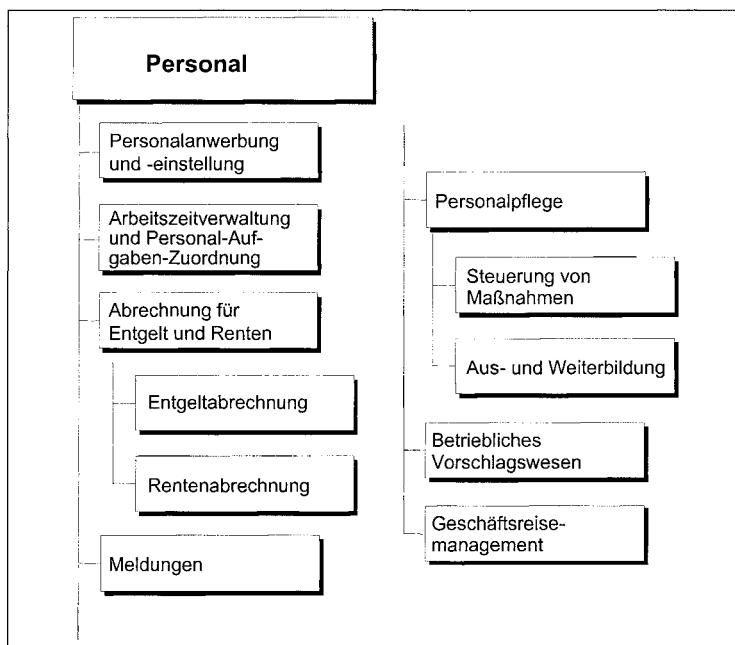


Abb. 3.10.1/1 Teilfunktionsmodell des Personalsektors

- 1) Administrations- und Dispositionssysteme, die bei der Suche und der Einstellung neuer Mitarbeiter helfen.
- 2) Systeme zur Arbeitszeitverwaltung und zur Personal-Aufgaben-Zuordnung (vgl. das Beispiel SP-EXPERT in Abschnitt 3.10.3).
- 3) Abrechnungssysteme für Entgelt und Renten. Die Hauptaufgabe liegt hier bei Berechnungen.
- 4) Meldesysteme. Mit ihrer Hilfe werden vielfältige Meldungen über Bestands- und Bewegungsdaten im Personalbereich an betriebsexterne Instanzen erzeugt.
- 5) Systeme zur Personalpflege. Sie tragen dazu bei, die termingerechte Durchführung von Maßnahmen zu sichern.
- 6) Administrationssysteme zum betrieblichen Vorschlagswesen.
- 7) Systeme zur Administration und Disposition von Geschäftsreisen (Travel Management).

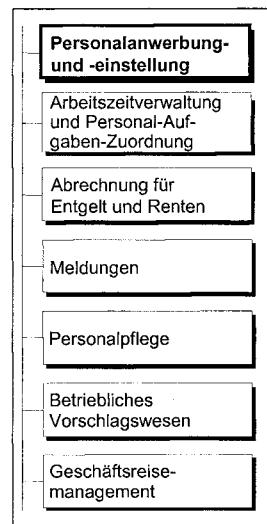
Eine gewisse Schwerpunktverlagerung von den Positionen 3) und 4) zu den Punkten 1), 2) und 4) bis 6) hat dazu geführt, dass man diesen IV-Anwendungskomplex auch als **Human-**

**Resource-Management-System (HRMS)** bezeichnet. SAP verwendet die Bezeichnung **Human Capital Management (HCM)**.

Um die Administration in der Personalverwaltung zu rationalisieren und zu beschleunigen, neigen insbesondere große Unternehmen dazu, einen Teil der Aufgaben, sowohl was Dateneingabe als auch Auskunftserteilung betrifft, von Verwaltungskräften auf die Mitarbeiter selbst zu verlagern („Employee-Self-Service“). Beispiele sind die Meldung von Adress- oder Familienstandsänderungen, der Wechsel der Mobilfunknummer und Auskünfte über den Stand von Arbeitszeitkonten. Hilfsmittel ist ein Mitarbeiter-Portal. Die Herausforderung besteht darin, dieses Portal im Wege der Individualisierung so benutzungsfreundlich zu gestalten, dass auch in administrativen Prozeduren nicht geschulte Betriebsangehörige problemlos damit umgehen können. Zum Beispiel können ausländische Mitarbeiter wählen, ob sie in ihrer Muttersprache kommunizieren möchten. Andererseits kann das Unternehmen die Individualisierung nicht so weit treiben, dass Zehntausende von Portal-Versionen nach Aufbau und Inhalt unterschiedlich sind. Ein Lösungsweg besteht darin, dass man die Portale mit speziellen Konfiguratoren ausstattet, mit deren Hilfe der Mitarbeiter in gewissen Grenzen seine eigenen Vorlieben und Abneigungen zur Geltung bringt.

### 3.10.2 Personalanwerbung und -einstellung

Soweit Stellenangebote auf elektronischem Wege an ausgewählte Medien und so genannte Jobbörsen gehen (SAP spricht in diesem Zusammenhang von „Posting Management“), können die im Industriebetrieb in ein Bildschirm-Menü eingegebenen Daten automatisch verteilt werden. Es wird – z. B. in der **SAP-Komponente HCM** – angestrebt, die eintreffenden Bewerbungen durch Profilvergleiche teilautomatisch zu filtern. Dies ist dann leichter, wenn auch die Jobbörsen die Bewerbungen in stark strukturierter Form (z. B. Art der bisher ausgeübten Tätigkeiten getrennt vom „Vom-bis-Feld“) erfassen. Oft wandern die Bewerbungsinformationen in einem Workflow zu den Instanzen, deren Bewertung eingeholt werden soll. Der Stand des Durchlaufes (z. B. Termin von Vorstellungsgesprächen) muss abgefragt werden können. Wenn Personen eingestellt werden, sollten die gespeicherten Daten automatisch in die Mitarbeiterstammsätze übertragen werden, um personelle Datenerfassungs-Vorgänge zu erübrigen. In großen Unternehmen sind oft zahlreiche Instanzen von dem Eintritt des neuen Belegschaftsmitgliedes zu verständigen, sodass sich ebenfalls ein WMS anbietet.



Zumindest Unternehmen, die von Bewerbern stark gesucht sind, bauen sich Bewerber-Datenbanken auf („Talent Relationship Management“). So speichert man im **Philips-Konzern** Bewerbungen, die nicht zu einem Stellenangebot führen, ein Jahr lang. Tritt ein neuer Personalbedarf auf, so wird gegen diesen Datenbestand abgeglichen [OV 05].

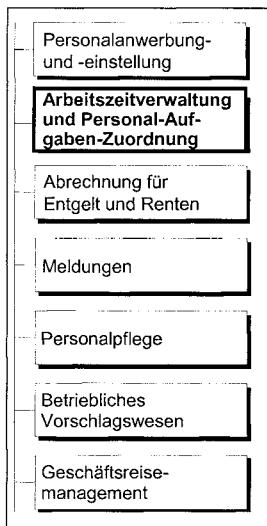
Da auch das Vertragsanbahnungsverhältnis unter das Allgemeine Gleichbehandlungsgesetz fällt, ist es sehr wichtig, die Datensätze so zu definieren, dass nur formale Qualifikationen (z. B. Sprachkenntnisse, Branchenwissen, Studienfach) gespeichert werden. Viele Betriebe vermeiden, Datenfelder für Religion oder Nationalität oder auch Fotos anzulegen, weil diese als Indiz gewertet werden könnten, dass bei Auswahlentscheidungen unzulässige Merkmale beigezogen werden. Dem gleichen Zweck dienen Bibliotheken mit juristisch geprüften Aus-

schreibungsvorlagen und besondere Dokumentationen des Bewerbungsverfahrens zur Beweisführung vor Arbeitsgerichten [OV 07].

Wichtigste Eingaben:	Personalbedarf mit Merkmalen, Profile von Kandidaten und Bewerbern, Resultate von Überprüfungen, Tests, Vorstellungsgesprächen, Ausküfte/Referenzen, Absprachen mit Bewerbern (z. B. Ausbildungsstationen, vorgesehene Kurse)
Wichtigste Anzeigen und Ausdrucke:	Gespeicherte Kandidaten, offene Stellen, Adressen und Profile von Jobbörsen, Stand des Durchlaufs von Bewerbungen, Bilanz der offenen Stellen
Wichtigste Dialogfunktionen:	Alternative Zuordnungen
Nutzeffekte:	Gute Ausnutzung des Kandidaten- und Bewerberpools, verbesserte Zuordnung von Menschen und Arbeitsplätzen

Abb. 3.10.2/1 Personalanwerbung und -einstellung

### 3.10.3 Arbeitszeitverwaltung und Personal-Aufgaben-Zuordnung



IV-Lösungen gestatten es, die **Anwesenheitszeiterfassung** zu verfeinern. Insbesondere können die beiden Hauptanforderungen an Gleitzeitsysteme, „ausreichende Information des Mitarbeiters über den Stand seines Zeitkontos“ und „Übernahme der Arbeitszeiten in die Entgeltabrechnung“, leichter erfüllt werden. Von den vielen möglichen und realisierten Konzepten sei hier ein solches mit einem dedizierten Gleitzeitrechner herausgegriffen: Beim Kommen und Gehen zieht der Mitarbeiter seinen maschinenlesbaren Werksausweis durch ein Zeiterfassungsterminal. Daraus wird die Personalnummer entnommen und zusammen mit der Uhrzeit gespeichert. Dabei überprüft das Anwendungssystem den Kommt-Geht-Rhythmus und macht den Arbeitnehmer gegebenenfalls auf Unstimmigkeiten aufmerksam (vgl. auch die Integration von Anwesenheitszeit- und Betriebsdatenerfassung in Abschnitt 3.5.2.9.1). Gleichzeitig können dem Mitarbeiter die aufge laufene Anwesenheitszeitsumme und der Soll-Ist-Saldo angezeigt werden. Sonder-, Fehl- und Korrekturzeiten lassen sich an einem besonderen Terminal eingeben. Zum Schluss der täglichen Gleitzeitspanne wird ein Tagesabschluss erstellt, aus dem auch zu ersehen ist, bei welchen Mitarbeitern die Geht-Meldung fehlt. Am Ende der Erfassungsperiode (z. B. Monat) ermittelt das Anwendungssystem den Gleitzeitsaldo. Ist die Zahl der vorgearbeiteten Stunden größer als der zulässige Maximalwert, so wird nur mit dem Maximalwert weitergearbeitet. Die gespeicherten Anwesenheitsdaten können für die Entgeltabrechnung genutzt werden [OV o.J.].

Flexible und differenzierte Formen der Arbeitszeit [OEC 06] schaffen besondere Herausforderungen für die IV. Die Systeme sind durch enge Verzahnung von Arbeitszeitplanung, Einsatzdisposition, Anwesenheitszeitkontrolle und Entlohnung gekennzeichnet. Eine Übersicht ist bei Wildemann [WIL 90] zu finden.

Zur computergestützten Administration und Disposition der flexiblen Arbeitszeit müssen die Tarif- bzw. Betriebsvereinbarungen mithilfe so genannter **Zeitmodelle** abgespeichert werden. (Eine Vielzahl von Anregungen erhält man bei [LIN 01].) Bei den Stammdaten eines jeden Mitarbeiters ist zu vermerken, welches von gegebenenfalls mehreren Modellen für ihn gültig ist.

Wichtigste Eingaben:	Stundenmeldungen, Anwesenheits- und Abwesenheitsmeldungen
Wichtigste Anzeigen und Ausdrucke:	Meldungen über Anwesenheitszeiten, Zeitsalden, Gleitzeitkonten, Urlaubskonten, Kontrollberichte zur Einhaltung von Arbeitszeit-Vereinbarungen, Jubiläen
Wichtigste Dialogfunktionen:	Simulation alternativer Aufteilungen der Arbeitszeit auf Mitarbeitergruppen und Kostenstellen
Nutzeffekte:	Beherrschung komplizierter Arbeitszeitregelungen, Entlastung von Disponenten, stärkere Berücksichtigung von individuellen Wünschen und Restriktionen

Abb. 3.10.3/1 Arbeitszeitverwaltung und Personal-Aufgaben-Zuordnung

Auf der Grundlage der gespeicherten Daten kann das IV-System vor allem folgende Aufgaben übernehmen [RÖD 85]:

- 1) Anzeige der aktuellen Zeitsalden von Mitarbeitern und Mitarbeitergruppen für die einzelnen Belegschaftsmitglieder und für die Personalverwaltung (vergleichbar der Anzeige von Gleitzeitkontoständen).
- 2) Frühwarnung durch Hochrechnung der Zeitsalden, sodass rechtzeitig Maßnahmen ergriffen werden können, die die Einhaltung der vereinbarten Durchschnittswerte sichern.
- 3) Überprüfung, ob Einstellungen bzw. Ausscheiden einzelner Mitarbeiter oder auch neue Arbeitszeitdispositionen bei einzelnen Mitarbeitern oder Mitarbeitergruppen Restriktionen verletzen, etwa vereinbarte Durchschnittswerte oder die Bedingung, dass von einer Gruppe von Arbeitsplätzen in der Kundendienstzentrale jederzeit mindestens einer besetzt sein muss.
- 4) Ausgabe von Kontrollberichten (z. B. zu Krankenständen) für die Personalverwaltung und den Betriebsrat.

Der maschinenlesbare Werksausweis kann auch für weitere Zwecke, wie z. B. zur **Zugangskontrolle** zu Rechenzentren und Lagern oder für die Bezahlung von Kantinenverpflegung oder Benzin an Werkstattstellen, benutzt werden.

#### **PRAKTISCHES BEISPIEL**

CC ist ein Mitarbeiterausweis der **Siemens AG**. Die Abkürzung steht für Company Card, Corporate Card und Contactless Chip. Durch Konzentration wichtiger Funktionen wie Zutrittskontrolle, Zeiterfassung und elektronische Geldbörse auf einer Chipkarte wird das Medium zum komfortablen und sicheren Universalschlüssel für die Mitarbeiter. Das Zutrittskontroll- und Zeiterfassungs-System der Siemens AG wurde unter anderem um die Funktionen Kantinenmanagement (vgl. Abschnitt 3.11.4), Tankdatenerfassung und elektronische Geldbörse erweitert [PRE 05].

Bei sehr flexiblen Arbeitszeitmodellen benötigt der Betrieb nicht nur ein Administrationssystem mit der genannten Funktionalität; vielmehr erwartet man auch Dispositionshilfen.

#### **PRAKTISCHES BEISPIEL**

Bei der **Carglass GmbH**, die Fahrzeugglas austauscht und repariert, sind die Mitarbeiter zum größten Teil in über 175 „Service Centers“ tätig. Sie müssen entsprechend dem Auftragsanfall sehr flexibel eingesetzt werden. Daher benötigen die Führungskräfte, z. B. die Leiter der Service Center, sehr detaillierte Informationen zu Überstunden, Minderarbeitszeiten, Kapazitätsauslastungen und Urlaubsplänen. Die Zeitdaten werden nicht über ein spezielles Zeiterfassungsterminal, sondern per Web Browser eingegeben und über ein „Virtual Private Network“ (VPN) an einen zentralen Server übermittelt [MER 03/JÜL 05].

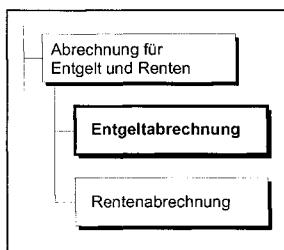
Die (teil-)automatische Personal-Aufgaben-Zuordnung und die damit verbundene Speicherung von Mitarbeiterprofilen sind sowohl hinsichtlich der Algorithmen [MOS 79/NIE 79/CLE 79] als auch des Datenschutzes umstritten. Erörterungen hierzu haben Heinrich und Pils [HEI 79] angestellt. Hier bieten sich wissensbasierte Systeme an, die z. B. auf einem „Personalleitstand“ Vorschläge zur Zuordnung von Arbeitnehmern zu Schichten bzw. Aufgaben unterbreiten oder die Veranlassungen des menschlichen Disponenten überprüfen.

Das wissensbasierte System **SP-EXPERT** der **Interflex Datensysteme GmbH & Co. KG** hält in seiner Datenbasis die Qualitätsanforderungen der Arbeitsplätze sowie die Fähigkeiten der Mitarbeiter und deren Einsatzpräferenzen. Minimal- und Maximalanforderungen der Arbeitsplätze werden in so genannten Profilbibliotheken abgelegt. Mit unterschiedlichen Prognoseverfahren kann man die kurzfristige Veränderung des Personalbedarfs abschätzen. Benutzerdefinierte bzw. parametrisierbare Regeln sorgen unter anderem dafür, dass weder maximale Arbeitszeiten über- noch minimale Pausenzeiten unterschritten werden oder dass einem Nachtdienst nicht unmittelbar ein Tagdienst folgt. Im Zweifel werden jenen Mitarbeitern bestimmte Aufgaben zugewiesen, deren Zeitkontostand niedrig ist und die hinreichend qualifiziert sind, eine Funktion am Arbeitsplatz zu besetzen. Für einen Arbeiter kurzfristig zugemutete Einsätze bzw. Umdispositionen seiner Freizeit können ihm besondere Punkte gegeben und diese dann in Gutschriften auf seinem Zeitkonto umgewandelt werden. Mit SP-EXPERT lassen sich die Auswirkungen von geänderten Schichtzyklen oder alternativen Arbeitszeitmodellen auf den Betrieb simulieren [FEL 98/FEL 07].

In den bisherigen Betrachtungen sind wir davon ausgegangen, dass die Mitarbeiter eines Unternehmens den Arbeitsplätzen des gleichen Betriebes zuzuordnen sind und umgekehrt. Es ist nicht ausgeschlossen, dass in Zukunft mehrere Unternehmen einer Region als „Extended Enterprise“ auftreten. Ein Unternehmen mit vorübergehendem Überschuss an Personal würde dieses an ein benachbartes mit temporärem Personalbedarf abtreten. Dabei mögen die zahlreichen „Jobbörsen“ im Internet, die ein breites Spektrum an Arbeitskräften vermitteln, ein Hilfsmittel sein [MAI 00].

### 3.10.4 Abrechnung für Entgelt und Renten

#### 3.10.4.1 Entgeltarechnung



In diesem Abschnitt sollen die Programme zur Lohn-, Gehalts-, Ausbildungsbeihilfe-, Provisions- und Rentenabrechnung gemeinsam kurz behandelt werden. Die Übernahme dieser Programme auf die automatisierte Informationsverarbeitung ist vergleichsweise einfach, man kann hier wie kaum an anderen Stellen personelle Abläufe kopieren bzw. gesetzliche und Tarifvertrags-Vorschriften „abprogrammieren“. Rationalisierungsvorteile sind oft leicht nachweisbar. Allerdings sind durch die Vielzahl von gesetzlichen Bestimmungen, die Verfeinerung der Tarifverträge, das größere Spektrum an gesetzlichen, tariflichen und freiwilligen vermögenswirksamen Leistungen, Erfolgsbeteiligungen und Ähnliches sowie vor allem auch durch die verhältnismäßig rasche Änderung der Vorschriften erhebliche Probleme bei der Weiterentwicklung und Pflege der IV-Systeme entstanden.

Aufgaben der Entgeltarechnungsprogramme sind die Auflösung aller Formen der Gruppenentlohnung (z. B. von Gruppenprämien), die Ermittlung der Bruttolöhne, -gehälter und -provisionen sowie der Ausbildungsbeihilfen aufgrund von Leistungs- und Anwesenheitszeiten oder Mengen- bzw. Umsatzausleistungen (bei der Provisionsabrechnung), die Ermittlung

von Lohnbestandteilen für besondere Tätigkeiten, wie z. B. für „Springer“ an Montagebändern, die Bestimmung von Zuschlägen, wie z. B. Feiertagszuschlägen, und Prämien, die Feststellung von Entgelten in Sonderperioden, insbesondere Kurzarbeit, die Berechnung von Nettolöhnen und -gehältern unter Berücksichtigung der Steuern (eventuell mit gleitendem Lohnsteuerjahresausgleich, Einrechnung von Vor-Arbeitgeber-Daten und Progressionsvorbehalt bei Lohnersatzleistungen), Sozialabgaben und sonstigen Abzügen, die Feststellung privatrechtlicher Lohnabzüge, z. B. bei Verpfändung oder Verzinsung/Tilgung von Arbeitgeberdarlehen, sowie die Feststellung der Erfolgsanteile und vermögenswirksamen Leistungen.

Neuere Modelle der Erfolgs- und Vermögensbeteiligung sind oft sehr kompliziert.

### **PRAKTISCHES BEISPIEL**

Beim STAR-Programm der **SAP AG** bekommen Angestellte Rechte in Abhängigkeit von ihrer Leistung (beurteilt durch die jeweilige Führungskraft). Wenn der Marktpreis der SAP-Aktie im Laufe des Bemessungszeitraums steigt, erhält der Teilnehmer eine Auszahlung über den Wertsteigerungsbetrag, der nach folgender Methodik ermittelt wird:

Der Einstiegswert errechnet sich aus dem Durchschnitt der Schlusskurse der SAP-Aktie in den 20 Börsentagen nach dem Tag der Veröffentlichung der vorläufigen Ergebnisse für das Geschäftsjahr, in dem die STARs zugeteilt werden.

Die Wertentwicklung der SAP-Aktie wird über einen Zeitraum von zwei Jahren gemessen und jedes Quartal ermittelt. Falls der Quartalswert den Einstiegswert übersteigt, geht die Differenz (Wertsteigerung) kumuliert in den Endwert ein.

Der Endwert (Summe aller Quartalswertsteigerungen), multipliziert mit der Anzahl der Rechte, wird in zwei Raten in den anschließenden beiden Folgejahren ausgezahlt.

Wegen der relativ komplizierten Berechnung ist es wichtig, dass das IV-System den aktuellen Wert der Rechte kalkuliert. Diese Informationen werden auf einem Mitarbeiter-Portal publiziert, welches mit anderen Mitarbeiter-Portal-Teilen (Portlets), wie z. B. virtuellen schwarzen Brettern oder so genannten **B2E** (Business-to-Employee)-Marktplätzen, gekoppelt ist [RIE 05/SAP 07].

Im Normalfall werden die Abrechnungen für alle Mitarbeiter periodisch im Stapelbetrieb durchgeführt. Es sollten aber auch Einzelabrechnungen im Dialog möglich sein, etwa wenn ein Gastarbeiter kurzfristig in seine Heimat zurückkehren möchte und dafür seinen Lohn und seine Papiere braucht.

