

# **Modellierung von OLAP- und Data- Warehouse-Systemen**

Dr. Andreas Totok  
[www.totok.de](http://www.totok.de)  
Oberursel, 2000

## Geleitwort

Wissenschaft und Praxis beschäftigen sich bereits seit mehreren Jahrzehnten intensiv mit der Unterstützung von Management und Controlling durch Informationssysteme. Zwei aktuelle Ansätze, die im Unternehmenseinsatz ein großes Echo erfahren haben, sind On-Line Analytical Processing (OLAP) und Data Warehouse. Diese eng verwobenen, aus der Praxis heraus entstandenen Konzepte sind erst spät in den Fokus wissenschaftlicher Veröffentlichungen gerückt.

Andreas Totok hat OLAP und Data Warehouse in den Mittelpunkt seiner Arbeit gestellt. Er definiert die in Veröffentlichungen teilweise schwammig benutzten Begriffe aus betriebswirtschaftlicher Sicht. Dazu wird die beiden Konzepten zugrundeliegende multidimensionale – also entscheidungsorientierte – Datenstrukturierung auf die eigentlichen Determinanten zurückgeführt. Auf dieser Grundlage wird ein eindeutiges Gerüst von Kennzahlen, Dimensionen und Ableitungsregeln für die multidimensionale Modellierung zur Verfügung gestellt.

Die vorliegende Arbeit ist für Praktiker relevant, die durch sie nähere Erkenntnisse über den Aufbau, die Anforderungen und die Modellierung von OLAP- und Data-Warehouse-Systemen gewinnen können. Insbesondere bieten zwei Projektbeispiele praktische Gestaltungshinweise. Aber auch für wissenschaftlich orientierte Leser bietet die Arbeit interessante Aspekte, wie z.B. durch die Herleitung von multidimensionalen Modellen auf Basis des von Schmalenbach stammenden Modells der Grund- und Auswertungsrechnungen. Durch dieses Vorgehen ist es dem Leser möglich, die Relevanz von multidimensionalen Modellen im Rahmen von Controllinginformationssystemen einzuschätzen. Eine Übersicht über die zur Zeit diskutierten grafischen Notationen für multidimensionale Modelle wird durch die Entwicklung eines eigenen objektorientierten Modellrahmens abgerundet.

Ich wünsche dieser Arbeit eine gute Verbreitung. Dabei bin ich sicher, daß die Leser sowohl aus der Unternehmenspraxis als auch aus der Wissenschaft wertvolle Anregungen für eigene Anwendungen und Weiterentwicklungen erhalten werden.

Prof. Dr. Burkhard Huch



## **Vorwort**

Diese Arbeit entstand während meiner Tätigkeit als wissenschaftlicher Mitarbeiter in der Abteilung Controlling und Unternehmensrechnung der Technischen Universität Braunschweig. Ich war zu dieser Zeit Ansprechpartner für die Unternehmen aus der Region, die mit unserer konzeptionellen Unterstützung Controllinginformationssysteme eingeführt oder erweitert haben. Sehr bald nach Antritt meiner Stelle wurde deutlich, daß vielen Aufgabenstellungen in unseren Projekten multidimensionale Problemstellungen zugrundelagen, die in geeigneter Form in Informationssystemen abgebildet werden mußten.

Ich bedanke mich hiermit bei allen Unternehmensvertretern und beteiligten Studenten für die gute und konstruktive Zusammenarbeit bei den Projekten. Wir haben oft lange zusammengesessen und nach der besten Lösung für das jeweilige multidimensionale Modell gesucht. Eine wertvolle Hilfe waren für mich auch das Diskussionsforum und die Workshops des Arbeitskreises Konzepte des Data Warehousing der Gesellschaft für Informatik.

Meinem Doktorvater Herrn Prof. Dr. Huch danke ich für seine humorvolle und direkte Art, mit der er viele Abläufe im universitären Alltag beschleunigt hat, so daß