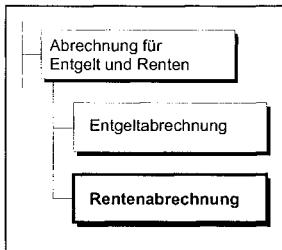
Wichtigste Eingaben:	Lohnscheine, Vorschüsse, Sonderzahlungen, Sonderabzüge (z. B. Pfändungen), Korrekturmeldungen zu vergangenen Abrechnungen (z. B. Nachzahlungen)
Wichtigste Anzeigen und Ausdrucke:	Stammdaten von Mitarbeitern, Lohnabrechnungen, Gehaltsabrechnungen, Provisionsabrechnungen, Abrechnungen der Ausbildungshilfen, Darlehensabrechnungen, Krankenkassen-Abrechnungslisten, Meldungen für die Sozialversicherung, Meldungen für die Statistischen Ämter, z. B. Verdiensterhebung, Lohnsteuerkarten-Aufkleber, Überweisungen (mit Sammlern) für Entlohnung sowie vermögenswirksame Leistungen, Begleitzettel für Datenträgeraustausch mit Banken, Kontoauszüge für Arbeitgeber-Darlehen
Wichtigste Dialogfunktionen:	
Nutzeffekte:	Rationalisierung der Entgeltausrechnung, Verfeinerung der Entlohnungssysteme

Abb. 3.10.4.1/1 Entgeltausrechnung

Verschiedentlich wird die Auffassung vertreten, dass die IIV eine stärkere Differenzierung der Lohnsysteme erlaube. Beispielsweise sind Provisionsabrechnungen auf der Basis von Deckungsbeiträgen oder **Rangstufenprovisionen** [KLE 75] leichter möglich. Da der Entgeltabrechnungsaufwand nicht mehr die gleiche Bedeutung hat wie früher, kann man sogar den Gedanken realisieren, der zuweilen mit der psychologischen Theorie von den Bedürfnisschichten vorgetragen wird, nämlich die gleiche Arbeit, die von verschiedenen Mitarbeitern im gleichen Bereich geleistet wird, nach unterschiedlichen, auf die Persönlichkeit und Wünsche der einzelnen Arbeitnehmer zugeschnittenen Prämien systemen, zu entlohnern. Reizvoll in diesem Zusammenhang erscheint auch der so genannte **Cafeteria-Ansatz**, der dem Mitarbeiter innerhalb eines bestimmten finanziellen Rahmens die Möglichkeit eröffnet, die Zusammensetzung verschiedener Entgeltbestandteile und anderer betrieblicher Leistungen selbst zu bestimmen (z. B. freie Mahlzeiten, Firmenwagen, Versicherungen) [BER 07]. Wegen der gerade in Deutschland sehr komplizierten Ausstrahlungen auf die Belastung mit Steuern und Sozialabgaben mag es sich bei anspruchsvoller Cafeteria-Systemen, vor allem wenn Kombinationen von Leistungen (z. B. Dienstwagen und Direktversicherung) erlaubt sind, empfehlen, ein spezielles wissensbasiertes Beratungssystem einzusetzen; Anregungen findet man bei Edinger [EDI 02].

Meistens enthalten Programme der Entgeltabrechnung Module zur Abwicklung des zugehörigen Zahlungsverkehrs.

### 3.10.4.2 Rentenabrechnung



Aufgabe des Programms **Rentenabrechnung** ist es, die den Versorgungsempfängern zustehenden Bezüge zu ermitteln, eine entsprechende Abrechnungsmeldung und die zugehörigen Dokumente zu drucken und durch Aufbau von Transferspeichern die Verbuchung vorzubereiten.

In vielen Lebenssituationen benötigen Mitarbeiter **Auskünfte über Rentenanwartschaften**, so z. B., wenn sie gravierende berufliche Veränderungen erwägen. In diese Berechnungen

fließt eine Vielzahl von Daten ein (betriebsspezifische Versorgungsregelungen, Kürzungsvorschriften einschließlich der Berücksichtigung einer Rente aus der gesetzlichen Sozialversicherung bzw. einer befreienden Lebensversicherung). Das **SAP-Modul HCM** sieht eine eigene Komponente „BAV“ für die betriebliche Altersversorgung mit einer speziellen Datenbank vor, in der alle Bewegungsdaten pro Mitarbeiter festgehalten werden [LÜB 01]. Aufgabe der IV ist es nicht nur, mit diesen Daten zu rechnen; vielmehr fehlen oft einige Zahlen. In solchen Fällen muss das Programm mit Näherungswerten operieren, etwa mit einem Faktor, der im jährlichen Rentenanpassungsgesetz der Bundesregierung publiziert wird.

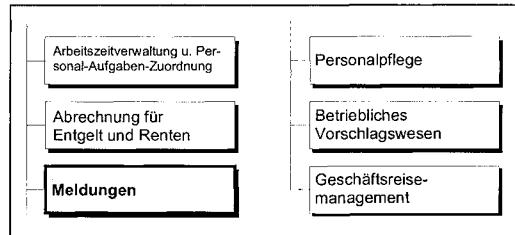
Zur Rentenabrechnung im weiteren Sinne gehört auch die Bereitstellung von Werten für die Berechnung der **Pensionsrückstellung**. Es ist zu beachten, dass hierfür nicht nur die Daten der jeweiligen Versorgungsempfänger, sondern auch die der noch aktiven Rentenanwärter herangezogen werden müssen.

Wichtigste Eingaben:	
Wichtigste Anzeigen und Ausdrucke:	Abrechnungsmeldungen, Überweisungen (mit Sammler) für Rentner
Wichtigste Dialogfunktionen:	
Nutzeffekte:	Rationalisierung der Rentenabrechnung

Abb. 3.10.4.2/1 Rentenabrechnung

### 3.10.5 Meldungen

Im Personalsektor sind, zum Teil aus gesetzlichen Gründen, zahlreiche Meldungen notwendig, die meist nichts anderes als Ausdrucke bestimmter Felder der Personaldatenbasis darstellen. Wichtige Meldungen sind Abbildung 3.10.5/1 zu entnehmen [OLF 05].



- 1) Meldungen an das Arbeitsamt
- 2) Lohnnachweise für die Berufsgenossenschaften
- 3) Meldungen an die Industrie- und Handelskammer (IHK)
- 4) Lohnsteueranmeldungen beim Finanzamt
- 5) Entgeltnachweise an die Sozialversicherungen

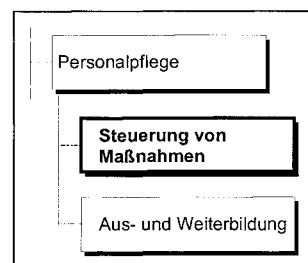
Abb. 3.10.5/1 Typische Mitteilungen von Meldeprogrammen

### 3.10.6 Personalpflege

#### 3.10.6.1 Steuerung von Maßnahmen

Die in der Personaldatenbank festgehaltenen Informationen dienen im Sinne Aktionsorientierter IV (vgl. Abschnitt 1.1) als Grundlage für Aufforderungen, die der Computer kurz vor der geplanten Durchführung ausdrückt oder in die elektronischen Briefkästen der Betroffenen stellt.

Die Termine können fest gespeichert sein oder vom Programm so ermittelt werden, dass sich eine möglichst gleichmäßige Belastung jener Personen und Institutionen einstellt, die für die Maßnahme verantwortlich sind. Beispiele dazu enthält die Abbildung 3.10.6.1/1.



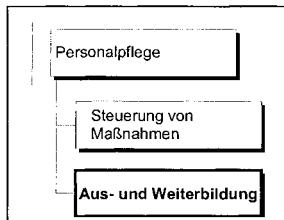
Gegebenenfalls können die Veranlassungen von Rücklaufdokumenten begleitet oder selbst als solche gestaltet sein, um die neuen Informationen rationeller in die Datenbank zu übertragen.

### Aufforderungen

- 1) an die Belegschaftsmitglieder, sich bestimmten medizinischen Routine-Untersuchungen zu unterziehen
- 2) an Führungskräfte, die neuesten formalen Beurteilungen ihrer Mitarbeiter durchzuführen und zu melden
- 3) an Führungskräfte, die Beförderung von Mitarbeitern im Rahmen eines formalisierten Aufstiegssystems zu erwägen
- 4) an die Personalabteilung, die Versetzung von Mitarbeitern an andere Arbeitsplätze im In- und Ausland im Rahmen eines Job-Rotation-Plans vorzubereiten
- 5) an die Personalabteilung, wegen Fristablauf bestimmte Maßnahmen einzuleiten (Beispiele: Ablauf von Probezeiten, Gehaltsveränderungen durch Alterssprünge, Sonderzahlungen bei Jubiläen, Ablauf der Arbeitserlaubnis bei „Nicht-EU-Ausländern“)
- 6) zum Besuch von Lehrveranstaltungen im Rahmen eines Aus- und Weiterbildungskonzeptes

Abb. 3.10.6.1/1 Typische Aufforderungen im Rahmen der Personalpflege

### 3.10.6.2 Aus- und Weiterbildung



In den Aus- und Weiterbildungsabteilungen größerer Unternehmen gilt es, eine Vielzahl von Personal-, Veranstaltungs- und Ressourcendaten zusammenzuspielen, um die Weiterbildungsmaßnahmen zu disponieren und einschlägige Zuordnungsprobleme zu lösen. Hinzu kommen unter dem Stichwort **Computer-Based Training (CBT)** bzw. „**E-Learning**“ alle Formen des computergestützten Lernens. Diese stehen in aller Regel allein, sie sind also nicht in die Integrierte Informationsverarbeitung des Industrieunternehmens eingebettet. (Allenfalls werden die Ergebnisse von Kursen in den Personalstammsätzen vermerkt.) Einen guten Überblick erhält man bei [BOD 93].

Das folgende Beispiel verdeutlicht die Aufgaben des **Seminarmagements**.

### PRAKTISCHES BEISPIEL

Bei der **Hilti Servicegesellschaft GbR** erleichtert ein „Seminarmanager“ die Planung von Aus- und Weiterbildungsmaßnahmen [BRÜ 91/KÄP 05]. Das Anwendungssystem verknüpft die Teilnehmer-, Seminar- und Referentendateien sowie die Informationen über Raumangebote. In der Raum-Stammdaten sind über die Platzkapazität hinaus auch die Ausrüstungsmerkmale gespeichert (z. B.: „Ist ein Beamer vorhanden?“); diese Datei erstreckt sich auf unternehmensinterne Besprechungszimmer ebenso wie auf Säle in Hotels und andere Veranstaltungsstätten. Alle relevanten persönlichen Daten der Mitarbeiter werden in der Teilnehmerdatei gespeichert. Aus dieser überträgt das System Auszüge in die Personalstammsätze, z. B., wenn eine Mitarbeiterin einen Kurs absolviert hat. Die Referentendatei gibt Auskunft über die Verfügbarkeit von Dozenten zu bestimmten Themen und hält Beurteilungen über bereits abgeholtene Seminare vor.

Eine Aufgabe des „Seminarmangers“ ist es, Bedingungen abzuprüfen, so z. B., ob Mindest-Teilnehmerzahlen erreicht werden, die angemeldeten Teilnehmer fachliche Voraussetzungen (etwa vorherigen Besuch eines anderen Kurses) erfüllen oder ob eine bestimmte Räumlichkeit den technischen Anforderungen einer Schulungsveranstaltung entspricht. Das System übernimmt administrative Aufgaben, wenn Bedingungen nicht erfüllt sind. So benachrichtigt es z. B. Mitarbeiter, die auf einer Warteliste stehen, sobald ein Platz frei wird. Fällt ein Seminar aus, so versucht es, die Angemeldeten auf eine andere Schulungsveranstaltung umzubuchen. Die Kosten der Aus- und Weiterbildungsmaßnahmen werden den Teil-

nehmern automatisch zugeschlüsselt. So kann die Bildungscontrollerin „auf Knopfdruck“ alle Seminare und Teilnehmer des Abrechnungsmonats zusammen mit den Kosten der Maßnahme sehen und erkennen, welche Beträge das Unternehmen in das Training einzelner Mitarbeiter investiert hat.

Der „Seminarmanager“ erfassst alle Neueinstellungen im Unternehmen und ordnet automatisch Einschulungsseminare, z. B. „Willkommen bei Hilti“, zu. Aus der so genannten Seminarhistorie kann jeder Mitarbeiter seine Weiterbildungsmaßnahmen ersehen. Das System generiert Auswertungen für die Vorgesetzten, damit sie den Personalentwicklungsbedarf für das Folgejahr ermitteln und finanziell planen können.

Wichtigste Eingaben:	Mitarbeiter-Zielgruppen, -Präferenzen, Umdispositionen
Wichtigste Anzeigen und Ausdrucke:	Statistiken, Interessenten- und Wartelisten, Dispositionsvorschläge
Wichtigste Dialogfunktionen:	Planung der Raumbelegung, Umdispositionen
Nutzeffekte:	Reduzierter Verwaltungsaufwand, Lösung von Zuordnungsproblemen, vereinfachte Abwicklung

Abb. 3.10.6.2/1 Aus- und Weiterbildung

### 3.10.7 Betriebliches Vorschlagswesen

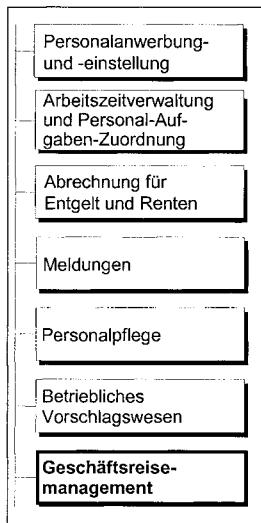
Mehrere Veranlassungen sind auch mit dem betrieblichen Vorschlagswesen verbunden [WAC 90/SCHO 91]. Beispielsweise werden Eingangsbestätigungen, Aufforderungen zur Bewertung an einzelne Gutachter oder an Evaluierungsausschüsse und Mitteilungen an die Einreicher ausgegeben. Bei Terminüberschreitungen können die Gutachter automatisch erinnert werden. Im Zentrum eines solchen Systems steht ein Vormerkspeicher, der nach dem Eintreffen des betrieblichen Verbesserungsvorschlags eröffnet und in dem jeder Bearbeitungsschritt festgehalten wird. Durch Auswertung des Vormerkspeichers erhalten Führungskräfte Hinweise auf betriebliche Schwachstellen, die in der Mitarbeiterschaft bekannt sind. Dieser Prozess eignet sich gut für ein WMS.

Wichtigste Eingaben:	Verbesserungs-/Veränderungsvorschläge, Verteiler, Termine
Wichtigste Anzeigen und Ausdrucke:	Eingangsbestätigungen, Bewertungsaufforderungen, Mitteilung an Einreicher
Wichtigste Dialogfunktionen:	Bewertung von Vorschlägen
Nutzeffekte:	Aufzeigen von Schwachstellen im Unternehmen, systematisches Erfassen von Vorschlägen, Mitarbeiter-Motivation durch zügige Reaktion auf Vorschläge

Abb. 3.10.7/1 Betriebliches Vorschlagswesen

### 3.10.8 Geschäftsreisemanagement (Travel Management)

In großen, international tätigen Unternehmen fällt eine so erhebliche Zahl von Geschäftsreisen an, dass sich deren Administration und Disposition mit einem IV-System lohnen. So rechnet man beispielsweise bei der **Siemens AG** mit 1,5 Millionen Reisen pro Jahr allein in Deutschland, wobei in der Verwaltung Kosten von etwa 50 € pro Reise veranschlagt werden. Auch geringe Effizienzgewinne in diesem Bereich können daher insgesamt zu erheblichen Einsparungen führen [MEY 03].



Den Geschäftsreiseprozess kann man sich in einem so genannten **TMS** (Travel-Management-System [MEY 01]) wie folgt abgebildet vorstellen.

Zunächst spezifiziert der Reisende seinen Reisewunsch am Bildschirm. Nach seiner Rückkehr findet er in seiner Mailbox ein Reiseabrechnungsformular vor, das mit allen verfügbaren Daten aus der Reservierung bereits vorausgefüllt ist („Prepopulation“). Er überprüft lediglich diese Daten und fügt Barauslagen hinzu. Eine zusätzliche Vereinfachung ergibt sich durch den Einsatz einer SmartCard, die nicht nur als Kreditkarte dient, sondern auch alle getätigten Transaktionen im Detail auf dem integrierten Chip festhält, sodass diese nach Abschluss der Reise direkt in die Abrechnung übertragen werden können.

Das Reiseabrechnungssystem ermittelt automatisch Spesensätze und Steuerabzüge, leitet den Vorgang an den Vorgesetzten zur Genehmigung und anschließend an die Finanzbuchhaltung zur Auszahlung weiter.

Eine besondere Herausforderung liegt in der zwischenbetrieblichen Integration der IV-Systeme von Reisedienstleistern und Kreditkartenunternehmen mit denen des Industriebetriebs.

Sowohl die im Rahmen der Reservierung als auch die bei der Reiseabrechnung gespeicherten Daten können als Basis für ein **Travel-Management-Führungsinformationssystem** („Travel Data Warehouse“) auf der Ebene der Planungs- und Kontrollsysteme dienen (vgl. Band 2).

### PRAKTISCHES BEISPIEL

Bei der **DaimlerChrysler AG** ist der Reisende über das Intranet mit dem **SAP Travel Management** als Web-Applikation verbunden. Die „**Online-Booking-Engine**“ (OBE) von SAP ermöglicht den direkten Zugriff auf das **Computer-Reservierungs-System (CRS)** des Reisedienstleisters **AMADEUS**. Reisende können hier ohne vorherigen Reiseantrag Flüge, Hotels, Mietwagen sowie bei der Deutschen Bahn buchen. Darüber hinaus sorgt eine Schnittstelle zwischen **SAP-OBE** und dem zentralen Konzern-Reisebüro (Travel Service Center) für einen ständigen Datenaustausch [ERN 05]. Die Rückmeldungen filtert die Booking Engine hinsichtlich Reiserichtlinien und bevorzugter Reiseanbieter. Der Reisende bekommt schließlich die verfügbaren und zulässigen Alternativen zur Auswahl angezeigt. Die gewählte Alternative wird nun reserviert und das Ticket ausgestellt. Der Reisende erhält einen Reiseplan mit allen relevanten Informationen, den er sich ausdrucken kann. Mit so genannten elektronischen Tickets kann auch auf die heute noch notwendige physische Zustellung der Scheine verzichtet werden [TQ3 05].

Wichtigste Eingaben:	Buchungsdaten (Datum/Uhrzeit der Reise, Verkehrsmittel, Abfahrts- und Zielort, Kostenstelle usw.), Mitarbeiter-Präferenzen
Wichtigste Anzeigen und Ausdrucke:	Reisedokumente, Mitarbeiter mit bestimmtem Reiseziel („Boten“)
Wichtigste Dialogfunktionen:	Zusammenstellung der Reiseroute und Verkehrsmittel
Nutzeffekte:	Rationalisierung der Geschäftsreiseverwaltung, Koordination von Geschäftsreisen

Abb. 3.10.8/1 Geschäftsreisemanagement

### 3.10.9 Anmerkungen zu Abschnitt 3.10

- [BER 07] Berthel, J. und Becker, F.G., Personal-Management, Grundzüge für Konzeptionen betrieblicher Personalarbeit, 8. Aufl., Stuttgart 2007, S. 474-477.
- [BOD 93] Bodendorf, F. und Hofmann, J., Computer in der betrieblichen Weiterbildung, München-Wien 1993, S. 210.
- [BRÜ 91/KÄP 05] Brückner, M., Auf Knopfdruck schlägt das Programm geeignete Mitarbeiter für Schulungen vor, Wirtschaftswoche 45 (1991) 33, Beilage Karriere, S. K3; persönliche Auskunft von Frau E. Käppel, Hilti Servicegesellschaft GbR.
- [EDI 02] Edinger, T., Cafeteria-Systeme. Ein EDV-gestützter Ansatz zur Gestaltung der Arbeitnehmerentlohnung, Dissertation, Erlangen-Nürnberg 2002.
- [ERN 05] Persönliche Auskunft von Herrn M. Ernst, DaimlerChrysler AG.
- [FEL 98/FEL 07] Feldmann, H.-W., Droth, D. und Nachtrab, R., Personal- und Arbeitszeitplanung mit SP-EXPERT, WIRTSCHAFTSINFORMATIK 40 (1998) 2, S. 142-149; persönliche Auskunft von Herrn H.-W. Feldmann, Interflex Datensysteme GmbH & Co. KG.
- [HEI 79] Heinrich, L.J. und Pils, M., Betriebsinformatik im Personalbereich, Würzburg-Wien 1979, S. 112.
- [KLE 75] Klein, H., Elektronische Datenverarbeitung im Vertrieb, Stuttgart-Wiesbaden 1975, S. 144-146.
- [LIN 01] Linnenkohl, K. und Rauschenberg, H.-J., Arbeitszeitflexibilisierung, 4. Aufl., Heidelberg 2001.
- [LÜB 01] Lübke, C. und Ringling, S., Personalwirtschaft mit mySAP HR, Prozessorientierte Einführung – Rollenbasierte Anwendung, Bonn 2001, hier insbes. Kap. 9.
- [MAI 00] Maier, M., Kronewald, K. und Mertens, P., Vernetzte Jobbörsen und Unternehmensnetzwerke – eine Vision, WIRTSCHAFTSINFORMATIK 42 (2000) Sonderheft, S. 124-131.
- [MER 03/JÜL 05] Merk, S., Kontinuierliche Expansion erfordert optimiertes Arbeitszeitmanagement, IT-Director o.Jg. (2003) 9, S. 52-53; persönliche Auskunft von Frau Y. Jülich, Carglass GmbH.
- [MEY 01] Meyer-Ewald, S., Travel-Management-System (TMS), in: Mertens, P. u.a. (Hrsg.), Lexikon der Wirtschaftsinformatik, 4. Aufl., Berlin u.a. 2001, S. 481.
- [MEY 03] Persönliche Auskunft von Herrn S. Meyer-Ewald, Siemens AG.
- [MOS 79/NIE 79/CLE 79] Moser, G., Das Assignment-Problem im Personal-Informations-Entscheidungs-System, in: Reber, G. (Hrsg.), Personalinformationssysteme, Stuttgart 1979, S. 204-264; Niehaus, R.J., Computerunterstützte Personal-Zuordnungsmodelle: Gegenwärtiger Stand und Entwicklungstendenzen, ebenda, S. 265-279; Cleff, S.H., Das Cleff Job Matching System. Entstehungsgeschichte und gegenwärtiger Entwicklungsstand, ebenda, S. 372-396.
- [OEC 06] Oechsler, W.A., Personal und Arbeit, 8. Aufl., München-Wien 2006.
- [OLF 05] Olfert, K., Personalwirtschaft, 10. Aufl., Ludwigshafen 2005, S. 550.
- [OV o.J.] O.V., Die Darstellung beruht teilweise auf Unterlagen der Firma J. Hengstler KG.
- [OV 05] O.V., Bachelor haben die gleichen Chancen, WISU 34 (2005) 10, S. 1146.
- [OV 07] O.V., Personalsysteme sichern Gleichbehandlung, Computer Zeitung vom 2007-03-05, S. 9.
- [PRE 05] Persönliche Auskunft von Herrn H. Preßl, Siemens AG.

- [RIE 05/SAP 07] Persönliche Auskunft von Frau M. Riedel, SAP AG; SAP AG (Hrsg.), Aktien-optionsprogramme (Mai 2005), <http://www.sap.com/germany/company/investor/stock/stockoptions/index.epx>, Abruf am 2007-05-09.
- [RÖD 85] Rödiger, J., Konzeption einer EDV-Unterstützung von Regelungen für neuere Formen der betrieblichen Arbeitszeit, Diplomarbeit, Nürnberg 1985.
- [TQ3 05] TQ3 Travel Solutions (Hrsg.), *the art of travel management*, Ein Projekt von TQ3 Travel Solutions und DaimlerChrysler, Bremen 2005.
- [WAC 90/SCHO 91] Wachtel, H.J., BeVOS – ein innovatives EDV-Bearbeitungssystem für das Betriebliche Vorschlagswesen bei Boehringer Mannheim GmbH, in: Bellgardt, P. (Hrsg.), *EDV-Einsatz im Personalwesen*, Heidelberg 1990, S. 186-206; vgl. auch Scholz, C., *Leitfaden PC im Personalbereich*, Köln 1991, S. 138-148.
- [WIL 90] Wildemann, H. (Hrsg.), *Arbeitszeitmanagement und Fertigungsorganisation*, 4. Fertigungswirtschaftliches Kolloquium am 1990-11-13 und 1990-11-14, Tagungsband, München 1990.

### 3.11 Sektor Anlagenmanagement

#### 3.11.1 Überblick

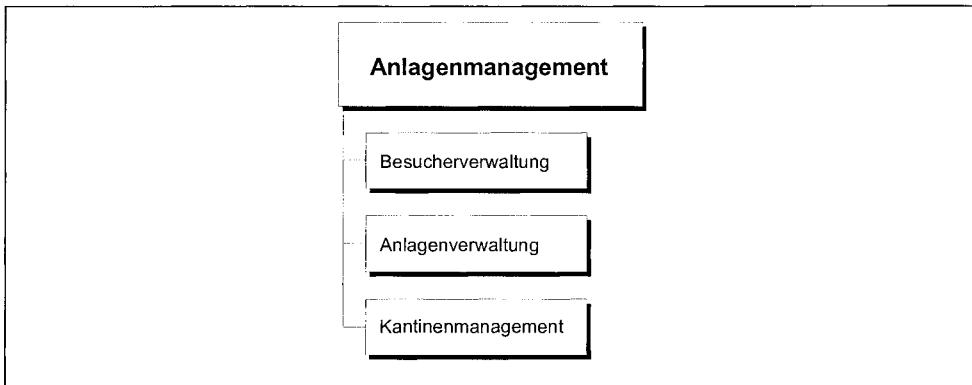
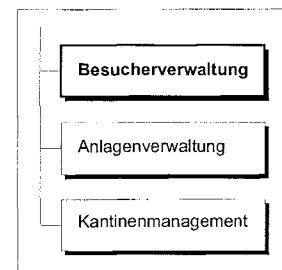


Abb. 3.11.1/1 Teifunktionsmodell des Anlagenmanagements

In diesem Kapitel beschreiben wir Anwendungssysteme, die anlagenbezogene, meist administrative Vorgänge abwickeln. Im Zentrum stehen Gebäude. Dazu gehören die Verwaltung von Besuchern, von Gebäuden und im weiteren Sinn auch von Kantinen. In der angelsächsischen Literatur wird der Begriff **Facility Management** oder **Computer Aided Facility Management (CAFM)** benutzt [NÄV 06]. Zum Teil werden auch die Anlagenbuchhaltung (vgl. Abschnitt 3.9.5.3) und die Instandhaltung von Maschinen in der Produktion (vgl. Abschnitt 3.5.3) zum Anlagenmanagement gerechnet.

#### 3.11.2 Besucherverwaltung

Wenn ein Besucher an der Pförtnerloge vorspricht, kann ein Anwendungssystem nach Eingabe eines Matchcodes prüfen, ob dieser Besucher schon bekannt ist und für ihn Stammdaten angelegt sind. Es druckt dann einen Besucherausweis, ergänzt das „**Automatische Gästebuch**“ und verständigt gegebenenfalls den innerbetrieblichen Gastgeber über E-Mail. In einer eleganteren Version wird eine schematische Darstellung des Weges von der Pforte zum Zielort im Werksgelände ausgegeben, sodass der Besucher nicht abgeholt oder begleitet werden muss. Das IV-System kann Besucherstatistiken erstellen und hilft bei der Kontrolle der Anwesenheitszeit von Vertragspartnern (z. B. Unternehmensberatern, Handwerkern oder Putzkolonnen). Durch die Überprüfung, ob alle angemeldeten Besucher das Gelände auch wieder verlassen haben, assistiert es dem **Werkschutz**.



#### PRAKTISCHES BEISPIEL

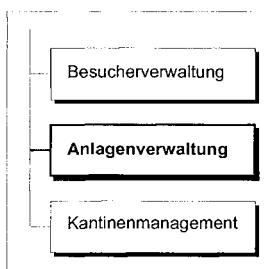
Am Stammsitz des Automatisierungsspezialisten **Festo AG & Co. KG** in Esslingen treffen sich im TechnologieCenter laufend unterschiedliche Arbeitsteams aus dem In- und Ausland. Die internen Arbeitsstrukturen ändern sich häufig. Allein 3.000 Mitarbeiter am Standort und Experten aus 53 Landesgesellschaften nutzen die offenen Kommunikationsstrukturen mit flexibel buchbaren Besprechungs- und Konferenzräumen. Ein Online-System im Intranet ermöglicht es, unabhängig vom Standort, Räume zu reservieren. Zur Orientierung im Ge-

bäude können Mitarbeiter mit dem Leitsystem **Aleeks** der Firma **ag4** online oder über ihr Mobiltelefon Räume, Arbeitsmittel oder auch einzelne Arbeitsplätze buchen. Der Mitarbeiter registriert sich im Intranet, sodass sein Aufenthaltsort bekannt ist. Die Türschilder müssen nicht verändert werden. Besucher erhalten am Eingang eine SmartCard, auf der ihr Gesprächspartner verzeichnet ist. Im Gebäude verteilte Terminals führen sie zum richtigen Büro. Gleichzeitig verhindern Zugangskontrollen, dass Gäste von außen auf dem Weg zu einem Termin in Gebäudebereiche gelangen, zu denen sie keinen Zutritt haben [STO 02/HAC 05].

Wichtigste Eingaben:	Besucherdaten
Wichtigste Anzeigen und Ausdrucke:	Besucherausweis, Wegbeschreibung, Besucherstatistiken, -historie
Wichtigste Dialogfunktionen:	
Nutzeffekte:	Rationalisierung der Besucherverwaltung, Unterstützung des Werkschutzes

Abb. 3.11.2/1 Besucherverwaltung

### 3.11.3 Anlagenverwaltung



Unter Anlagenverwaltung verstehen wir hier die rechnergestützte Steuerung und Überwachung von Anlagen, vor allem von modern ausgestatteten Gebäudekomplexen („intelligente Gebäude“). Zum großen Teil handelt es sich um die **Regelung physikalischer Prozesse** oder auch allgemein um Beiträge zum betrieblichen Energiemanagement [BRO 07] (unter anderem Kühlwasser- und Lufttemperatur, Jalousieneinstellung als Funktion der Sonneneinstrahlung).

Man mag aber auch Verbindungslien zur betriebswirtschaftlichen Informationsverarbeitung ziehen. Ein Beispiel sind Zugangskontrollsystme für sicherheitsrelevante Gebäudeteile. Bei Feueralarm druckt ein Gebäudem Managementsystem situationsbezogene Wegekarten, die die Brandbekämpfung erleichtern.

Datenbanken über den baulichen Zustand von Anlagenteilen oder die Belegung von Räumen (zusammen mit deren Ausstattung, etwa mit PCs, Kommunikationstechnik, Sicherheitstechnik einschließlich Schließanlagen, Energieversorgung zusammen mit der Zähler- und Abrechnungsorganisation oder Erleichterungen für Behinderte) sind bei Umzügen oder anderen Reorganisationen hilfreich. Dieses so genannte **Flächenmanagement** wird durch Elemente der grafischen Datenverarbeitung sowie des CAD (vgl. Abschnitt 3.1.3; zur Verbindung von CAD und Flächenmanagement auch [BRA 07]) erleichtert: Die Zusammenfassung von Räumen zu Organisations- oder Mieteinheiten gleicht zuweilen einem „Puzzle“, und mit den genannten Instrumenten kann man, wie Erfahrungen bei der **Siemens Business Services GmbH & Co. OHG** zeigen, Dispositionsalternativen veranschaulichen [GEY 98] (vgl. auch Band 2). Die Mietverträge und Grundbucheintragungen, die überwacht werden müssen, lassen sich als Vormerksspeicher darstellen.

Ein anderes Modul der Anlagenverwaltung ist das **Vertragsmanagement** mit der Konfiguration von Verträgen aus Norm-Bausteinen, mit der Terminverfolgung, z. B. von Vertragsdauern und Kündigungszeitpunkten (rechtzeitige automatische Wiedervorlage!). Es bezieht sich auf Miet- und Pachtverträge, Betreuungsverträge (Hausverwaltungen), Dienstleistungsverträge (z. B. für Reinigungs- oder Wartungsleistungen) oder Versicherungsverträge [REI 04].

Zuweilen wird auch ein separates Modul „**Reinigungsmanagement**“ abgegrenzt. Es zeigt enge Verwandtschaft zur Anlageninstandhaltung (vgl. Abschnitt 3.5.3).

Die von den Benutzern angeforderten Hilfen durch den Hausmeisterdienst bzw. Reparaturen können als so genannte To-do-Liste im Vormerksspeicher festgehalten werden. Diese dienen auch der Kontrolle durch die Unternehmensleitung.

Sowohl die technischen als auch die betriebswirtschaftlichen Ist-Daten, Soll-Ist-Abweichungen und die Dispositionsvorschläge können auf einen **Anlagen- oder Gebäudeleitstand** gespielt werden („Anlagen- oder Gebäudeleittechnik“). Die abgespeicherten Ist-Daten, z. B. über Störungshäufigkeiten und -dauern, geben eine gute Grundlage für die Instandhaltungsplanung (vgl. Abschnitt 3.5.3) ab.

Wichtigste Eingaben:	Störungen, Service-Anforderungen, Veranlassung von Reparaturen nach ungeplanten Ausfällen
Wichtigste Anzeigen und Ausdrucke:	Belegungspläne, Störungshäufigkeiten, Statistiken (Soll-Ist-Abweichungen), Dispositionsvorschläge, Wegekarten, laufende Instandhaltungsaufträge, Instandhaltungsdurchführungsdokumente
Wichtigste Dialogfunktionen:	
Nutzeffekte:	Energieeinsparung, verbesserte Instandhaltungsplanung, sichere Realisierung des Instandhaltungsplans, höhere Effizienz von technischen Systemen (Klimaanlagen etc.)

Abb. 3.11.3/1 Anlagenverwaltung

Die Anlagenverwaltung steht in vielfältigen Integrationsbeziehungen. Charakteristisch dafür sind die Beiträge von Komponenten im **SAP-System** (Modul **RE/Real Estate**) zum Immobilienmanagement, wie sie in Abbildung 3.11.3/2 zum Ausdruck kommen.

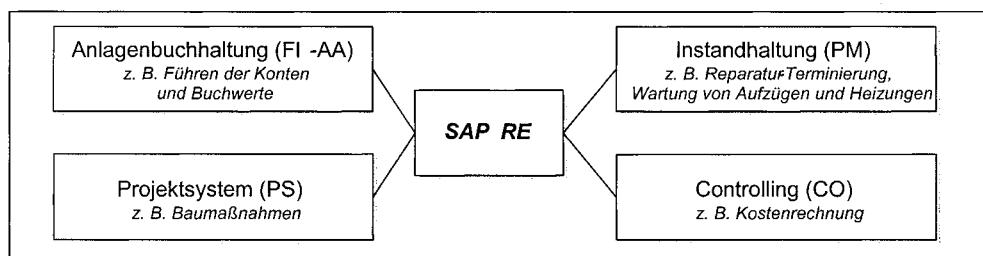


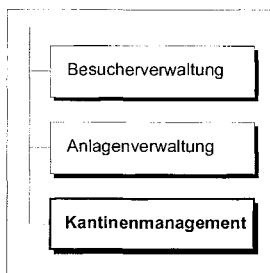
Abb. 3.11.3/2 Integrationsbeziehungen des SAP-Moduls RE [SAP 07]

### PRAKTISCHE BEISPIELE

- Der **Pharma-Konzern Schering** hat sein CAFM-System in das konzernweite Intranet eingebettet. Zu diesem System gehören unter anderem ein Flächen- und Belegungsmanagement, das Reinigungsmanagement, das Störungsmanagement und eine Buchung von Konferenzräumen. Das CAFM-System ist mit einem Intranet-Telefonbuch verbunden, das es erlaubt, Personen nicht nur anhand ihres Namens zu finden, sondern auch nach Standorten, Gebäuden oder Räumen zu suchen. Beim Störungsmanagement werden die Gruppen „Meldende“, „Qualifizierende“ (Mitarbeiter der Hotline), „Ausführende“ (interne und externe Werkstätten) und „Überwachende“ (Controller, Kostenstellenverantwortliche) definiert, welche unterschiedliche Zugangsrechte besitzen und auch auf sie zugeschnittene Informationen zur Verfügung gestellt bekommen [MAY 06].

- 2) Besonders schwierige Aufgaben sind mit dem Anlagenmanagement der **Flughafen München GmbH** verbunden. Dort stehen vor allem die Verwaltung der Mietverträge, das Reinigungsmanagement und einige Besonderheiten wie die Schließanlagenverwaltung im Mittelpunkt. Eine wichtige Rolle spielt das System **VisMan** (*Visualization and Management of Buildings, Surface Areas, Technical Facilities*) [MAY 06]. Es vereint Elemente von CAD, CAFM und GIS (*Geografisches Informationssystem*, vgl. Band 2).

### 3.11.4 Kantinenmanagement



Das Kantinenmanagement verlangt im reduzierten Umfang nach Funktionen, die auch in anderen Bereichen eingesetzt werden. Zu denken ist vor allem an die Beschaffungs-, Essens- und Mitarbeitereinsatzplanung. Eine intelligente Essensplanung kann zum einen auf Abwechslung und Ausgewogenheit zielen und zum anderen Vorschläge zur Nutzung ungeplanter Bestände generieren. Rezepte mag man insofern als eine spezielle Form von Stücklisten auffassen. Werden elektronisch lesbare Mitarbeiterausweise verwendet, so besteht außerdem die Möglichkeit, die Zahlung des Essens direkt mit dem Gehalt zu verrechnen (vgl.

Abschnitt 3.10.4).

Wichtigste Eingaben:	Wareneingänge, Haltbarkeitsdaten, Warenabgänge
Wichtigste Anzeigen und Ausdrucke:	Essenspläne, Essensstatistiken, -historie
Wichtigste Dialogfunktionen:	Preisermittlung
Nutzeffekte:	Rationalisierung des Kantinenbetriebs, Abwechslung und Ausgewogenheit der Essensplanung

Abb. 3.11.4/1 Kantinenmanagement

#### PRAKTISCHES BEISPIEL

Die **HSG Höchst Service Gastronomie GmbH** arbeitet im Bereich der Warenwirtschaft mit einem IV-System, in dem Lieferanten- und Artikelstammdaten sowie Rezepturen für Menüs verwaltet werden. Daraus lassen sich Bestelldaten generieren, Angebotskalkulationen durchführen und Rechnungsdaten überprüfen.

Aus einem intelligenten Kassensystem werden Planungsdaten zum erforderlichen Mengengerüst und zur Personaleinsatzplanung ermittelt (Essensteilnehmer insgesamt, pro Stunde etc.). Zur Zahlung benutzt man elektronische lesbare Ausweise, welche unter anderem auch der Zugangskontrolle und Zeiterfassung dienen. Diese Karten werden mit Bargeld an den Aufwärtern aufgeladen. Eine Option für die weitergehende Reduzierung des Bargelds besteht darin, diese Karte über eine EC-Karte bargeldlos aufzuwerten.

Mit dem Einsatz eines elektronischen Ausweises können kundenspezifische Preise festgelegt und die Kosten verursachungsgerecht verteilt werden. Eine weitere Karte, die „Company Card“ (eine Kreditkarte), wird eingesetzt, wenn Kundenbetriebe, für die die HSG tätig ist, ihrerseits regelmäßige Geschäftspartner bewirten. Die Rechnungsstellung erfolgt am Monatsende [BAU 05].

### 3.11.5 Anmerkungen zu Abschnitt 3.11

- [BAU 05] Persönliche Auskunft von Frau U. Bauer, HSG Höchst Service Gastronomie GmbH.
- [BRA 07] Braun, H.-P., Oesterle, E. und Haller, P., Facility Management, Erfolg in der Immobilienbewirtschaftung, 5. Aufl., Berlin u.a. 2007.
- [BRO 07] Brodkorb, M. und Petala, E., Demand-Side Energiemanagement, IT Production Nr. 4 (2007), S. 25-26.
- [GEY 98] Geyer, H., Erfahrungen aus der Einführung von DV-Systemen für ein Immobilien Controlling, EUROFORUM-Fachkonferenz „EDV-Einsatz im Gebäude- und Immobilien-Management“, Freising 1998-07-09 (unveröffentlichtes Manuskript).
- [MAY 06] May, M. (Hrsg.), IT im Facility Management erfolgreich einsetzen, 2. Aufl., Berlin u.a. 2006.
- [NÄV 06] Nävy, J., Facility Management, 4. Aufl., Berlin u.a. 2006.
- [REI 04] Reinecke, W. und Böhm, G., Anwendungsfelder, in: May, M. (Hrsg.), IT im Facility Management erfolgreich einsetzen, Berlin u.a. 2004, S. 22-23.
- [SAP 07] In Anlehnung an: SAP AG (Hrsg.), SAP-Bibliothek – Immobilien (RE), [http://help.sap.com/saphelp\\_470/helpdata/de/2c/27544c456a11d18944000e829ffbd/frameset.htm](http://help.sap.com/saphelp_470/helpdata/de/2c/27544c456a11d18944000e829ffbd/frameset.htm), Abruf am 2007-05-30.
- [STO 02/HAC 05] Storn, A., Licht ohne Schalter, DIE ZEIT vom 2002-06-06; persönliche Auskunft von Frau C. Hackbarth, Festo AG & Co. KG.

## **4 Funktionsbereich- und Prozess-übergreifende Integrationskomplexe**

### **4.1 Produkt-Lebenszyklus-Management (PLM)**

Unter Produkt-Lebenszyklus-Management (**Product Lifecycle Management (PLM)**) wird die Sicht auf den gesamten Produktlebenszyklus verstanden. Ziel ist ein geschlossener Informationskreislauf von der Idee zu einem neuen Produkt bzw. der ersten Anfrage und Angebotsvorbereitung bis hin zur Betriebsphase beim Kunden und zur Entsorgung [EIG 05/HAR 04/SEI 03] bzw. zum Produkt-Stopp.

Um Geschäftsprozesse und Informationssysteme über diesen Zyklus hinweg zu integrieren, gilt es zunächst, sämtliche Erzeugnisdaten zu erfassen und in einem **Produkt-Daten-Modell (PDM)** abzubilden. Das Grundproblem besteht darin, dass die produktbezogenen Daten und Dokumente von unterschiedlichen Personen aus verschiedenen Quellen zusammengetragen werden und diese heterogene Klassifikationen benutzen sowie mannigfaltige Ausgabeformate erzeugen [ABR 97]. In diesem Sinne hat eine Sachmerkmalstabelle oder ein Werbe-video in der Regel einen anderen Entstehungs- und Änderungsprozess zu durchlaufen als ein Angebotstext oder eine Konstruktionszeichnung. Zudem sollen alle Bezugsgruppen eines Unternehmens miteinander über das gemeinsame Datenmodell kommunizieren, also auch Kunden und Zulieferer. Benutzer- und Rollenmodelle erlauben dabei spezifische Zugriffe und explizite Darstellungen für die einzelnen Nutzergruppen [STÜ 01].

Weiterhin muss das Management von Produktdaten eng mit Technologien zur Lieferkettenplanung (vgl. Abschnitt 4.4) und zum E-Procurement (vgl. Abschnitt 3.3.2.5) zusammenwachsen. Vor allem die Anbieter von Software für das Produktdatenmanagement (vgl. Abschnitt 3.1.3) versuchen seit Längerem, ihre Systeme zur unternehmensweiten Plattform für das Lebenszyklus-Management auszubauen. Dabei soll der Zugriff auf alle relevanten Systeme, Funktionen, Prozesse und Informationen über Portale direkt aus der PDM-Benutzungsoberfläche heraus erfolgen. Funktionserweiterungen von Produkt-Daten-Management-Systemen sind in diesem Zusammenhang beispielsweise:

- 1) die Verwendung der im Vertrieb gewonnenen Erkenntnisse für den Produktentwurf (z. B. „User Invented Products“, „Mass Customization“; vgl. Abschnitt 3.2.2.3),
- 2) der Entwurf von Produkten so, dass sie zum Supply Chain Management passen („Design for SCM“, vgl. Abschnitt 4.4),
- 3) der Zugriff auf elektronische Marktplätze sowie Zulieferer-Kataloge (vgl. Abschnitt 3.3),
- 4) die Einbindung der technischen Dokumentation, etwa im XML-Format,
- 5) die Integration von Groupware-Bausteinen,
- 6) die Abstimmung des Freigabe- und Änderungsmanagements in einer dauerhaften Kunden-Lieferanten-Beziehung (vgl. Abschnitt 4.2),
- 7) Kundenservice über das Internet (E-Service), z. B. Fehler-Ferndiagnose [RIC 01],
- 8) die Verwendung von Daten aus einem Reklamations-Workflow (vgl. Abschnitt 3.7.3) oder aus Entsorgungsinformationssystemen bei der Konstruktion von verbesserten Produkten.

Alle Hersteller von PLM-Werkzeugen bemühen sich um Schnittstellen, die eine Kommunikation zu den Systemen von Geschäftspartnern über das Internet erlauben. Die Herausforderung erkennt man an dem folgenden Beispiel: Bei einem Produzenten von Aluminiumfelgen, der mehrere **Automobilhersteller** beliefert, zeigt sich, dass ein bestimmtes Felgenmodell leicht Risse bekommt. Dieses wird sofort aus dem Programm genommen. Praktisch in Echtzeit muss es in allen im Internet verfügbaren Konfiguratoren (vgl. Abschnitt 3.2) und elektronischen Bestellsystemen unmöglich sein, diese Felge auszuwählen.

### PRAKTISCHE BEISPIELE

1. *Die **Brötje-Automation GmbH**, ein für die Flugzeugindustrie tätiger Anlagenhersteller, hat die früher 40 Aktenordner füllende Maschinen- und Anlagendokumentation auf einer CD gespeichert [HIN 07]. Ein spezielles Information-Retrieval-System erlaubt es z. B. nachzuweisen, welches Bauteil sich an welcher Stelle in der Anlage befindet, welche sicherheitsrelevanten Teile welche Materialprüfung durchlaufen haben und welche Qualitätszertifikate, Prüfprotokolle oder Wartungsanleitungen damit verknüpft sind.*
2. *In einer Organisationseinheit der **Siemens AG**, die Elektromaschinen nach Kundenwunsch produziert, benötigt man in den einzelnen Phasen des Lebenszyklus unter anderem die folgenden Dokumente: In der Orientierungsphase dienen dem Kunden Kataloge als Grundlage für eine Produktauswahl. Ist diese grob getroffen, so präzisiert der Kunde seine Wünsche zum Produkt. Die dafür bereitgehaltene Dokumentation besteht aus technischen und kaufmännischen Angebotsunterlagen. Bestellungen spezifizieren die Anforderungen des Kunden. Eine technische Produktdokumentation dient in der Realisierungsphase zur Umsetzung der Vorgaben sowie als Unterlage für die Fertigung. Das Protokoll zu Aufbau und Inbetriebnahme der Maschine hält alle Schritte fest, die notwendig waren, um das Produkt in einen funktionsfähigen Zustand zu versetzen. Instandhaltungs- und Service-Dokumentationen beinhalten Informationen zur Wartung des Erzeugnisses, vielleicht auch ein Kundendienst-Scheckheft. In der Nutzungsphase stellen Betriebsanleitungen und Handbücher die ordnungsgemäße Bedienung sicher und offerieren im Fehlerfall Hilfen. In der so genannten Retrofit-Phase helfen Umbauanleitungen bei den Erneuerungen des Aggregats [GRI 03/PRE 05].*
3. *Der Lebenszyklus von Produkten, die der **Haushaltsgeräte-Hersteller Miele & Cie. KG** fertigt, endet teilweise erst 20 Jahre nach der Produktion. Miele gibt für Ersatzteile eine bis 15-jährige Liefergarantie. Daher muss die Ersatzteildokumentation die gesamte Historie mit allen Abhängigkeiten zwischen den Einzelteilen enthalten, wozu sich Explosionszeichnungen anbieten.*

*In [MUC 06] findet man eine Beschreibung der Datenstrukturen, deren Kern die Hierarchie „Marke (Miele) → Artikelgruppe (z. B. Wäschetrockner) → Servicetyp (Varianten aus der Sicht des Kundendienst-Technikers) → Funktionsgruppe (z. B. Motor) → Ersatzteil (z. B. Wälzlager)“ ist.*

*Besondere Herausforderungen ergaben sich durch die Mehrsprachigkeit und die Übernahme der Altbestände aus der Zeit vor Einführung des Systems. Das System wurde mit dem **SAP-Produkt mySAP PLM** realisiert.*

In Unternehmen, in denen die Produktpflege kompliziert ist, z. B., weil in vielen Exportländern unterschiedliche gesetzliche Auflagen zu verschiedenen Zeitpunkten in Kraft treten oder weil eine Änderung am Produkt erhebliche Auswirkungen auf den Produktionsprozess (drohende Produktionsunterbrechung) und den Vertrieb hat, ist es wünschenswert, dass alle beteiligten Instanzen ihre Absichten und Pläne in einer zentralen Informationsbank festhal-

ten. Abbildung 4.1/1 zeigt den Informationsbedarf von Anwendern einer solchen Informationsbank in der **BMW Group**. Er wurde durch Interviews erhoben [KON 03].

- 1) Welche Maßnahmen sind zu welchem Zeitpunkt bei welchem Fahrzeugtyp geplant, um z. B. die Gesetzesanforderung „Fußgängerschutz (FGS) in Japan“ und/oder „FGS in den USA“ zu erfüllen?
- 2) Welche Maßnahmen setzen bei welchen Fahrzeugtypen im Jahr 2004 oder genau zu 09/2004 ein? Bei welchen dieser Maßnahmen handelt es sich um PU-Maßnahmen?
- 3) Welche Maßnahmen setzen zu welchem Termin z. B. beim 3er-Cabrio und beim Z4 ein?
- 4) Wann und bei welchen Fahrzeugtypen setzt die Maßnahme „neues Navigationsgerät“ ein?
- 5) Welche Maßnahmen werden noch bei den Modellen der aktuellen 3er-Reihe durchgeführt?
- 6) Wird die Maßnahme „neuer Dieselmotor M47 D20“ beispielsweise bei allen Modellen zu einem vom Marketing geplanten LZ-Termin durchgeführt? Aus welchem Grund setzt die Maßnahme beim 3er-Touring außerhalb der geplanten Termine ein?

Legende: LZ = Lebenszyklus, PU = Produktionsunterbrechung

Abb. 4.1/1 Ausgewählte Fragestellungen im Lebenszyklus-Management eines Automobilherstellers

## 4.2 Kundenbeziehungsmanagement (CRM)

Hippner und Wilde grenzen den Begriff **CRM** (**C**ustomer **R**elationship **M**anagement) wie folgt ab: „CRM ist eine kundenorientierte Unternehmensphilosophie, die mithilfe moderner Informations- und Kommunikationstechnologien versucht, auf lange Sicht profitable Kundenbeziehungen durch ganzheitliche und differenzierte Marketing-, Vertriebs- und Servicekonzepte aufzubauen und zu festigen.“ [HIP 03, S. 6]

CRM ersetzt das Ziel, einen hohen Anteil an einem Gesamtmarkt zu gewinnen, durch das Bestreben, einen größeren Anteil am Einkaufsumsatz bedeutender Kunden („Share of Wallet“) zu erringen. Zwar könnte eine „normale“ Marktanteilserhöhung auch dann erreicht werden, wenn man Kunden mit großer Neigung zum Lieferantenwechsel anwerben würde, dies wäre aber mit hohen Akquisitonskosten verbunden, und außerdem könnte man gerade solche Abnehmer auch wieder rasch verlieren. Konsequenterweise bezieht man den „Share of Wallet“ auf sehr langfristige Kundenumsätze („Lifetime-Umsatz“) [HIP 03, S. 7]. (Das Ziel darf aber nicht unkritisch verfolgt werden, weil die traditionelle Strategie, neue Kunden zu suchen, nicht grundsätzlich unterlegen ist [DIL 01].)

Abbildung 4.2/1 verdeutlicht die Integrationsbeziehungen. Im Mittelpunkt steht das **operative CRM** mit Bezügen zur Außendienstunterstützung (vgl. Abschnitt 3.2) und zum Kundendienst (Abschnitt 3.7). Als Informationsbasis können operative Datenbanken oder auch Data Warehouses bzw. Data Marts dienen, die wiederum von den Administrations- und Dispositionssystemen verschiedener Funktionsbereiche, insbesondere des Vertriebs, aber auch der Versandlogistik und des Kundendienstes, gefüllt werden. Das Zusammenspiel der operativen Systeme mit den Datenlagern mag über entscheidungsunterstützende Systeme wie Data Mining oder Database Marketing erfolgen, wie wir sie in Band 2 behandeln. So können z. B. besonders profitable Kunden herausgefunden und die Amortisation von Vertriebskampagnen berechnet werden [MAS 01]. Dieser Teil des CRM wird auch als **analytisches Customer Relationship Management** bezeichnet. Im analytischen CRM werden Kundenkontakte und Kundenreaktionen systematisch gespeichert, um so die nächsten Aktionen gut zu fundieren [NEC 05].

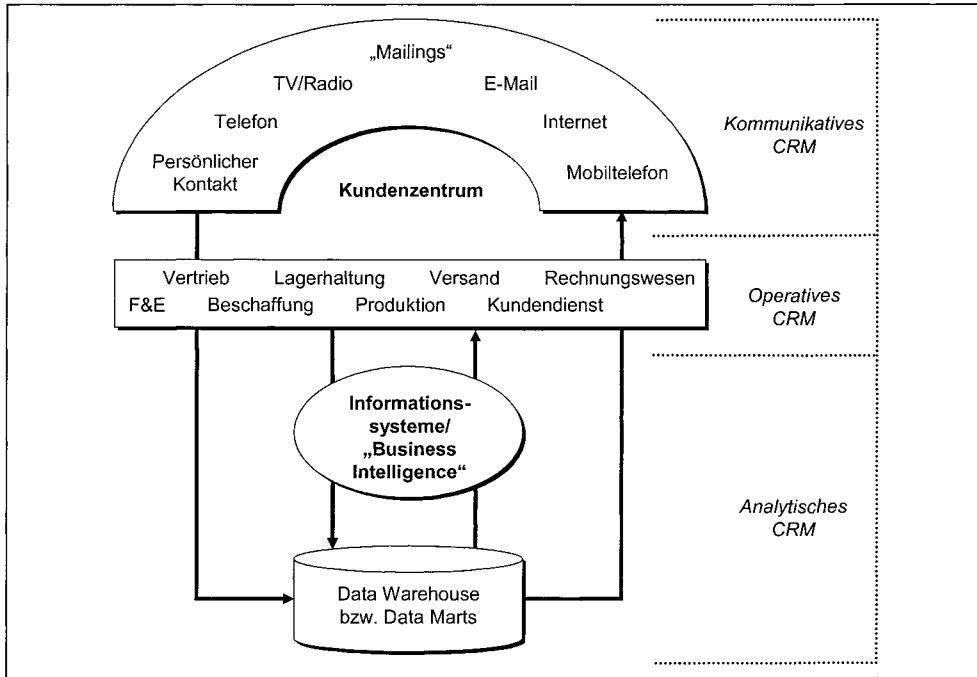


Abb. 4.2/1 Architektur eines CRM-Systems (in enger Anlehnung an [HIP 03, S. 14])

Im oberen Teil der Abbildung erkennt man ein **Kundenzentrum (Customer Interaction Center)** und damit eine Abteilung, welche die Kundenbeziehung auch in stark dezentralisierten Organisationen bis hin zu erweiterten Unternehmen (Extended Enterprises) bündeln soll (**One Face to the Customer/Single Point of Entry**). Diese Einrichtung bildet die Drehscheibe verschiedener personeller und rechnerunterstützter Kommunikationsvorgänge mit dem Kunden und wird daher auch als **kommunikatives CRM** bezeichnet. Es wird angestrebt, die einzelnen Kanäle nicht isoliert voneinander zu organisieren, sondern leichte Übergänge vorzusehen (**Multi-Channel-Prinzip**). Nachrichtentechnische Hilfsmittel hierzu sind die automatische Weiterleitung aller eingehenden Gespräche zu den einzelnen Mitarbeitern (Automatic Call Distribution), die Verbindung des IV-Systems mit der Telekommunikationsanlage CTI (vgl. Abschnitt 3.2.2.1) und die verzögerungsfreie („real time“) Bereitstellung von Informationen aus den operativen Datenbasen und den Data Warehouses, z. B. über offene Aufträge, den bisherigen Ablauf einer Reklamationsbearbeitung (vgl. Abschnitt 3.7.3) oder die Ergebnisse einer Kundenerfolgsrechnung. Man darf die Unterstützung eines solchen Kundenkontaktzentrums als Verallgemeinerung von Help Desks (vgl. Abschnitt 3.7.3) begreifen.

Ziel des **Kampagnenmanagements** ist es, dem richtigen Kunden das richtige Informations- und Leistungsangebot im richtigen Kommunikationsstil über den richtigen Kommunikationskanal zum richtigen Zeitpunkt zu vermitteln [HIP 04, S. 22]. Kampagnenmanagement ist eng mit dem Database Marketing verwandt [ENG 04, S. 340-343] (vgl. Band 2). Eine Herausforderung für die IV-Systeme liegt darin, alle Informationskanäle (z. B. Werbebriefaktionen, E-Mails, Anzeigen in Zeitschriften, Ansprache durch Außendienstmitarbeiter) zu synchronisieren („**Mehrkanal-Ansprache**“, „**Multi Channel Integration**“) [AMB 04]. Das Kampagnenmanagement kann man sich aus den Phasen Kampagnenplanung, Kampagnensteuerung und Kampagnenkontrolle zusammengesetzt denken. Zur Kampagnenplanung dienen vor allem

Auswertungen der Kundenhistorie, z. B. mithilfe von Data-Mining- und Text-Mining-Methoden. Die aus den internen Systemen gewonnenen Informationen müssen hierzu in individueller Weise mit solchen aus externen Quellen verbunden werden (vgl. Band 2). Die Wahl des passenden Kommunikationskanals für eine individuelle Kampagne ist eine weitgehend unstrukturierte Aufgabe (z. B. Kosten-Nutzen-Abwägung eines zusätzlichen Kanals); jedoch lassen sich durch Vergleiche von internen Kundenstammdaten – die vor allem in dezentralisierten Konzernen in unterschiedlichen Systemen gehalten werden – und extern bezogenen Adresslisten peinliche Situationen verhindern, die dann entstehen, wenn Kunden über mehrere Kanäle angesprochen werden. Gegenstand der Kampagnensteuerung ist vor allem die Auswahl der richtigen Reaktion auf die Rückmeldungen des Kunden, z. B. die automatische Verständigung der infrage kommenden Kontaktperson oder das Ablegen einer standardisierten Information im Kundenstammsatz. Im Gegensatz dazu geht es bei der Kampagnenauswertung darum, die Erfolge und Misserfolge im Sinne eines Führungsinformationssystems in geeigneter Form zusammenzufassen. In der Telekommunikationsbranche werden Kampagnen unter anderem durchgeführt, um Kunden, bei denen es wahrscheinlich ist, dass sie einen ablaufenden Vertrag nicht verlängern, „bei der Stange zu halten“ (Kündigungsprävention). Hier wäre ein Erfolgsmaßstab, wie viel Kunden nach der Kampagne den Vertrag verlängert haben.

CRM-Systeme lassen sich – oft unter Zukauf von Standardsoftware – „aus einem Guss“ entwerfen. Man mag aber auch schon vorhandene Anwendungssysteme aus dem Bereich Marketing und Vertrieb, wie z. B. elektronische Produktkataloge und Angebotssysteme (vgl. Abschnitt 3.2.2.3), das Database Marketing oder Help-Desk-Systeme, nachträglich integrieren. Amberg spricht in diesem Zusammenhang von **selektiven CRM-Systemen** [AMB 02].

Ein einfaches Element des CRM sind Kunden-Datenbanken, die Produzenten und Händler gemeinsam unterhalten. Es spielt dann z. B. keine Rolle, ob eine Kundenanfrage, eine Anregung oder eine Kundenbeschwerde zuerst beim Industrieunternehmen oder beim Händler landet, denn schwerfälliges und fehlerträchtiges Suchen nach der zuständigen Instanz beim Partner und die Weiterleitung von Nachrichten erübrigen sich. Ein solches System ist **Top Drive** der **BMW Group**.

#### 4.3 Computerintegrierte Fertigung (CIM)

Computer Integrated Manufacturing (**CIM**) verbindet vor allem die Funktionsbereiche Produktentwicklung und Produktion, hat aber auch Berührungspunkte zu Vertrieb, Lagerhaltung, Versand und Rechnungswesen (Abbildung 4.3/1).

Während der Produktentwicklung werden Grunddaten für das PPS-System, insbesondere die Stücklisten und die Arbeitspläne, generiert.

Weitere Datenaustauschbeziehungen sind unter anderem (vgl. auch [KER 95]):

- 1) Übergabe der Kundenspezifikationen aus dem Vertrieb an den Konstruktionsarbeitsplatz,
- 2) Grobkalkulation von Entwurfsalternativen mithilfe von Schnellkalkulationsmethoden (vgl. Abschnitt 3.9.2.3.1),
- 3) Übergabe der Daten von Produktionsaufträgen, deren Fertigungstermine feststehen, an die Versanddisposition (vgl. Abschnitt 3.6.5).

Vor allem aber begegnen sich beim CIM die betriebswirtschaftliche und die technische IV. Die Integration dieser beiden Verfahrensketten und ihrer Informationsstränge ist aus folgenden Gründen sehr schwierig:

- 1) Man hat es mit zwei Bereichen zu tun, die historisch oft von verschiedenen Organisationseinheiten des Unternehmens gestaltet wurden.
- 2) Es ist eine große Zahl von physischen und logischen Prozessen zu verknüpfen, wobei die Hardware- und Softwarebausteine (insbesondere die Steuerung der Betriebsmittel) von ganz unterschiedlichen Herstellern stammen.

Abbildung 4.3/1 zeigt auf einer mittleren Verdichtungsebene die wichtigsten Anwendungssysteme innerhalb von CIM. Das Bild entstand durch Kombination von Schemata, die auf Scheer [SCHE 90] und den Projektträger Fertigungstechnik Karlsruhe zurückgehen. In der Abbildung erkennt man einerseits in Gestalt der beiden Balken des „X“ die Zugehörigkeit der einzelnen Module zur betriebswirtschaftlichen (insbesondere PPS) oder zur technischen IV (auch als CAx-Techniken bezeichnet). Andererseits soll durch die Anordnung des CAM-Bausteins (vgl. Abschnitt 3.5.2.8) im Kreuzungspunkt der Balken symbolisiert werden, dass dort technische und betriebswirtschaftliche IV – zumindest langfristig – kaum noch isoliert betrachtet werden können; dies gilt beispielsweise für die Werkstattsteuerung (vgl. Abschnitt 3.5.2.7), die in manchen Unternehmen als Teil der PPS gesehen wird, in anderen (vor allem hoch automatisierten Betrieben) hingegen aufs Engste mit der technischen Lenkung der physischen Produktion verbunden ist. Auch die Funktionsintegration in MES-Systemen (vgl. Abschnitt 3.5.2.2) ist symptomatisch dafür. Das „X-Bild“ ist von oben nach unten zu lesen und symbolisiert so zum einen den Geschäftsprozess „Abwicklung von Kunden- und Produktionsaufträgen“; zum anderen wird die Vorgangskette bei der physischen Ausreifung des Erzeugnisses repräsentiert.

Das Schema gilt in erster Linie für Industriebetriebe, die diskrete Erzeugnisse kundenwunschorientiert herstellen, nur bedingt für die **Prozessindustrie**, ausgesprochene **Einzel-** sowie **Massenfertiger**.

#### 4.4 Lieferkettenmanagement (SCM)

Eine besonders systematische Abstimmung von Kunden- und Lieferantenbeziehungen unter Einschluss von Logistikdienstleistern (Spediteuren und Lagerhaltern), welche über bilaterale Zusammenarbeit, wie sie in Abschnitt 3.3.3.2 skizziert ist, weit hinausreicht, stellt das **Supply Chain Management (SCM)** dar [KNO 02]. SCM steht daher nicht nur für eine Integration über Funktionsbereiche hinweg, sondern in besonderem Maße für zwischenbetriebliche Integration (vgl. Abschnitt 1.1).

Die im deutschen Sprachraum übliche Übersetzung „Lieferkettenmanagement“ ist nicht glücklich, weil es in vielen Fällen nicht um lineare Strukturen, sondern um Liefernetze geht. Auch in den USA wurden daher Begriffe wie „**Supply Web**“ oder „**Value Net**“ vorgeschlagen [BOV 00]. Als weniger komplexen Ausschnitt aus dem Lieferkettenmanagement mag man das **Supplier Relationship Management (SRM)** ansehen. Es erstreckt sich auf die Beziehung zwischen jeweils einem Kunden- und einem Lieferantenbetrieb. Im Vergleich zu klassischen Relationen dieser Art wird auf enge und dauerhafte zwischenbetriebliche Integration Wert gelegt. Insoweit kann SRM auch als Pendant zum CRM (vgl. Abschnitt 4.2) begriffen werden [GRO 04].

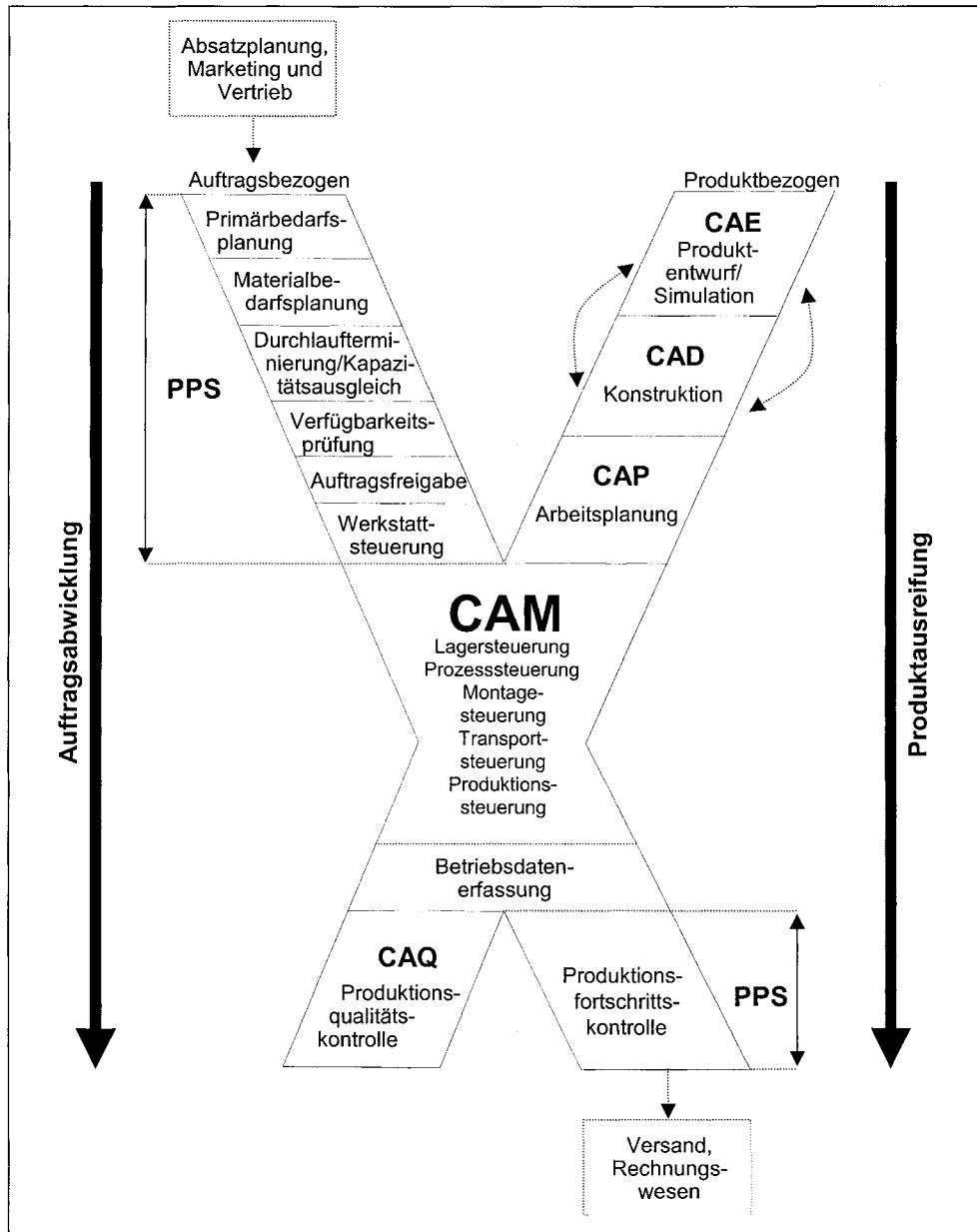


Abb. 4.3/1 Anwendungssysteme in Computer Integrated Manufacturing

Im SCM wird eine ganze Lieferkette bzw. ein Liefernetzwerk betrachtet (vgl. Abbildung 4.4/1). Dies bedeutet, dass die unmittelbar mit einem Industriebetrieb zusammenarbeitenden Lieferanten und Kunden, darüber hinaus aber auch auf der Absatzseite die Kunden der Kunden bis hin zum Endverbraucher und auf der Beschaffungsseite die Lieferanten der Lieferanten einschließlich solcher von Dienstleistungen informationstechnisch integriert sein

müssen. Das SCM lässt sich bis zur Wiederverwertung (Recycling) bzw. Entsorgung ausdehnen („Reverse Supply Chain“ [BLA 04/FLE 05] oder „Supply Loops“ [GEY 04]).

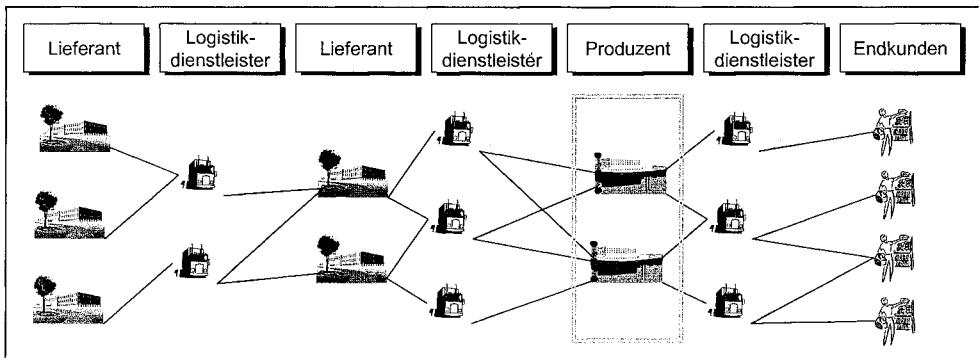


Abb. 4.4/1 Güterfluss in der logistischen Kette

Beispielsweise führt die den **Automobilherstellern** auferlegte Pflicht, Fahrzeuge am Ende ihres Lebenszyklus zurückzunehmen, dazu, dass in gewissen Grenzen vorhergesagt werden kann, welche Altautos wann auf die Verwertungsbetriebe („Shredder-Betriebe“) zukommen und welche Wertstoffe für welche Teilnehmer an dem Liefernetz dann zurückgewonnen werden.

Abb. 4.4/2 zeigt ausgewählte Informations- und Warenflüsse in einem Liefernetz, welches von der Firma **Microsoft** betrieben wird, um die Spielekonsole „XBox“ zu modifizieren und unter anderem durch den weltweit tätigen Elektronik-Auftragsfertiger (Electronic Manufacturing Service (EMS)) **Flextronics** produzieren zu lassen (Contract Design and Manufacturing, CDM).

Im Kern wird mit Supply Chain Management angestrebt, Verschwendungen entlang der unternehmensübergreifenden Wertschöpfungskette zu vermeiden. Vermeidbare Verschwendungen treten in einer Lieferkette unter anderem dadurch ein, dass

- 1) ein Unternehmen Informationen nicht kennt, die in den Datenbanken von Partnerbetrieben liegen (z. B. Absatzmengen über der Zeit, Lagerbestände, Bestellgrenzen („s“ in Abbildung 3.3.2.2/1), Losgrößenparameter, geplante und laufende Betriebsaufträge), und dass
- 2) Partner unabhängig voneinander disponieren und daher in bestimmten Perioden Produktions-, Lager- und Transportkapazitäten über- und in anderen Zeitfenstern unterlastet sind, wegen zu kleiner Losgrößen die Rüstkosten zu hoch werden oder vermeidbare Mehrfach-Transporte resultieren.

Ein einfaches Beispiel verdeutlicht die Vorteile eines Informationsaustauschs: Ein Händler ordert einen Artikel, dessen Saisonverlauf von den Schulferien bzw. dem Wiederbeginn des Schuljahrs abhängt, wie folgt: Je 5.000 Stück für die Region Süd im März, für die Region Mitte im April und für die Region Nord im Mai. Der Industriebetrieb weiß im März, dass er als Folge seiner eigenen Einkaufs- und Fertigungssituation diesem Händler in der gesamten Saison nur 10.000 Stück liefern können wird. Typischerweise erfährt der Händler von der mangelnden Lieferbereitschaft erst im Mai beim Versuch, den letzten Auftrag zu erteilen. Knapp zuvor mag der Händler eine mangelnde Nachfrage im Süden registriert und dort eine mit Preisreduktionen verbundene Verkaufsaktion gestartet haben. Hätte er von der be-

schränkten Lieferfähigkeit des Herstellers gewusst, so wäre die beschaffbare Menge den Regionen anders zugeteilt und auf die Sonderaktion verzichtet worden [KNO 02, S. 121].

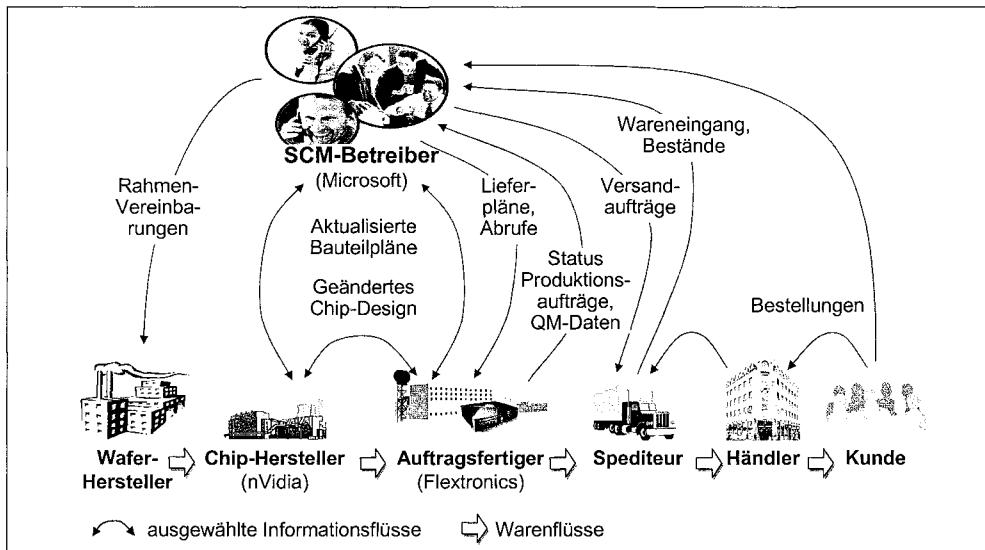


Abb. 4.4/2 Supply Chain Management bei Microsoft (XBox)

Es kann in Theorie und Praxis gezeigt werden, dass relativ kleine Abweichungen der tatsächlichen von den geplanten Nachfragen bei Endkunden sich in der logistischen Kette aufschaukeln und zu hohen Abweichungen und damit zu einer schlechten Planbarkeit in den Produktions- und Logistiksystemen der vorgelagerten Stufen führen („Peitschen-“ oder „Bullwhip-Effekt“ [KNO 02, S. 7-10 und S. 88]).

Die Konsequenz, die im SCM aus den skizzierten Problemen mit Bezug auf die IV gezogen wird, ist, dass die Partner gemeinsam einen relativ genau spezifizierten Prozess betreiben.

Als Grundlage des gemeinschaftlichen Prozesses bietet sich das in Band 2 beschriebene Geschäftsmodell „Collaborative Planning, Forecasting and Replenishment (CPFR)“ an (vgl. auch [MER 05a]). (Hier haben wir die interessante Situation, dass nicht nur Daten, sondern auch Algorithmen zwischenbetrieblich integriert werden, also einen Fall der zwischenbetrieblichen Methodenintegration (vgl. Abschnitt 1.4).)

### PRAKTISCHES BEISPIEL

Der Chemiekonzern **Henkel KGaA** stellt seinen Partnern Daten im Rahmen eines CPFR bereit. So kann der Tubenfabrikant **Karl Höll GmbH & Co. KG** frühzeitig auf Änderungen der Verbrauchsvoraussagen mit Anpassungen seiner Kapazitäten reagieren. Pro Jahr fließen zwischen Höll und Henkel zehntausende elektronischer Nachrichten über den Marktplatz **CPGmarket.com**. Auch von anderen großen Kunden, wie z. B. **Bayer Consumer Care AG**, **Heraeus Kulzer** oder **Nestlé AG**, erfährt die Firma Höll Bedarfe frühzeitig auf elektronischem Wege [GRU 05].

Wesentliche Merkmale von IV-Systemen zum SCM sind (vgl. auch [GÜN 05]):

- 1) Umfangreiche, zumindest innerhalb des Liefernetzes genormte Datenkommunikation, wobei die Rechner der beteiligten Unternehmen einander entweder aktiv Daten senden

oder aus den Datenbanken der Partnerbetriebe abrufen. Die Partner informieren sich also frühzeitig. Eine Studie unter US-amerikanischen Unternehmen erbrachte, dass die Bereitschaft zu derartigen liberalen Datentransfers wächst [PRI 99].

- 2) Mit **SNP** (**S**upply **N**etwork **P**lanning) werden aufbauend auf überbetrieblich abgestimmte Vorhersagen („Demand Planning“) Pläne für die Produktion, die Beschaffung und die Distribution mit mittlerem Planungshorizont (ca. ein bis zwölf Monate) bestimmt. Es handelt sich um eine Variante der Produktionsplanung, wobei jedoch unter anderem die in Abbildung 4.4/3 aufgeführten Unterschiede zu verzeichnen sind [KNO 02, S. 133]. In [STI 01] ist das Vorgehen der **BASF AG** beschrieben. **SAP** bietet hierzu eine Komponente auf der Basis von linearer oder gemischt-ganzzahliger linearer Programmierung an [DIC 06].

Eigenschaft	SNP	PPS
Typische Genauigkeit	1 Tag	Minuten
Typischer Planungshorizont	12 Monate	4 bis 8 Wochen
Verfügbarkeit von Ressourcen	In grober Form gespeichert durch einen „Ressourcen-Kalender“	Berücksichtigung von Schichtwechseln, Pausen usw.
Schichtplanung	Nicht explizit berücksichtigt	Detailliert berücksichtigt
Rüstzeiten	Nicht berücksichtigt	Berücksichtigt
Frühester und spätester Start von Produktionsprozessen (Durchlaufterminierung)	Nicht berücksichtigt	Berücksichtigt

Abb. 4.4/3 Unterschiede SNP – PPS

- 3) Systemgesteuerte Abfragen, aus welchen Lagern oder Produktionsstätten ein Auftrag an ein Liefernetz als Ganzes zu bedienen ist. Charakteristisch ist die ATP-Logik.

**ATP** steht für **A**vailable-to-**P**romise und beinhaltet die Antwort auf die Frage, ob ein vom Kunden bei Auftragserteilung gewünschter Liefertermin realisierbar ist. Man mag ATP als eine auf den zwischenbetrieblichen Bereich ausgedehnte Termin- und Verfügbarkeitsprüfung (vgl. Abschnitt 3.5.2.6.3) sehen. ATP-Systeme sind theoretisch außerordentlich komplex [KIL 05]. Diese Komplexität ergibt sich zum einen daraus, dass eine große Zahl unterschiedlicher Prüfungen infrage kommt (Abbildung 4.4/4). Zum anderen sind über die Ressourcen eines Betriebes hinaus auch die von Partnern im Liefernetz in Betracht zu ziehen.

Im **APO** (**A**dvanced **P**lanner and **O**ptimizer; vgl. Band 2) wird von **SAP** ein einschlägiges Methodenpaket angeboten. Ein besonderes Charakteristikum ist ein konfigurierbares Regelwerk; es gibt vor, welche Alternativen in welcher Reihenfolge geprüft werden (z. B. Lieferung eines Ersatzartikels – Wahl des zweitgünstigsten Lagerstandorts – Produktion).

### PRAKTISCHES BEISPIEL

Der finnische **Papier- und Kartonagenhersteller M-real** überprüft für jeden Kunden- und Lagerauftrag mithilfe einer ATP-Logik die Materialverfügbarkeit. Sofern die Position von einem entfernten Lager geholt werden muss, werden auch die Kapazitäten von möglichen Transportmitteln abgefragt. Bei gebrochener Distribution (mehrere hintereinander geschaltete Transportmittel, wie etwa LKW/Bahn/Schiff, mit differierenden Kapazitätsquerschnitten) untersucht das System den möglichen Flaschenhals (z. B. eine nur

wöchentlich befahrene Schiffsroute) und nachfolgend die alternativen Verkehrswege und -mittel. Zur Prüfung der Alternativen wird ein gespeichertes Regelwerk herangezogen [NIE 04].

- 1) Beschränkt sich die Prüfung auf einen Lager- und/oder Produktionsort, oder sind auch Querlieferungen von anderen Lokationen zu berücksichtigen?
- 2) Prüfung auf physisch vorhandene und freie Bestände (statische Betrachtungsweise) oder auch Einbeziehung geplanter Zu- und Abgänge (dynamische Sicht)?
- 3) Gelten Reservierungen als „zementiert“ oder kann umreserviert werden?
- 4) Beschränkt sich die Prüfung
  - a) nur auf Fertigerzeugnisse?
  - b) auch auf die Verfügbarkeit von (Haupt-) Baugruppen usw. bis hin zum fremdbezogenen Rohstoff?
- 5) Ist auch die Möglichkeit in Betracht zu ziehen, fehlende Erzeugnisse bis zum zugesagten bzw. zuzusagenden Liefertermin zu produzieren?
- 6) Sind auch verfügbare Kapazitäten zur Produktion abzufragen?

Abb. 4.4/4 Alternative Prüfungen bei ATP [MER 99]

- 4) **CTM (Capable-to-Match)** ist eine vor allem in der Hochtechnologie benötigte Heuristik, mit der geprüft wird, wie mehrere Aufträge (meist unterschiedlicher Kunden) erfüllt werden können, wenn sie um knappe Kapazitäten konkurrieren (finite load, vgl. Abschnitt 3.5.2.7). Betrachtet werden Prioritäten von Betriebs- und Kundenaufträgen und Ressourcen (z. B. freie Lagerbestände, Sicherheitsbestände, Produktionskapazitäten). CTM berücksichtigt die Mengen, die von jedem Knoten des Liefernetzes bereitgestellt werden können. Es lassen sich Aufträge an eine oder mehrere Lager oder Produktionsstätten vergeben, um einen Bedarf zu decken. CTM-Softwarepakete arbeiten oft regelbasiert.

Im **SAP-System** schlägt CTM eine erste Lösung vor, bei der Kosten nicht in Betracht gezogen sind. Auch ist eine Umplanung früherer Aufträge nicht vorgesehen. Die endgültige Disposition ist dann personell zu treffen.

- 5) Wichtiges Ziel ist es, zu verhindern, dass eine lokale Produktionsplanung dann obsolet wird, wenn Zulieferbetriebe Engpässe haben (**Constraint Management**, vgl. Abschnitt 3.5.2.7.3.5). Derartige Konstellationen treten vor allem ein, wenn bei einem (neuen) Erzeugnis die Nachfrage die Erwartungen weit übertrifft, wie es beispielsweise bei direkt-einspritzenden Dieselmotoren in der **Automobilindustrie** der Fall war [HEI 01].

Man erhebt die Kapazitäten der eigenen Produktionsstätten, der Logistik, des Vertriebs und der Zulieferer einschließlich der Informationen, wie schnell diese Kapazitäten in welchem Ausmaß zu welchen Kosten auf- und abgebaut werden können. Diese Daten speichert man für alle Ebenen der Produktionshierarchie in einer Datenbank. In der Gesamtheit bilden sie das so genannte Constraint Set. Vor der Einplanung von Sondermaßnahmen, z. B. als Reaktion auf einen Nachfrageschock, werden die Kapazitäten abgefragt und so Restriktionen der Planung festgelegt.

- 6) **APS** steht für **Advanced Planning System**. Man mag diese Methodenklasse als Fortentwicklung von herkömmlichen Systemen zur Terminierung, Reihenfolgebestimmung und Ressourcen-Zuweisung begreifen. Charakteristische Merkmale von APS sind unter anderem [ALV 99/BÖH 05/WIT 02]:

- a) Starke Orientierung an Engpässen im Sinne des Constraint Management,
- b) Verwendung leistungsfähiger Dispositionsalgorithmen (zum Teil Methoden der mathematischen Optimierung, wie z. B. die lineare Programmierung und die gemischte

ganzzahlige Programmierung, und darüber hinaus ganz unterschiedliche Heuristiken [BAR 99], [KNO 02, S. 85-86]), die wiederum dadurch möglich werden, dass beträchtliche Teile des Codes in großen Hauptspeichern resident sind,

- c) Verarbeitung komplexer, vielstufiger Stücklisten,
  - d) Berücksichtigung des Pegging (siehe unten).

Verschiedene Versionen von APS-Systemen sind von der Firma **ILOG** (<http://www.ilog.com/>) entwickelt und in andere Standardsoftware-Pakete, unter anderem von **SAP**, eingebbracht worden (vgl. auch [FLE 05/MEY 05]).

Es ist noch nicht mit genügender Sicherheit abzuschätzen, bei welchem Grad von Komplexität (z. B. Varianten der Erzeugnisse, alternative Fertigungsstätten und Betriebsmittel, begrenzt austauschbare Transportkapazitäten) die theoretisch wünschenswerte Simultanplanung, für die APS-Algorithmen entwickelt wurden, die herkömmliche Sukzessivplanung (vgl. Abschnitt 3.5.2.2) verdrängen kann.

- 7) Der Vernetzung von Produktionsaufträgen in PPS-Systemen (vgl. Abschnitt 3.5.2.5.6) entspricht beim SCM das **Pegging**. Es stellt die Verbindung zwischen Beschaffungs-, Produktions-, Transport- und Kundenaufträgen dar, wie in Abbildung 4.4/5 gezeigt. Ein Vorteil dieser vom Rechner aufgebauten Grafik liegt darin, dass Überschüsse und Mengellagen, die im Liefernetz auszugleichen sind, rasch erkannt werden. Bei "Dynamic Pegging" können sich die Zuordnungen von Aufträgen laufend ändern, etwa durch eine Auftragsstornierung; hingegen werden sie beim "Fix Pegging" beibehalten, sodass z. B. bestimmte Kundenaufträge immer mit den gleichen Fertigungsaufträgen versorgt werden [DIC 06, S. 26-28].

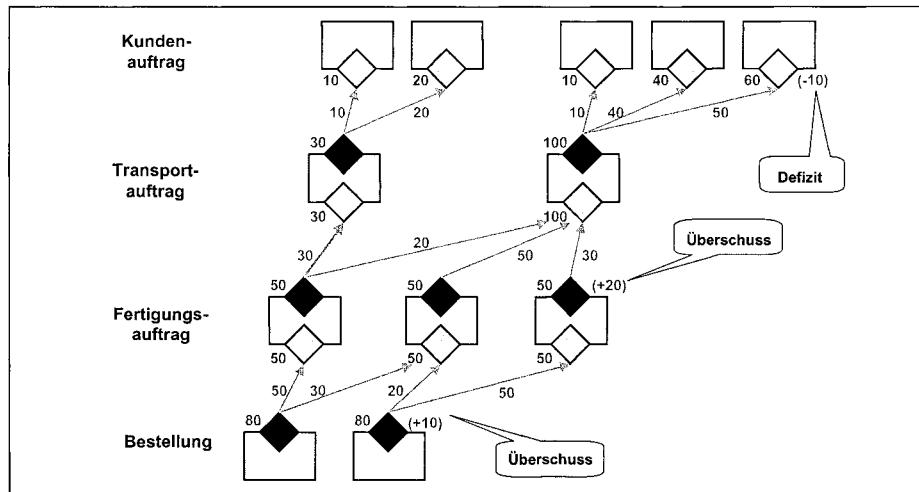


Abb. 4.4/5 Pegging

- 8) Aufgabe des **Deployment**-Moduls ist es, unter Berücksichtigung von Engpässen bei Produktions- und Versand-Ressourcen in dem Liefernetz faire Lösungen zu finden. Zunächst testet das System, ob der Bedarf die Vorräte überschreitet oder umgekehrt. Ergeben sich Ungleichgewichte, so zieht es vordefinierte Allokations-Regeln (so genannte Fair-share-Methoden) heran. Beispielsweise wird der Bedarf der einzelnen Senken im Liefernetz zu gleichen Prozentsätzen bedient („Verteilung des Mangels“), oder man

baut an den Knoten Übervorräte („Halden“) auf, wobei wiederum bestimmte in den Regeln vorgegebene Proportionen zu beachten sind. Das Deployment arbeitet oft mit Constraint-directed Search (vgl. Abschnitt 3.5.2.7.3.5).

### **PRAKТИСХЕ BEISPIЕL**

*Die Saint-Gobain Isover G+H AG stellt Mineralwolle-Dämmstoffe her und ist Zulieferer der Bauindustrie. Man verfügt über vier Produktionsstätten sowie mehr als 30 Vertriebs- und Servicecenter („Lokationen“). Die Herstellung muss frühzeitig und langfristig geplant werden, weil kurze Lieferfristen in dem Markt ein entscheidender Wettbewerbsvorteil sind und die optimalen Umrüstfolgen eine große Rolle spielen. Isover hat mehrere Komponenten des SAP APO im Einsatz, von denen hier vor allem das SNP skizziert werden soll.*

*Ausgangspunkt ist eine im Modul Demand Planning unter Berücksichtigung von Trend- und Saisonmodellen errechnete Absatzprognose auf der Ebene der Produkte und der Lokationen. Das SNP ermittelt nun einen zulässigen kurz- bis mittelfristigen Plan zur Deckung der geschätzten Absatzmengen. Er beinhaltet sowohl die Mengen, die mit einem Transportmittel zwischen zwei Lokationen bewegt werden müssen, als auch die zu produzierenden und zu beschaffenden Mengen. Verschiedene Versionen eines Plans können erstellt und verglichen werden, wobei man die Resultate von What-if-Simulationen analysiert. Eine CTM-Prozedur teilt priorisierte Kundenaufträge den vorhandenen Beständen zu. Die Bestände werden über die Reichweite gesteuert: Aus der erwünschten Reichweite ergibt sich ein Ziellagerbestand. Dieser wird mit den Lagerkapazitäten verglichen. Wenn die Lösung nicht realisierbar ist, passen Disponenten die Parameter (erwünschte Reichweite/einzelnen Produkten zugewiesene Lagerkapazitäten) an. Die SNP-Komponente erzeugt auch Nachschubaufträge in Form von Umlagerungsbestellungen mithilfe der linearen Programmierung. Ein anschließendes Deployment-Modul erlaubt kurzfristige Umdispositionen, z. B. aufgrund von Problemen in der Fertigung [HOP 05].*

- 9) Vor allem wenn ein Liefernetz sehr eng vermascht ist, besteht die Gefahr, dass Störungen an einer Stelle Kettenreaktionen auslösen. Vor diesem Hintergrund hat sich das **SCEM** (Supply Chain Event Management) entwickelt [WIE 01/ZEL 05, S. 31-37]. Ein **Monitor** liefert fortlaufend Informationen über so genannte Supply-Chain-Objekte und -Ereignisse (Events); die Objekte können real sein, wie z. B. ein physisches Produkt, eine Charge, eine Palette, eine LKW-Ladung, oder abstrakt, wie z. B. eine Bestellung oder ein Transportauftrag. Die **Notify-Komponente** erstattet Ausnahmemeldungen, die die Verantwortlichen auf einen Entscheidungsbedarf hinweisen. Die Entscheidungsfindung wird vorbereitet, indem die Auswirkungen bestimmter Aktionen per Simulation bewertet oder sogar Aktionen empfohlen werden, die auf Optimierungsrechnungen basieren. Dazu ist die neue Situation in Richtung des Materialflusses zum Kunden („downstream“) ebenso wie in Gegenrichtung zum Lieferanten („upstream“) zu bewerten. Für den Lieferanten mag z. B. der Zwischenfall eine Entlastung bedeuten, da er Engpass-Kapazitäten für andere Abnehmer nutzen kann. Das im „Downstream“ betroffene Verteilzentrum bekommt vielleicht ein Problem, wenn die Sicherheitsbestände nicht ausreichen und daher eine Kettenreaktion droht [KIL 98].

### **PRAKТИСХЕ BEISPIЕL**

*Colgate-Palmolive GmbH verwendet die SCEM Engine von SAP für die Distribution von Konsumgütern in den USA. Dabei werden sowohl Transporte zur Warenausliefe-*

rung an den Einzelhandel als auch die Nachbevorratung der eigenen Distributionszentren gesteuert. Wenn z. B. ein Spediteur einen ihm angetragenen Transport ablehnt oder Terminänderungen verlangt, wird eine Ausnahmemeldung („Alert“) generiert. Ist ein Transportvorgang gestartet worden, so kontrolliert die SCEM Engine Beginn und Ende der einzelnen Vorgänge, wie etwa Ankunft und Abfahrt bei Distributionszentren. Hierzu meldet der Fahrer diese Ereignisse z. B. über das Internet. Über den „Event Monitor“ des SCEM-Systems können sich Mitarbeiter von Colgate-Palmolive detaillierte Informationen zum Status des Versandvorgangs verschaffen [WIE 01/LAU 05].

Abbildung 4.4/6 enthält Beispielhafte Bezüge zwischen SCM und der IV in den Funktionsbereichen. Zahlreiche Beispiele zur Verbindung von SCM-Komponenten zur zwischenbetrieblichen Integration mit innerbetrieblichen IV-Systemen in ganz unterschiedlichen Branchen findet man bei [BOT 03].

Funktionsbereich	Abstimmungsaufgabe	IV-Aufgaben/-Werkzeuge
Forschung sowie Produkt- und Prozess-Entwicklung	Entwicklung von für SCM geeigneten Produkten („Design for SCM“)	Ausschreibung der Entwicklungsaufgabe über das Internet, maschinelle Lieferantenbewertung, Groupware [HUA 00]
	Concurrent/Simultaneous Engineering	EDMS, PDMS (Produkt-Daten-Management-System) (vgl. Abschnitt 3.1.3), Kommunikation über das Internet [KYR 99/SIE 00]
	Enge Kooperation beim Änderungsdienst („Product Change Collaboration, PC <sup>2</sup> “) [AGI 07]	WMS (vgl. Abschnitt 1.5.1), Vernetzung von Produktionsaufträgen (vgl. Abschnitt 3.5.2.5.6)
Vertrieb	Austausch von Kundendaten, z. B. zum Zahlungsverhalten, und gemeinsames Erarbeiten von Angeboten	Data Warehouse Target-Costing-System (vgl. Abschnitt 3.1.3)
Beschaffung	„Open Book Policy“: Einblick des Kundenbetriebs in die Lagerbestände, Lieferzeiten des Lieferanten [SEA 99]	Data Warehouse, Materialstammsätze, Stücklisten-Speicher, Vernetzung von Produktionsaufträgen
	Aktive Bevorratung durch Partnerbetriebe	VMI (vgl. Abschnitt 3.3.3.2)
Lagerhaltung	Kooperative Administration und Disposition von Lagern („Co-Managed Inventory“) [CHR 98]	VMI
Produktion	Abstimmung von Produktions- und Lieferkapazitäten, PPS als Teil der Logistik in der SC	APS, ATP, CTM
Versand	Abwägen von Versandoperationen aus entfernten Lagern gegen Produktion vor Ort	ATP
Kundendienst	Abstimmung bei der Entsorgung von Produkten und Teilen	Datenbanken zur Beschreibung von Bauteilen (vgl. IDIS in Abschnitt 3.7.4), Veröffentlichung von Angebot und Nachfrage von Schrott auf elektronischen Marktplätzen, WMS (vgl. Abschnitt 3.7.4), ARMS (vgl. Abschnitt 3.7.4), wobei die Offerten zuerst an die Partner in der SC gehen [KNO 02, S. 115]

Abb. 4.4/6 Beispielhafte Bezüge zwischen SCM und der IV in den Funktionsbereichen

Je feinnerviger man die Warenströme lenken und je rascher man auf Störungen reagieren will, desto wichtiger wird es, die Materialien jederzeit lokalisieren zu können. Hier gewinnt die in Abschnitt 3.4.5.2 zum innerbetrieblichen Lagerhaltungssektor beschriebene RFID-Technik auch für die zwischenbetriebliche Integration an Bedeutung.

### PRAKTISCHES BEISPIEL

Die **AIRBUS Spares Support and Services** mit Hauptsitz in Hamburg versorgt von fünf Lägern aus Fluglinien weltweit mit Ersatzteilen (ca. 1,5 Mio. Teilenummern) und mit den für die Reparaturen notwendigen hoch spezialisierten Werkzeugen. An den Werkzeugen sind RFID-Chips angebracht, die unter anderem die Maße sowie Lebenszyklusinformationen, wie z. B. das Herstelldatum oder das der nächsten Instandhaltung, speichern. Ein weiterer RFID-Chip auf der Versandseinheit informiert unter anderem über das Gesamtgewicht und darüber, mit welchem Flugzeug der Transport erlaubt ist. Alle Daten können auch mithilfe einer XML-Schnittstelle über das Internet abgerufen werden. Das System ist mit einem Supply-Chain-Event-Management-System gekoppelt. Dies erleichtert die Umdisposition, wenn ein bestimmtes Werkzeug dringend benötigt wird, weil sonst ein Flugzeug nicht starten kann (**AOG = Aircraft On Ground**) [BLO 04].

Das Beispiel steht zugleich für spezielle SCM-Systeme, die nicht Originalprodukte, sondern Ersatzteile zum Gegenstand haben. Es gelten zahlreiche Besonderheiten (Abbildung 4.4/7) (vgl. auch [DIC 07]).

- 1) Komplizierte Wertschöpfungsnetze mit Produktionsstätten der Enderzeugnis-Hersteller, speziellen Ersatzteil-Produzenten, Bearbeitern von Rezyklaten (z. B. generalüberholten Komponenten)
- 2) Hierarchische Distributionsstrukturen, zu modellieren in „Bills of Distribution“
- 3) Sehr hohe Zahl von Lagereinheiten (z. B. für schon lange ausgelaufene Produkte)
- 4) Spezielle Bedarfsprognose-Algorithmen (unter anderem Berücksichtigung von durchschnittlicher Lebensdauer des Teils [LAN 05], [MER 05b])
- 5) Leistungsfähige Transportverfolgung (Tracking) und frühzeitige sowie genaue Versandankündigung (ASN = Advanced Shipping Notification)

Abb. 4.4/7 Besonderheiten von SCM-Systemen für Ersatzteile

Trotz vieler Vorteile enthält das SCM-Konzept auch Gefahren [KNO 02, S. 23-25]: Im Kern verlangt es eine zumindest logische Zentralisierung, und diese mag anderen Tendenzen in der Unternehmensführung widersprechen, welche Dezentralisierung geraten erscheinen lassen, wie etwa generell der elektronische Handel [LEE 99]. Es ist auch nicht auszuschließen, dass zwar insgesamt im Verbund eine Wertsteigerung („Win-win-Situation“) eintritt, sich diese aber sehr ungleichmäßig auf „Sieger“ und „Verlierer“ verteilt, sodass komplizierte Ausgleichsmechanismen erforderlich sind. Schließlich mögen hohe Kosten bei der Auflösung der Infrastruktur des Netzes Ausstiegsbarrieren für die Partnerbetriebe und damit eine verminderte Flexibilität bedeuten („Opportunitätskosten des Verzichts auf die Nutzung des Marktes“) [BRE 07].

## 4.5 Anmerkungen zu Kapitel 4

[ABR 97]

Abramovici, M., Gerhard, D. und Langenberg, L., Application of PDM Technology for Product Life Cycle Management, in: Krause, F.-L. und Seliger, G. (Hrsg.), Reprints of 4th International CIRP Seminar on Life Cycle Engineering, Berlin 1997, S. 15-29.

- [AMB 02] Amberg, M. und Schumacher, J., CRM-Systeme und Basistechnologien, in: Meyer, M. (Hrsg.), CRM-Systeme mit EAI, Braunschweig 2002, S. 21-59, hier S. 23-26.
- [AMB 04] Amberg, M., Basistechnologien von CRM-Systemen, in: Hippner, H. und Wilde, K.D. (Hrsg.), IT-Systeme im CRM, Wiesbaden 2004, S. 43-73, hier S. 71-72.
- [AGI 07] Agile Software, Agile Product Collaboration, [http://www.agile.com/white\\_papers/index.asp?wid=32](http://www.agile.com/white_papers/index.asp?wid=32), Registrierung erforderlich, Abruf am 2007-05-09.
- [ALV 99/BÖH 05/WIT 02] Alvord, C.H., The S in APS, IIE Solutions 31 (1999) 10, S. 38-41; Böhnlein, C., Supply Chain Management zur Vermeidung von Frikitionsverlusten, in: Thome, R., Schinzer, H. und Hepp, M. (Hrsg.), Electronic Commerce und Electronic Business – Mehrwert durch Integration und Automation, 3. Aufl., München 2005, S. 171-181; Witte, T. und Claus, T., Advances in Production Planning, in: Gabriel, R. und Hoppe, U. (Hrsg.), Electronic Business, Heidelberg 2002, S. 67-80.
- [BAR 99] Barták, R., Constraint programming: In pursuit of the holy grail, Proceedings of WDS99, Prag 1999, <http://ktiml.mff.cuni.cz/~bartak/downloads/WDS99.pdf>, Abruf am 2007-05-09.
- [BLA 04/FLE 05] Blackburn, J.D., Guide, D.R., Souza, G.C. und Van Wassenhove, L.N., Reverse Supply Chains for Commercial Returns, California Management Review 46 (2004) 2, S. 26-23; Fleischmann, M., van Nunen, J., Gräve, B. und Gapp, R., Reverse Logistics – Capturing Value in the Extended Supply Chain, in: An, C. und Fromm, H. (Hrsg.), Supply Chain Management on Demand, Berlin 2005, S. 167-186.
- [BLO 04] Blockwitz, R., RFID in the Aircraft Spares Supply Chain, offizielle Zeitschrift des Vortrags auf der SAP Logistics and Supply Chain Excellence 2004, München 2004.
- [BOT 03] Botho, M. und Nissen, V. (Hrsg.), SAP APO in der Praxis, Wiesbaden 2003.
- [BOV 00] Bovet, D. und Martha, J., Value nets: Breaking the supply chain to unlock hidden profits, New York u.a. 2000.
- [BRE 07] Bretzke, W.-R., SCM: Sieben Thesen zur zukünftigen Entwicklung logistischer Netzwerke, Supply Chain Management Nr. III (2006), S. 7-15.
- [CHR 98] Christopher, M., Logistics and supply chain management, Strategies for reducing cost and improving service, 2. Aufl., London u.a. 1998.
- [DIC 06] Dickersbach, J.T., Supply Chain Management with APO – Structures, Modelling Approaches and Implementation of mySAP SCM 4.1, 2. Aufl., Berlin 2006, S. 181-189.
- [DIC 07] Dickersbach, J.T., Service Parts Planning with mySAP SCM, Berlin-Heidelberg 2007.
- [DIL 01] Diller, H., Die Erfolgsaussichten des Beziehungsmarketing im Internet, in: Eggert, A. und Fassott, G. (Hrsg.), eCRM – Electronic Customer Relationship Management, Stuttgart 2001, S. 65-85, hier S. 68.
- [ENG 04] Englbrecht, A., Hippner, H. und Wilde, K.D., Marketing Automation – Grundlagen des Kampagnenmanagements, in: Hippner, H. und Wilde, K.D. (Hrsg.), IT-Systeme im CRM, Wiesbaden 2004, S. 333-372.
- [FLE 05/MEY 05] Fleischmann, B., Distribution and Transport Planning, in: Stadtler, H. und Kilger, C. (Hrsg.), Supply Chain Management and Advanced Planning, 3. Aufl., Berlin u.a. 2005, S. 229-244, hier insbes. S. 242; Meyr, H., Rohde, J., Wagner, M. und Wetterauer, U., Architecture of Selected APS, ebenda, S. 341-353.

- [GEY 04] Geyer, R. und Jackson, T., Supply Loops and Their Constraints: The Industrial Ecology of Recycling and Reuse, *California Management Review* 46 (2004) 2, S. 55-73.
- [GRI 03/PRE 05] Grimm, A., Konzeption und prototypische Realisierung eines Systems zur automatischen Erstellung von Produktdokumentationen aus ERP- und technischen Anwendungssystemen, Diplomarbeit, Erlangen-Nürnberg 2003, S. 15; persönliche Auskunft von Herrn H. Preßl, Siemens AG.
- [GRO 04] Große-Wilde, J., SRM – Supplier Relationship Management, *WIRTSCHAFTSINFORMATIK* 46 (2004) 1, S. 61-63.
- [GRU 05] Persönliche Auskunft von Frau S. Grundmann, Karl Höll GmbH & Co. KG.
- [GÜN 05] Günther, H.-O., Mattfeld, D.C. und Suhl, L., Supply Chain Management und Logistik – Optimierung, Simulation, Decision Support, Heidelberg 2005.
- [EIG 05/HAR 04/SEI 03] Eigner, M. und Stelzer, R., Produktdatenmanagement-Systeme, Ein Leitfaden für Product Development und Life Cycle Management, 2. Aufl., Berlin u.a. 2005; Hartmann, G. und Schmidt, U., mySAP Product Lifecycle Management, 2. Aufl., Bonn 2004; Seiler, C.-M., Grauer, M. und Schäfer, W., Produktlebenszyklusmanagement, *WIRTSCHAFTSINFORMATIK* 45 (2003) 1, S. 67-75.
- [HEI 01] Heitmann, S., Constraint Management – damit die Krise nicht Normalfall wird, *Frankfurter Allgemeine Zeitung* vom 2001-03-20.
- [HIN 07] Hinrichs, M., Nachfrage nach Informationen steigt extrem, *VDMA Nachrichten* Nr. 1 (2007), S. 58-60.
- [HIP 03] Hippner, H. und Wilde, K.D., CRM – Ein Überblick, in: Helmke, S. und Dangelmaier, W. (Hrsg.), Effektives Customer Relationship Management, 3. Aufl., Wiesbaden 2003, S. 3-37.
- [HIP 04] Hippner, H., Rentzmann, R. und Wilde, K.D., Aufbau und Funktionalitäten von CRM-Systemen, in: Hippner, H. und Wilde, K.D. (Hrsg.), IT-Systeme im CRM, Wiesbaden 2004, S. 13-42, hier S. 22.
- [HOP 05] Hoppe, M., Einführung des SAP APO bei der Isover G+H AG, *HMD* 42 (2005) 243, S. 59-68.
- [HUA 00] Huang, G.Q., Huang, J. und Mak, K.L., Early supplier involvement in new product development on the internet: Implementation perspectives, *Concurrent Engineering: Research and Applications* 8 (2000) 1, S. 40-49.
- [KER 95] Kernler, H., PPS der 3. Generation – Grundlagen, Methoden, Anregungen, 3. Aufl., Heidelberg 1995, S. 229-251.
- [KIL 98] Kilger, C., Optimierung der Supply Chain durch Advanced Planning Systems, *Information Management & Consulting* 13 (1998) 3, S. 49-55, hier S. 50.
- [KIL 05] Kilger, C. und Schneeweiss, L., Demand Fulfillment and ATP, in: Stadtler, H. und Kilger, C. (Hrsg.), Supply Chain Management and Advanced Planning, 3. Aufl., Berlin u.a. 2005, S. 179-195.
- [KNO 02] Knolmayer, G., Mertens, P. und Zeier, A., Supply Chain Management Based on SAP Systems, Berlin u.a. 2002.
- [KON 03] Konias, S., Beiträge zur zentralen Speicherung und Auswertung von Lebenszyklus-Daten in einem Automobilunternehmen, Diplomarbeit, Universität Erlangen-Nürnberg 2003.
- [KYR 99/SIE 00] Kyratsis, E.P. und Manson-Partridge, B.M., Implementing concurrent engineering in supply chain companies and the role of CAE technology, *Engineering Designer* 25 (1999) 5, S. 4-8; Siemieniuch, C.E. und Sinclair, M.A., Implications of the supply chain for role definitions in concurrent engineer-

- ing, Human Factors and Ergonomics in Manufacturing 10 (2000) 3, S. 251-272.
- [LAN 05] Langen, H. und Weinthalter, F., Prognose mithilfe von Verweilzeitverteilungen, in: Mertens, P. und Rässler, S. (Hrsg.), Prognoserechnung, 6. Aufl., Heidelberg 2005, Kapitel 6.
- [LEE 99] Lee, H. und Whang, S., Decentralized multi-echelon supply chains: Incentives and information, Management Science 45 (1999) 5, S. 633-640.
- [MAS 01] Maselli, J., CRM made in USA, Informationweek o.Jg. (2001) 14, S. 40-42.
- [MER 99] Mertens, P. und Zeier, A., ATP – Available-to-Promise, WIRTSCHAFTSINFORMATIK 41 (1999) 4, S. 378-379.
- [MER 05a] Mertens, P., Zeller, A.J., Große-Wilde, J. und Lejmi, H., Kooperative Vorhersage in Unternehmensnetzwerken, in: Mertens, P. und Rässler, S. (Hrsg.), Prognoserechnung, 6. Aufl., Heidelberg 2005, S. 489-501.
- [MER 05b] Mertens, P. und Falk, J., Mittel- und langfristige Absatzprognose auf der Basis von Sättigungsmodellen, in: Mertens, P. und Rässler, S. (Hrsg.), Prognoserechnung, 6. Aufl., Heidelberg 2005, Abschnitt 11.6.
- [MUC 06] Mucke, H., Ersatzteildokumentation mit mySAP PLM bei Miele, HMD 43 (2006) 249, S. 55-63.
- [NEC 05] Neckel, P., und Knobloch, B., Customer Relationship Analytics, Heidelberg 2005, hier insb. Teil C.
- [NIE 04] Nieminen, S., Multilevel Transportation Solution and Global ATP with SAP APO, offizielle Mitschrift des Vortrags auf der SAP Logistics and Supply Chain Excellence 2004, München 2004.
- [PRI 99] PricewaterhouseCoopers (Hrsg.), Information and Technology in the Supply Chain, Making technology pay, London 1999.
- [RIC 01] Richter, K. und Krause, L., Erfolgreicher Einsatz von Produktdatenmanagement als Schlüsseltechnologie für E-Business, Industrie Management 17 (2001) 3, S. 81-85.
- [SCHE 90] Scheer, A.-W., CIM – Der computergesteuerte Industriebetrieb, 4. Aufl., Berlin u.a. 1990, S. 2.
- [SEA 99] Seal, W., Cullent, J., Dunlop, A., Berry, T. und Ahmed, M., Enacting a European supply chain: a case study on the role of management accounting, Management Accounting Research 10 (1999) 3, S. 303-322.
- [STI 01] Stieglitz, A., Pisczor, J., Steckel, A. und Kraft, J., Herausforderungen einer integrierten Supply Chain Planung in der chemischen Industrie, in: Buchholz, W. und Werner, H. (Hrsg.), Supply Chain Solutions, Stuttgart 2001, S. 275-290, insbes. S. 283-286.
- [STÜ 01] Stürken, M., Collaborative Commerce, in: Mertens, P. u.a. (Hrsg.), Lexikon der Wirtschaftsinformatik, 4. Aufl., Berlin u.a. 2001, S. 97-98.
- [WIE 01/LAU 05] Wieser, O. und Lauterbach, B., Supply Chain Event Management mit mySAP SCM (Supply Chain Management), HMD 38 (2001) 219, S. 65-71; persönliche Auskunft von Herrn B. Lauterbach, SAP AG.
- [WIE 01/ZEL 05] Wieser, O. und Lauterbach, B., Supply Chain Event Management mit mySAP SCM (Supply Chain Management), HMD 38 (2001) 219, S. 65-71; Zeller, A.J., Automatisierung von Diagnose und Therapie beim Controlling von Lieferketten, Aachen 2005.

## Stichwortverzeichnis

- (s,Q)-Politik 75  
3D-Modell 29, 31, 33  
3M 111
- ACTIS 94  
Abbauendes Verfahren 30  
Abbildungsmerkmal 23  
ABC-Analyse 71, 83, 109  
Abgangskomponente 162  
Abgleichsrechnung 132, 135  
Ablaufplanung 152, 161  
Ablaufplanungsmodell 160  
Ablaufschema 109  
Abruf-Fortschrittszahl 92  
Abrüstzeit 144  
Absatzplan 214  
Absatzprognose 2, 129  
Abschlussüberwachung 235  
Abschreibungsrechnung 240  
Ad-hoc-Workflow 15  
adidas 41  
adidas-Salomon AG 55  
ADM (Außendienstmitarbeiter) 47, 57, 207  
Administrationssystem 1, 13  
Administrativer Workflow 15  
Advanced Planning and Scheduling 162  
AEC (Architecture, Engineering and Construction) 35  
After-Sales-Phase 205  
ag4 258  
Agent 165  
Agile Software 277  
Ähnlicheilplanung 37  
AIRBUS 276  
Akkordkupon 174  
Akkreditive 238  
Akzeptanzproblem 121  
Aleeks 258  
Alert 275  
Allgemeines Gleichbehandlungsgesetz 245  
AMADEUS 254  
Analysezertifikat 100  
Analytisches CRM 264  
Andler-Formel 81  
Anfrageabwicklung 24  
Angebotsabwicklung 24  
Angebotsauswahl 49  
Angebotsdatenbank 51  
Angebotseinholung 82  
Angebotskalkulation 49  
Angebotspreis 53  
Angebotsschreibung 49  
Angebotsystem 48, 52, 53, 266  
Angebotsüberwachung 61  
Anlagenbuchhaltung 97, 240  
Anlageninstandhaltung 177  
Anlagenleitstand 259  
Anlagenleitechnik 259  
Anlagenmanagement 35, 257
- Anwenderstereotyp 56  
Anwendungsarchitektur 20  
Anwendungsentwicklung 19  
Anwendungssystem 1  
Anwesenheitszeiterfassung 246  
AODV (Aktionsorientierte Datenverarbeitung) 8, 9  
AOG (Aircraft On Ground) 276  
APO (Advanced Planner and Optimizer) 271, 274  
Apparate- und Vorrichtungsbau 123  
APS (Advanced Planning System) 272, 275  
Arbeitsgangbeschreibung 166  
Arbeitsplan 37, 51, 149, 226  
Arbeitsplanung, generative 37, 43  
Arbeitszeitverwaltung 244  
Architektur 35  
Archivdaten 22  
ARIS-Architektur 19  
ARMS (Asset Redeployment Management System) 212, 275  
ASN = Advanced Shipping Notification 276  
Assemble-to-order 58  
ATLAS (Automatisiertes Tarif- und Lokales Zollabwicklungssystem) 200  
ATP (Available-to-Promise) 66, 150, 196, 271, 275  
Atrada Trading Network AG 86  
AUDI AG 91, 93, 155, 234, 239  
Aufbauendes Verfahren 30  
Auftragsabwicklung 24  
Auftragsauslösung 120  
Auftragserfassung 62  
Auftragsfreigabe 150  
Auftragsprüfung, technische 63  
Auftragsstornierung 9  
Auktion 85  
Aus- und Weiterbildung 252  
Ausbeuterechnung 133  
Ausbildungsbeihilfeabrechnung 248  
Auslagerungsstrategie 111  
Auslieferungslager 195  
Ausschreibung 85  
Ausschreibungsvoorlagen 246  
Ausschuss 135  
autinform GmbH & Co. KG 85  
Autobytel 61  
Automatic Call Distribution 265  
Automationsgrad 8  
Automationslücke 13  
Automobilindustrie 36, 37, 40, 86, 91, 94, 126, 163, 200, 263, 269, 272  
AUTOPART 66, 94  
Autotrol Corporation 38  
Avionik 90  
AVON Cosmetics GmbH 193
- B. Braun Melsungen AG 236  
B2B (Business-to-Business) 6

- B2E (Business-to-Employee) 249  
Balance-Report 216  
Balkencode 104, 193, 199  
Bandstopper 91  
Barcode 111, 170, 220  
BASF AG 88, 271  
Bauindustrie 274  
Bauwesen 35  
Bayer Consumer Care AG 270  
BBT Thermotechnik Junkers Deutschland 209  
BDE (Betriebsdatenerfassung) 156, 172, 199, 229  
BEA 85  
Bedarfsermittlung 70, 71  
  bedarfsgesteuert 71  
  deterministisch 71  
  Mischformen 71  
  programmgesteuert 71  
  stochastisch 71  
  verbrauchsgesteuert 71  
Beiersdorf AG 38  
Belastungsorientierte Auftragsfreigabe 151  
Belastungsschranke 151  
Belieferungsplan 195  
Benecke-Kaliko AG 158  
Benutzerführung 169  
Benutzermodell 56, 262  
Beratungssystem 13  
Bereichsintegration 6  
Bernhardt 58  
Beschaffungsauktion 85  
Beschreibungsmittel 19  
Bestelladministration 88  
Bestelldisposition 71  
Bestellgrenze 70, 75, 76  
Bestellmenge 70, 79  
Bestellmengenermittlung 79  
Bestellobligo 40, 73, 214  
Bestelpunktverfahren 72  
Bestelltermin 75, 76  
Bestellung von Angeboten 83  
Bestellvorschläge 70  
Best-of-breed-Solution 12  
Besucherverwaltung 257  
Besuchsberichtswesen 61  
Betriebsaufträge 150  
Betriebsergebnisrechnung 223, 232  
Betriebsmittelauswahl 154  
Betriebsmittelbelegungsplan 166  
Betriebsmittelverwendungsnachweis 39  
Betriebsmittelzuteilung 160  
Betriebszustandsmonitoring 167  
Bewegungsdaten 22  
Bewertungsplan 241  
Bewertungsverfahren 104, 105  
Bilanz 108  
Bill of Distribution 276  
Bio-Sensoren 169  
Biotechnik 149  
Bizerba GmbH & Co. KG 175  
Blackboard 165  
Blockauftrag 88  
BMW Group 36, 55, 89, 91, 92, 113, 199, 205, 219, 264  
Boeing 777 39  
Bonitätsprüfung 63, 201, 238  
Bordcomputer 199  
Bordrechner 199  
Borland JBuilder 85  
Brauerei 62  
Bremer Goldschlägerei (Bego) 58  
Brötje-Automation GmbH 263  
Bruttobedarfsermittlung 134  
Budgetverfolgung 40  
Bullwhip-Effekt 270  
Buying Front 52  
BW (Business Information Warehouse) 5, 51  
Bypass-Verfahren 113  
CAD (Computer Aided Design) 10, 29, 30, 31, 32, 34, 35, 36, 38, 39, 55, 125, 140, 258  
CADCAM 10, 39  
CADCAS 32  
CAE (Computer Aided Engineering) 29, 35, 36  
Cafeteria-Ansatz 250  
CAFM (Computer Aided Facility Management) 257, 259  
CAGE (Computer Aided Genetic Engineering) 34  
CAM (Computer Aided Manufacturing) 10, 35, 38, 166, 267  
CAMD (Computer Aided Molecular Design) 34  
CAP (Computer Aided Planning) 37, 38  
CAQ (Computer Aided Quality Assurance) 175  
Car Configurator 55  
Carglass GmbH 247  
CAS (Computer Aided Selling) 32, 47  
Case-Based Reasoning 53  
Cash Management 214  
CASP (Computer Assisted Synthesis Planning) 34  
CAx 35, 267  
CBF (Characteristic Based Forecasting) 127  
CBR (Case-Based Reasoning) 209, 228, 235  
CBT (Computer-Based Training) 252  
CDM (Car Dispatch Mechanization) 172  
CDM (Contract Design and Manufacturing) 269  
CEFIC 91  
CeramTec AG 178  
Chaotische Lagerung 108  
Characteristic Based Forecasting 127  
Charge 107, 145  
Checkliste 41, 49, 235  
Chemieindustrie 34, 42, 63, 86, 91, 99, 125, 137, 153, 160, 161, 163, 167, 169, 229, 270  
Chipkarte 247  
Chi-Quadrat-Test 233  
CIM (Computer Integrated Manufacturing) 7, 266, 268  
CINRAM GmbH 114  
Cisco 85  
Clearing 87

- Click & Buy 52  
Clusteranalyse 65, 226  
CM (Cash Management) 216  
CNC-Maschine 38, 123, 167  
CNS (Computer Network Services) 210  
CO (Controlling) 232  
CO<sub>2</sub>-Ausstoß 29  
CO<sub>2</sub>-Emission 55  
Colgate-Palmolive 274  
Collaborative Filtering 55  
Co-Managed Inventory 275  
Company Card 247  
Complexity-based cost driver 231  
Component Reuse 3  
Componentware 3  
Concurrent Engineering 36, 275  
Condition Monitoring 179  
Configuration Engine 51  
Configure & Buy 52  
Constraint Management 164, 272  
Constraint Set 272  
Constraint-directed Search 274  
Contactless Chip 247  
Content-Management-System 60  
Continental AG 86  
Controller 232  
CO-OM-ABC 231  
Corporate Card 247  
Covisint, L.L.C. 86  
CPFR (Collaborative Planning, Forecasting and Replenishment) 270  
CPGmarket.com 270  
CPI (Computer Packages, Inc.) 41  
CRM (Customer Relationship Management) 7, 48, 264  
Cross-Selling 53  
CRS (Computer-Reservierungs-System) 254  
CSCW (Computer Supported Cooperative Work) 36  
CTI (Computer Telephony Integration) 50, 209, 265  
CTM (Capable-to-Match) 272, 275  
Customer Interaction Center 265  
Customizing 12, 131
- DaimlerChrysler AG 31, 164, 167, 176, 221, 254  
DamBa (Datenaustausch mit Banken) 220  
Danone GmbH 163  
DASS 163  
Dassault 39  
Data Base Marketing 265  
Data Dictionary 19  
Data Mart 264  
Data Mining 84, 233, 264, 266  
Data Warehouse 5, 264, 275  
Database Marketing 49, 264  
Datenbank 19  
  gemeinsame 1  
  im Internet 31  
Datenflussplan 19  
Datenintegration 1
- DATEV eG 108, 234, 235  
Debitorenbuchhaltung 234, 236  
Degussa AG 43  
Dekomposition 23  
Dell 85  
Delta Airlines 9  
Delta Nervous System 9  
Demag Cranes & Components GmbH 33  
Demand Planning 271  
Demand-to-warehouse 24  
Demontagearbeitsplan 211  
Demontagestückliste 126, 211  
Deployment 273  
DEPRODEX 165  
Design for SCM 262, 275  
Design for X 33  
Desktop Publishing 31, 206  
Desktop Purchasing 71, 90  
Dessin-Umcolorierung 34  
Deutsche Post AG 240  
Devisengeschäft 216  
DFÜ (Datenfernübertragung) 59, 66, 91, 92, 95, 219  
Diagnosehilfe, wissensbasierte 208  
DIEHL Informatik GmbH 90  
Differential-kitting 168  
Differenzierung der Lohnsysteme 250  
Differenzplanung 133  
Digital Manufacturing 39  
Digital Mock-up 39  
Digitale Signatur 42  
Diskriminanzanalyse 43  
Dispositionsspielraum 154  
Dispositionsstufen-Verfahren 132  
Dispositionssystem 1, 13, 14  
DISRINS (Dismantling and Recycling Information System) 211  
Distributionsleitstand 198  
DMS (Dokumenten-Management-System) 15, 208  
DNC-Maschine 38, 123, 167  
DOKUStar 240  
Dr. Städler Transport Consulting GmbH 197  
Dreamliner 39  
Dummybaugruppen 125  
Dun & Bradstreet 87  
Durchlaufterminierung 122, 141, 144  
  progressiv 141  
  retrograd 141  
Durchlaufzeitverkürzung 144  
Durchsetzungssystem 172  
Dynamic Pegging 273  
Dynamisierungsregel 98  
Dynamit Nobel Kunststoff GmbH 91
- EANCOM 62, 91  
EBPP (Electronic Bill Presentment and Payment) 202  
E-Business (Electronic Business) 7  
E Business Platform 85  
E-CAD (Elektro-CAD-System) 34  
Echtzeitunternehmen 9

- eCATS 171  
eClass 88  
ECM (Engineering Change Management) 60  
E-Commerce 84  
ECOS (Electrical CheckOut System) 171  
EDIFACT (Electronic Data Interchange for Administration, Commerce and Transport) 7, 62, 88, 90  
EDIFICE 91  
EDMS (Engineering-Data-Management-System) 35, 57, 275  
Efficiency-based cost driver 230  
E-Government 96  
EG-Umsatzsteuer 108  
EH & S (Environment, Health & Safety) 31  
Eignungsziffer 160  
Eilbestellung 78  
Einzelfertigung 123, 154, 267  
E-Learning 252  
Elektroindustrie 34, 91, 137, 263  
Elektronik-Auftragsfertiger 269  
Elektronikindustrie 34, 38, 161  
Elektronikmontage 161  
Elektronische Plantafel 155  
Elektronischer Marktplatz 31, 85, 275  
Elektronischer Postkorb 89  
E-Mail 36, 52, 84, 88, 207, 209, 231  
Embedded System 16  
Employee-Self-Service 245  
EMS (Electronic Manufacturing Service) 269  
Endress + Hauser Metso AG 206  
Energieindustrie 58  
Engpassbetriebsmittel 64  
Engpassmaschine 137, 153  
Enterprise Portal 5  
Entgeltabrechnung 248  
Entity-Relationship-Methode 19, 127  
Entnahme  
  retrograde 103  
  ungeplante 108, 135  
Entnahmeschub 193  
Entscheidungstabellen 37  
Entsorgung 211  
Entsorgungsplanung 136  
Entwurfsstadium 175  
EPK (Elektronischer Produktkatalog) 32, 52, 266  
E-Procurement (Electronic Procurement) 84, 262  
Equity-Methode 235  
Ereignisorientierung 9  
ERP-System (Enterprise-Resource-Planning-System) 12  
Ersatzteilstückliste 126  
Erzeugnisstruktur 125, 226  
E-Service 262  
Eskalation 8, 210  
Eskalationsstufen 209  
Esquel Enterprises Ltd. 126  
eSteel.com 86  
E-Tag 114  
ETK (Elektronischer Teilekatalog) 205  
European Egg Consortium 207  
EUROVIS (European Vehicle Information System) 170  
Event-driven Architecture 20  
Event Monitor 275  
Experten system 32, 33, 34, 84, 108, 126, 163, 168, 198, 209  
Expertisesystem 233  
Exponentielle Glättung  
  erster Ordnung 73  
  zweiter Ordnung 74  
Ex-post-Integration 12  
Extended Enterprise 10, 248, 265  
Extranet 170  
Extruder 161  
F&E (Forschung und Entwicklung) 28  
Facility Management 257  
FACTS (Final Assembly Configuration and Test System) 171  
FAG Kugelfischer AG 111, 168  
Fahrtroute 195  
Fahrzeugindustrie 127  
Fair-share-Methode 273  
FAKOS 164  
Fakturierung 190, 201  
Fallbasiertes Schließen 53  
FAQ (Frequently Asked Question) 207  
FCFS-Regel 157  
Federal Express Europe, Inc. 200  
Federbandstahl 140  
Fehlerfortpflanzung 11, 207  
Fehlermöglichkeits- und Einflussanalyse 41  
Fehlteilesteuerung 97  
Feinabruf 91  
Fertiglagerbestand, disponibel 191  
Fertigung 166  
Fertigungsauftragsablaufplan 166  
Fertigungsdokument 166  
Fertigungsfortschrittskontrolle 112  
Fertigungshygiene 176  
Fertigungskosten 81  
Fertigungsleitstand 143  
Fertigungssteuerung 152  
Fertigungsstufe 117, 125, 225  
Fertigungsstufen-Verfahren 132  
Fertigungsterminplanung 141  
Fertigungsvorschrift 38, 166  
Fertigungszelle 123  
FESTO AG 53, 257  
Feuerversicherungswert 241  
FFS (Flexibles Fertigungssystem) 123, 131, 138, 166  
FFZ (Flexible Fertigungszelle) 166  
FI (Financial Accounting) 218, 235  
Fifo 104, 105, 111  
Fiktives Gesamtlager 106  
Filterhilfe 8  
Finance Kit 219  
Financial Engineering 53, 56  
Financial Supply Chain 238  
Finanz- und Liquiditätsdisposition 214

- Finanz- und Liquiditätsplanung 234  
Finanzbuchführung 106  
Finanzierungsberatung 56  
Finanzleitstand 217  
Finite load 152  
FIPLA 215  
Firewall 20, 85  
FIS-Regel 157  
Fix Pegging 273  
Flächenmanagement 258  
Flexibles Fertigungssystem 123  
Flextronics 269  
Flughafen München GmbH 260  
Flugzeugindustrie 35, 179, 263  
FMEA (Failure Mode and Effects Analysis) 41, 60  
Forderungsbestand 214  
Ford-Werke 37, 170  
Forecast Consumption 131  
FORS 94  
Forschungs- und Entwicklungsfortschrittskontrolle 40  
Forschungs- und Entwicklungsplanung 28, 40  
Forschungs- und Entwicklungsveranlassung 28  
Fortschrittzahlen 91, 92, 94  
FORWISS (Bayerisches Forschungszentrum für Wissensbasierte Systeme) 55  
Fotorealismus 55  
Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung (IPA) 163  
Fremdbezug 83, 89, 113, 135  
Frischprodukte 74  
FTS (Fahrerloses Transportssystem) 111, 112, 113, 123, 167  
FUCHS 170  
Führungsinformation 238  
Führungsinformationssystem 266  
Fujitsu Siemens Computers GmbH 169  
Full-kitting 168  
Funktionsbaum 19  
Funktionsintegration 1, 9  
Funktionskostenrechnung 231  
Funktionsmodell 23  
Funktionsmodellierung 22  
Fußgängerschutz  
    FGS 264  
  
Gabor Shoes AG 29, 30  
Gantt-Chart 154  
Ganzauslagerungsstrecke 112  
Ganzzahlige lineare Programmierung 140  
Garantieleistung 208  
Gästebuch, automatisches 257  
Gebäude, intelligenter 258  
Gebäudeleitstand 259  
Gebäudetechnik 259  
Gebäudemanagement 258  
Gebrauchsmuster 42  
Gebrochene Distribution 271  
Gefahrguttransport 212  
Gehaltsabrechnung 248  
  
Geld- und Devisenhandel 218  
Gemischt-ganzzahlige lineare Programmierung 271  
Gemischt-ganzzahlige Programmierung 191, 271, 273  
Genehmigungsverfahren 90  
Generalüberholte Komponente 276  
Generative Arbeitsplanung 38  
Genetische Algorithmen 161, 162, 199  
Gentechnik 149  
Geolus SHAPE 31  
Geräteintegration 5  
Gesamtdurchlaufzeit 153  
Gesamtumsatzrabatt 84  
Geschäftsreiseverwaltung 253  
Geschmacksmuster 42  
Getränkeindustrie 203  
Gewährleistungsanspruch 107  
Gildemeister AG 150  
Glasindustrie 138  
Gleichbehandlungsgesetz 245  
Gleitende wirtschaftliche Losgröße 80  
Gleitztsystem 246  
Grobplanungsprofil 128  
Großserienfertigung 154, 165  
Group Integration 7  
Groupware 39  
Groupware-System 262  
Grundbuchamt 238  
Grunddatenerzeugung 124  
Grunddatenverwaltung 124  
Grundwert 74  
Guest Engineering 57  
Gutschriftenerteilung 190, 202  
  
Halbleiterindustrie 137, 160  
Handelsreisendenproblem 51  
Handwerk 95  
Hauptbuchhaltung 234  
Hauptversammlung, administrative Unterstützung 220  
Hauptversammlungs-Kulturen 221  
Hausmeisterdienst 259  
HCM (Human Capital Management) 245  
Healy-Hudson 90  
Help Desk 209, 265  
Henkel KGaA 88, 270  
Heraeus Kulzer 270  
Hermes 238  
Heuristik 273  
Heuristik von Silver und Meal 81  
Hilti Servicegesellschaft GbR 252  
Hochregallager 103, 111  
Höchstbestandsgrenze 109  
Höchstlosgröße 137  
Horváth & Partner GmbH 231  
HR (Human Resources) 250  
HRMS (Human-Resource-Management-System) 245  
HSG Höchst Service Gastronomie GmbH 260  
HU (Handling Unit) 106  
HV 2000 220

- Hybrides System 86  
 Hypermediasystem 5, 52
- IBENA GmbH 95  
 IBM 97, 98, 159  
 IBM VisualAge for Java 85  
 ICMS (Integriertes Cash-Management-System) 219  
 Idea-to-product 24  
 Identifikationspunkt 113  
 IDIS (International Dismantling Information System) 212, 275  
 IFAS C/S 239  
 IGES (Initial Graphics Exchange Specification) 36  
 Intelligentes Zeichenbrett 29  
 IIV (Integrierte Informationsverarbeitung) 1  
 ILOG 273  
 ILVS (In Line Vehicle Sequencing) 170  
 Indexrechnung 240  
 INDEX-Werke GmbH & Co. KG Hahn & Tessky 170  
 Infinite load 152  
 Information Retrieval 125, 208  
 Informationsarchitektur 19, 168  
 Informationstechnikarchitektur 20  
 Instandhaltung, vorbeugende 120  
 Instandhaltungsablaufsteuerung 179  
 Instandhaltungsbudget 180  
 Instandhaltungsdurchführungspapiere 179  
 Instandhaltungskontrolle 180  
 Instandhaltungsplanung 4, 6, 177, 259  
 Instandhaltungssteuerung 177  
 Integration 1
  - Benutzungsschnittstelle 4
  - horizontal 5
  - innerbetrieblich 6, 7
  - Reichweite 19
  - vertikal 5
  - zwischenbetrieblich 6, 7, 42, 57, 59, 90
- Integration Broker 9  
 Integrationsmodell 19  
 Integrationsmodellierung 19  
 Integrationsreichweite 6  
 Integrationsrichtung 5  
 Intelligente Produkte 16  
 Interflex Datensysteme GmbH & Co. KG 248  
 Intermediär 61  
 Internet 5, 7, 8, 31, 50, 58, 62, 82, 84, 88, 90, 205, 206, 212, 221, 238, 248, 262  
 Internet der Dinge 114  
 Internet-Ausschreibung 85  
 Internet-Marktplatz 85  
 Internet-Shop 85  
 Internet-Shopping-Mall 85  
 Internet-Verkaufsauktion 85  
 Interorganisationssysteme 7  
 Intranet 206, 254  
 INVENT 233  
 Inventur 108, 230
  - permanente 108
 Inventurdifferenz 104
- Investitionsgüterindustrie 32, 52  
 Investitionsplan 214  
 Invoice CENTER 240  
 IPS (Instandhaltungsplanung und -steuerung) 177  
 Jahresumsatz-Bonus 237  
 Jobbörse 248  
 Job-Rotation 252  
 Just-in-sequence 156, 200  
 Just-in-time 169, 200
- Kalkulation 11, 30, 53
  - alternativer Produkte 228
  - mitlaufende 229
- Kampagnenmanagement 265  
 Kampagnenprinzip 160  
 KANBAN 164, 170  
 Kantinenmanagement 247, 260  
 Kapazitätsausgleich 144, 146, 161  
 Kapazitätsgruppen 65  
 Kapazitätssummenkurve 148  
 Kapazitätsterminierung 152  
 Kapitalbindung 132, 153  
 Karl Höll GmbH 270  
 KAROLA 156  
 Kennametal 32  
 Kerntechnik 40  
 KFZ-Regel 157  
 Kiosksystem 16  
 Kitting-Kisten 169  
 Kleinserienfertigung 154  
 Know-how-Datenbank 52, 53  
 Koenig & Bauer AG 31  
 Kommissionierung 192  
 Kommunikatives CRM 265  
 Komplexitätsmanagement 126  
 Konfiguration 33, 52, 53  
 Konfigurationswissen 53  
 Konfigurator 30, 51, 61, 263  
 Konsignationsbestand 108  
 Konsignationsmaterial 107, 108  
 Konsolidator-Modell 238  
 Konstruktionsinformationssystem 30  
 Kontierungsmuster 235  
 Kontinuierlicher Verbesserungsprozess 98  
 KonTraG 218  
 Kontrollsystem 1, 5, 8, 14  
 Konzeptionelles Modell 19  
 Konzernkonsolidierung 235  
 Kopplungsarchitektur 20  
 Kosmetikindustrie 38  
 Kosten- und Leistungsrechnung 223, 225  
 Kostenplanung 10  
 Kostenstellenrechnung 223, 225  
 Kostenträgerrechnung 223, 226, 229, 232  
 Kostentreiber 230  
 Kraftverkehr Nagel 199  
 Krankenstand 247  
 Kreditauskunftei 238  
 Kreditorenbuchhaltung 239  
 Kritiksystem 8, 32

- Kritische-Maschinen-Regel 157  
KSK (Kundenspezifischer Kabelstrang) 156  
Kundenanonyme Vorproduktion 120  
Kundenauftragsbezogene Endproduktion 120  
Kundenauftrags-Entkopplungspunkt 123, 127  
Kundenauftragsfertigung 64, 107, 190  
Kundenbedienungszyklus 205  
Kundenbeziehungsmanagement 264  
Kundendatenbank 51  
Kundendienstauftragsunterstützung 206  
Kundendienst-Scheckheft 263  
Kundenkontakteurbereitung 61  
Kundenkontaktunterstützung 48  
Kundenretoure 104, 202  
Kundenzentrum 265  
Kündigungsprävention 266  
Künstliche Intelligenz 13, 39, 209  
Künstliche neuronale Netze 209  
Kunststoffindustrie 111, 138
- Laborformel 38  
Labormanagement-System 42, 43  
Labortechnik 123  
Lagerabgangsgeschwindigkeit 76  
Lagerabgangsprognose 70, 73  
Lagerhaussteuerung 110  
Lagerspiegel 108  
Lagersteuerung 110  
Lagerüberweisung 104, 107  
Lagging 216  
Laufkarte 166  
Laufreihenfolge 4  
PLM (Product Lifecycle Management) 6  
Lead-Time-Syndrom 151  
Leading 216  
Leasing 57  
Lebensmittelindustrie 50, 62  
Legacy System 12  
Leichtmetallindustrie 138  
Leistungsverlauf 151  
Leistungsverrechnung, innerbetriebliche 43  
Leitrechner 167  
Leitstand 154, 162, 167  
Leitsystem 258  
Leiteileplanung 129  
LEONI Bordnetz-Systeme GmbH & Co. KG 94  
Lesepistole 113  
LFZ-Regel 157  
Lieferabruf 91, 92  
Lieferantenauswahl 98  
Lieferantenkonditionen 82  
Lieferantenrechnungskontrolle 233, 234  
Lieferantenzugangsretoure 104  
Lieferbereitschaftsgrad 77  
Liefereinteilung 89  
Liefererinnerung 96  
Lieferfreigabe 189, 194  
Lieferkette 268  
Lieferkettenmanagement 267  
Lieferkettenplanung 262  
Liefernetz 267  
Lieferschein 201
- Lieferscheinschreibung 201  
Liefersperre 194  
Lieferüberwachung 71, 96, 107  
Lieferverhalten 83  
Liegezeit 144  
Lifetime-Umsatz 264  
Lifo 104, 105, 111  
LIMS (Labor-Informations-Management-System) 42, 176  
Lineare Programmierung 51, 130, 138, 199, 272, 274  
Linerunner 113  
Liquiditätsleitstand 217  
Liquiditätsprognose 215  
Liquiditätsvorschau 216  
LIS (Logistik-Informationssystem) 231  
Lokales Suchverfahren 161  
Losgröße 75, 79  
    Bestimmung bei Rabattgewährung 82  
    Ermittlung 79, 136  
        ähnliche Teile 138  
        gleiche Teile 137  
    Formel von Harris und Andler 79  
        minimale 137  
Losgrößenermittlung 2, 120  
Lost-Order-Statistik 48  
Luftfahrtindustrie 83, 149  
Luftwiderstandsbeiwert  $c_w$  29
- Magazinierungsplanung 167  
Magna Steyr Fahrzeugtechnik 36  
Mahnung 96, 110, 236  
MAN AG 220  
Management-Information 98, 103, 107  
Mannesmann Sachs AG 163  
MAP (Manufacturing Automation Protocol) 169  
Märkisches Werk 162  
Marktdatenbank 51  
Maschinenbau 34, 84, 125, 137, 173  
Maschinenfabrik Rieter AG 59  
Maschinenstundensatzrechnung 225, 229  
Mass Customization 57, 126, 129, 262  
Massendatenverarbeitung 13  
Massenfertigung 154, 165, 267  
Matchcode 63, 257  
Materialablieferungsschein 166, 174  
Materialbedarfsplanung 122, 132  
Materialbereitstellungsmeldung 166  
Materialbeschaffung 24  
Materialbewegungsdokument 174  
Materialbewertung 97, 103, 104, 234  
Materialbewertungsprogramm 234  
Materialentnahmedokument 15  
Materialentnahmeschein 166, 174  
Materialfluss-Rechner 113  
Materialflusssteuerung 112  
Materialklassifikation 88  
Materialverwendungsnachweis 128  
Maximalarbeitsplan 127  
Maximalstückliste 127

- M-CAD (Maschinenbau-CAD-System) 34  
 MDE (Maschinendatenerfassung) 167, 173, 199, 225, 229  
 Medienintegration 5  
 Medizintechnik 40, 149  
 Mehrfach-Stücklisten 126  
 Mehrkanal-Ansprache 265  
 Mehrwertdienst 59  
 Meldebestand 72  
 Meldesystem 244  
 Melitta Haushaltsprodukte GmbH & Co. KG 67  
 Merck KGaA 88  
 Merkmalsvorplanung 129  
 MES (Manufacturing Execution System) 123  
 Message Broker 9  
 Messdatenverarbeitung 167  
 Metallindustrie 42  
 Metallzerspannung 32  
 Methacrylatchemie 161  
 Methodenbank 19, 30, 38, 43, 198, 223  
 Methodenintegration 2, 91, 270  
 Microlog Logistics AG 111  
 Microsoft 4, 269  
 Middleware 9  
 Mietkauf 57  
 Milch verarbeitende Industrie 162  
 Mindestbestand 109  
 Mindestlosgröße 137  
 Mineralölindustrie 179  
 Mitarbeiterportal 249  
 Mitlaufende Kalkulation 229  
 Mitsubishi Fuso Truck and Bus Corporation 31  
 Mittelpunktsterminierung 143  
 MM (Material Management) 60, 84, 105, 108  
 Möbelindustrie 63, 228  
 Mobiltelefonie 50  
 Modellierungstheorie 23  
 Modulbauweise 20  
 Modulintegration 3, 175  
 Modulstruktur 33  
 Molekulardatenbank 34  
 M-Plus 58  
 MPS (Master Production Schedule) 130  
 M-real 271  
 MRM (Market Risk Management) 218  
 MRO (Maintenance, Repair, Operations) 90  
 MRP I (Material Requirements Planning) 130, 132  
 MRP II (Manufacturing Resource Planning) 130  
 MRP-Nervosität 129  
 MTM-Verfahren 193  
 MTU Friedrichshafen GmbH 32, 176  
 Multi Channel Integration 265  
 Multi-Agentensystem 167  
 Multi-Channel-Prinzip 265  
 Multimedia 52, 155, 173  
 Mumasy 39  
 Mustererkennung 112, 169  
 Musterziehungsplan 176  
 mySAP ERP 98, 132, 134, 165, 170, 177, 178, 231  
 mySAP PLM 263  
 mySAP SCM 198  
 Nachbarschafts-Suchverfahren 162  
 Nachfakturierung 201  
 Nachkalkulation 208, 223, 229  
 Nachkauf-Phase 175, 205  
 Nahrungsmittelindustrie 42, 58  
 Navigationshilfe 8  
 Navigationssystem 199  
 NC-Programm 33, 35, 38, 140  
 Nebenbuchhaltung 236  
 Negative Kommissionierung 112  
 Nestlé AG 270  
 Nestlé Food Services Division 57  
 Net-change-Prinzip 133  
 Netting 217  
 Nettobedarf 121  
 Nettobedarfsermittlung 135  
 Netweaver 9  
 Netzplantechnik 123  
 Netzplantermin 28  
 Niedriglohn-Länder 238  
 Normteil 30  
 Normvorschriften 31  
 Notar 238  
 Notify-Komponente 274  
 Nutzwertanalyse 30  
 O2 Germany 209  
 OBE (Online-Booking Engine) 254  
 Objektsuche  
     über Absolutmaße 228  
     über Distanzmaße 228  
     über Relativmaße 228  
 Océ 240  
 OCI (Open Catalog Interface) 90  
 OCM (On Condition Maintenance) 179  
 ODBC (Open Database Connectivity) 5  
 Order-to-product 24  
 Offshoring 238  
 OLE (Object Linking and Embedding) 4  
 One Face to the Customer 265  
 Open Book Policy 275  
 Operations Research 13, 191  
 Operationssystem 1  
 Opportunistische Instandhaltungsstrategie 179  
 OPT (Optimized Production Technology) 137, 164  
 OVS (Optimized Vehicle Scheduling) 170  
 Packmittelverfolgung 190, 203  
 Papierarme Werkstatt 104  
 Papierindustrie 138, 271  
 Papierlose Werkstatt 166  
 Papierverarbeitung 153, 160  
 Parametrisierung 12  
 Passagierflugzeug 39  
 Patent 42

- PBK (Produktberatungskomponente) 55  
PDE (Prozessdatenerfassung) 167, 173, 229  
PDMS (Produkt-Daten-Management-System)  
    35, 262, 275  
Pegging 141, 273  
Peitschen-Effekt 270  
Pensionsrückstellung 250  
Personal-Aufgaben-Zuordnung 246  
Personalleitstand 248  
Personalpflege 251  
PFA (Product Family Architecture) 126  
Pfandabrechnung 203  
Pfizer GmbH 172  
Pharmaindustrie 29, 99, 137, 149, 176  
Pick per light 193  
Pick per voice 193  
Pickliste 196  
PKAM (Prozessunterstützung für  
    kundenauftragsorientierte Montage) 169  
Plan Consumption 131  
Planauftrag 131  
Planungssystem 1, 14  
PLM (Product Lifecycle Management) 262  
PM (Plant Maintenance) 178  
Pooling 217  
Portal 5, 85, 95, 238, 249  
Portlet 249  
Posting Management 245  
Powerbuying 86  
PP (Production Planning) 60, 107  
PPM (Produkt-Prozess-Modell) 128  
PPS (Produktionsplanung und -steuerung) 6,  
    35, 90, 108, 117, 121, 177, 271, 275  
    hierarchische 124  
PREBEX 58  
Pragmatisches Merkmal 24  
Prepopulation 254  
Pre-Sales-Phase 24  
Preview Dialing 50  
Primärbedarf 117, 121, 134  
Primärkostenrechnungssystem 229  
Print-on-Demand 206  
Prioritätsregel 65, 157, 168  
Prioritätsregelsteuerung 157  
Problem-Management-System 206  
Process Engineering 37  
Processware 9  
Product Change Collaboration 275  
Production Workflow 15  
Produktbeschreibung 205  
Produktcode 114  
Produkt-Daten-Modell 262  
Produktdatenmanagement 36  
Produkthaftung 40, 107, 208  
Produktion 24  
Produktionsabruf 92  
Produktionsfortschrittskontrolle 167, 173, 189  
Produktionsleitsystem 167  
Produktionsplanung 5, 6, 11, 20, 117, 271  
Produktionsqualitätskontrolle 167, 175  
Produktionsunterbrechung 263, 264  
Produktlebenszyklus 262  
Produkt-Lebenszyklus-Management 35, 262  
Produktkodierung 95  
Produktmodell 35  
Produktpäsentation 53  
Produkt- und Prozess-Entwicklung 24, 28  
Profilbibliothek 248  
Programmierbarer Identträger 173  
Programminintegration 3  
Projektsystem 60  
Provisionsabrechnung 248  
Prozessfertigung 65, 161  
Prozessindustrie 38, 167, 176, 267  
Prozessintegration 1, 9  
Prozesskostenmanagement 229  
Prozesskostenrechnung 208, 223, 229  
Prozesseleitsystem 167  
PROZESSMANAGER 231  
Prozessmodell 19, 24  
Prozessmodellierung 24  
Prozessor-orientiertes  
    Ressourcenmanagement 160  
Prozessportal 5  
Prozesssteuerung 110  
Prüfaulage 175  
Prüfergebnisdaten 98  
Prüfvorschrift 98  
PU-Maßnahmen 264  
Punch-Out-Modelle 53  
PVS (Plant Vehicle Scheduling) 170  
QLM (Qualitäts- und  
    Labormanagementsystem) 43  
QM (Quality Management) 60, 98, 177  
Qualitätsprüfung 42  
Qualitätssicherung 40, 124  
Qualitätszertifikate 263  
Quarantäne 107  
Quelle (Versandhaus) 55  
Querlieferung 272  
Quick-Response-Konzept 94  
Quotientenprogrammierung 139  
Rahmenvereinbarung 89  
Rahmenvertrag 62  
Random-Lagerung 108  
Rangstufenprovisionen 250  
Rauch Möbelwerke GmbH 196  
Raumfahrtindustrie 149  
Reactive scheduling 163  
Real-Time-Enterprise 9  
Real Time Inventory 114  
Realtime Rendering Software 37  
Recommender System 55  
Recycling 33, 211  
Referenzmodell 19  
Regalförderzeug 111  
Regelung physikalischer Prozesse 258  
Regressionsfunktion 38  
Regressionsrechnung 226  
Reihenfolgeoptimierung 38  
Reihenfolgesteuierung 160  
Reinigungsmanagement 259

- Reklamation 9, 114, 231, 262  
Reklamationsbearbeitung 25  
Reklamationsmanagement 206  
Renk AG 154, 159  
Rentabilitätsmaximierung 153  
Rentenabrechnung 248, 250  
Reparaturdienst 123  
Reparaturdienstunterstützung 206  
Rescheduling instead of scheduling 163  
Reservierung 107  
Reservierungsbestand 135  
Ressourcenökonomie 130  
Retrofit-Phase 263  
Reuters-Dienste 214  
Reverse Supply Chain 269  
Rezeptur 125  
Rezyklat 136, 211, 212  
RFID (Radio Frequency Identification) 114, 170, 173, 276  
Rhenus AG & Co. KG 91  
Risiko-Prioritäts-Zahl 41  
Risk Priority Number 41  
RLA (Risk Level Assessment) 60  
Robert Bosch GmbH 54, 86  
Roboter 167  
Roboterprogrammierung 38  
Roche Diagnostics GmbH 84  
Röhm GmbH & Co. KG 161  
Rolle 19  
Rollenmodell 262  
RPN (Risk Priority Number) 41  
Rücklaufdokument 15, 73, 88, 100, 166, 251  
Rückmeldedokument 173  
Rückstellung 208  
Rückwärtsterminierung 143, 194  
Rüstzeit 134
- Saarstahl AG 192  
Sachmerkmaltabelle 262  
Sägezahnlinie 74  
Saint-Gobain Isover G+H AG 274  
Saisonfaktor 74  
Sammelbestellung 82, 86  
SAP 5, 31, 51, 60, 71, 72, 84, 85, 86, 90, 98, 105, 107, 108, 110, 112, 121, 126, 128, 129, 131, 132, 133, 134, 140, 147, 148, 163, 165, 169, 177, 178, 194, 198, 202, 209, 218, 231, 232, 240, 241, 245, 249, 250, 254, 259, 271, 272, 274  
SAP-BAPI-Technologie 85  
SAP Business Workflow 240  
SAP-System 259  
Savings-Algorithmus 197  
Scanner 111  
SCEM (Supply Chain Event Management) 274, 276  
SCEM Engine 275  
Schaeffler KG 35, 60, 86, 191  
Scheingewinn 240  
Schering 259  
Schiesser AG 174  
Schlupfzeitregel 157  
Schnellkalkulationsverfahren 30, 53, 266  
Schokoladenherstellung 125  
Schrothändler 212  
Schuhindustrie 29  
Schulartikel 269  
Schutzrecht-Verwaltung 41  
SCM (Supply Chain Management) 7, 87, 150, 196, 200, 267  
SD (Sales & Distribution) 60, 194, 202  
sd&m 31  
Sekundärbedarf 117, 133  
Selbstkonfiguration 55  
Selektives CRM-System 266  
Seminarmanagement 252  
Sensorik 176  
Sequenz-Anlieferung 170  
Serienfertigung 121  
Service Consumer 3  
Service Provider 3  
Services 3  
SFC (Shop Floor Control) 156  
Share of Wallet 264  
Shredder-Betrieb 269  
Sicherheitsarchitektur 20  
Sicherheitsbestand 2, 76, 77, 148  
Sicherheitsfaktor 77  
Sicherheitsmanagement 31  
Sicherheitszeit 76, 78  
Siemens AG 83, 137, 147, 150, 179, 214, 247, 253, 263  
Siemens Business Services GmbH & Co. OHG 258  
Siemens Medical Solutions 66  
Simulated Annealing 161  
Simulation 129, 162, 164, 274  
SIMULEX 162  
Simultaneous Engineering 35, 275  
Simultanoptimierung 121  
SINFOS GmbH 63  
Single Point of Entry 265  
Skillcode 149  
Skip 98  
Skonto 215, 237  
SmartCard 254  
SMI (Supplier-Managed Inventory) 66, 94  
SNP (Supply Network Planning) 271  
SOA (Service-orientierte Architektur) 3  
Software-Agent 87, 124  
solvadis.de 86  
Solvay S.A. 218  
Sonderabfall 212  
Sortenwechsel 160  
SP-EXPERT 248  
Spaghetti-Integration 12  
SPC (Statistical Process Control) 176  
Sprachausgabe 62, 169  
Spracheingabe 169, 176, 206  
Sprachsequenz 173  
SRM (Supplier Relationship Management) 267  
Stereoskopische Live-Darstellung 37  
Stahlindustrie 86, 120, 127, 137, 160, 192

- Stammdaten 21  
Standard Product and Services Codes 87  
Standardarbeitsplan 37  
Statistische Prozessregelung 176  
Statistisches Bundesamt 96  
STEP (Standard For The Exchange Of Product Model Data) 36  
Stetigförderanlage 113  
Steuerung von Maßnahmen 251  
Stichprobenplan 99  
Stichprobenprüfung, dynamische 97, 233  
Stimmkarte 220  
Störfallbehandlung 206  
Strichcode 114  
Stromlaufplan 34  
Strukturstückliste 125  
Stückliste 226, 273  
Stücklistenauflösung 94, 132, 133, 134  
Subvention 241  
Subventionsberatung 56  
Suchkalkulation 228  
Suchmaschine 84, 88  
Supply Chain Cockpit 198  
Supply Loops 269  
Supply Web 267  
SupplyOn AG 86  
Sweep-Algorithmus 197  
Systempalette 113  
Syte APS 162
- Tabu Search 161  
Tagesfinanzdisposition 218  
Tagesfinanzstatus 214  
Talent Relationship Management 245  
Target Costing 30, 228, 275  
Technikumsmaßstab 38  
tecmath AG 58  
Teilautonome Gruppe 154  
Teilefamilie 138, 167  
Teileverwendungsnachweis 128  
Teilkonzern 235  
Teillieferung 97, 190, 194  
Teleteaching 207  
Terminprüfung 64  
Terminverfolgung 40  
TESS (Tool Expert Software System) 32  
Text Mining 266  
Textilindustrie 29, 34, 58, 63, 90, 94, 125, 126, 128, 138, 140, 161  
Thesaurus 87  
Thick consolidator 238  
Thin consolidator 238  
Threshold Accepting 161  
ThyssenKrupp Information Systems 127  
ThyssenKrupp Stahl AG 85  
Ticketmanagementsystem 210  
Time-to-Market-Problematik 36  
TMS (Travel-Management-System) 254  
To-do-Liste 259  
Toolkit 57  
Top Drive 266  
TQM (Total Quality Management) 175, 209
- TR (Treasury) 218  
Tracing 207  
TRAMPAS 197  
Transactional Workflow 15  
Transferdaten 22  
Transitbestand 108  
Transponder 113, 169  
Transportplanung 3  
Travel Data Warehouse 254  
Travel Management 244, 253, 254  
Travel-Management-Führungsinformationsystem 254  
Treasurer 198, 216  
Trema Group 219  
Truck Dispatching 197  
Turnpike scheduling 163
- UDDI (Universal Description Discovery and Integration) 3  
Übergangszeitreduzierung 144  
Überlappung 145  
Umrüstkosten 161  
Umweltmanagement 31  
Umweltschutz 31, 107  
Umwelttechnik 40  
UN/SPSC 87  
Unternehmensdatenmodell 19  
Unternehmensfunktionsmodell 19  
Up-Selling 53  
User Engineering 57  
User Invented Products 262  
User Manufacturing 57
- Value Net 267  
Variantenentstehungspunkt 123  
Variantenfertigung 33  
Variantenplanung 37, 43  
Variantenstückliste 126  
VDA (Verband der Automobilindustrie) 91, 92  
VDA-Flächenschnittstelle 36  
VDMA (Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau) 39  
Veba AG 88  
Vehicle Scheduling 197  
Verbundbestellung 82  
Verdichtungsschema 232  
Vererbungsmechanismus 126  
Verfügbarkeitsprüfung 150, 271  
Verkaufs-Assistent 55  
Verkaufsauktion 85  
Verkürzungsmerkmal 23  
Vermögensaufstellung 241  
Vernetzung von Produktionsaufträgen 275  
Versand 25  
Versandanweisung 201  
Versandanzeige 201  
Versandddokumente 190  
Versandlogistik 189, 195  
Versandstückliste 126  
Verschnittdisposition 138  
Verschnittoptimierung 120  
Versorgungsmodell 91

- Versuchsplanung, statistische 43  
 Verteidigungstechnik 90  
 Vertragsanbahnungsverhältnis 245  
 Vertragsmanagement 258  
 Verweilzeitvektor 215  
 Verweilzeitverteilung 74  
 Verweilzeitvorhersage 215  
 Verwertungsbetrieb 269  
 Video-on-Demand 221  
 Virtuelle Fabrik 39  
 Virtuelle Hauptversammlung 221  
 Virtuelles schwarzes Brett 249  
 Virtuelles Unternehmen 36  
 VisMan 260  
 Viterra AG 95  
 VMI (Vendor-Managed Inventory) 66, 87, 94, 275  
 Volkswagen AG 66, 91, 200, 233  
 Vollmachtbesitz 220  
 Volume-based cost driver 231  
 Volvo 176  
 Vorfakturierung 190, 201  
 Vorgangsintegration 1  
 Vorgangskostenrechnung 208  
 Vorgangssteuерungssystem 8  
 Vorgehensmodell 19  
 Vorkalkulation 223, 226  
     entwicklungsbegleitende 231  
 Vorlaufverschiebung 121, 133  
 Vormerkdaten 22  
 Vorplanung ohne Endmontage 129  
 Vorratsentkopplungspunkt 123  
 Vorratslieferung 198  
 Vorschlagswesen, betriebliches 253  
 Vorwärtsterminierung 142  
 VPN (Virtual Private Network) 247  
 VR (Virtual Reality) 55
- Wagner-Whitin-Algorithmus 82  
 Währungsmanagement 218  
 Währungsumrechnung 235  
 Walzwerk 111, 153, 226  
 Warehouse Management 103, 106  
 Warenbörs 85  
 Wareneingangsprüfung 97, 107  
     dynamische 98  
 Warenzeichen 42  
 Web Browser 247  
 Web-Kamera 66, 207  
 WebLogic 85  
 Web Services 3  
 WebSphere 9  
 WebTIS (Technisches Informationssystem) 205  
 Weltraumtechnik 40  
 WERDI 214  
 Werkbank, verlängerte 108  
 Werksausweis 247  
 Werkschutz 257  
 Werkstattbestand 106, 135, 151  
 Werkstattsteuerung 152, 267
- Werkzeugbereitstellung 166  
 Werkzeugmanagement 124  
 Werkzeugmaschinenbau 150  
 Werkzeugversorgung 168  
 Wertfortschreibung 106  
 Wertkorrektur 105  
 Wertschöpfungsnetz 276  
 Wertschöpfungstiefe 39  
 Westinghouse Electric Company 164  
 WFM (Workflow Management) 9  
 What-if-Simulation 274  
 Wiederbeschaffungszeit 75, 76  
 Wiederholplanung 37  
 Wiederholteile 30  
 Winters-Verfahren 74  
 Win-win-Situation 10, 276  
 Wirkungskettenanalyse 11  
 Wirtschaftsministerium 238  
 Wissensbasiertes System 32, 33, 34, 37, 51, 125, 152, 176, 179, 233, 240, 248, 250  
 Wissensmanagement 208  
 Wissensportal 5  
 WLAN (Wireless-LAN) 170  
 WMS (Workflow-Management-System) 8, 15, 19, 35, 41, 60, 89, 125, 207, 212, 231, 253, 275  
 WSDL (Web Service Description Language) 3  
 WWW 84, 170, 208
- Xbox 269  
 Xecure (Xerox Customer Relationship) 210  
 Xerox GmbH 206, 209, 210  
 XML (Extensible Markup Language) 7, 88, 262  
 XOR-Beziehung 126  
 XPS 32, 33, 198, 234  
 XYZ-Analyse 72
- Yield-Management 53, 58, 59
- Z1-Meldung 217  
 Zahlungsausgleich 236  
 Zeiterfassungsterminal 246  
 Zeitmodell 246  
 ZF Friedrichshafen AG 86  
 Zielkostenmanagement 30  
 Zielkostenrechnung 30  
 Zollabwicklung 47, 71, 95  
 Zollanmeldung 96, 200  
 Zollbehandlungscode 96  
 Zolllagerwaren 95  
 Zollpapiere 96  
 Zollverwaltung 200  
 Zugangskontrolle 247, 258  
 Zulagerung 110  
 Zuschlagskalkulation 30  
 Zutatenliste 125  
 Zuteilung 189, 190  
 Zweite-Wahl-Bestand 176  
 Zwischenbetriebliche Integration 7, 42, 57, 59, 62, 90, 212, 267, 276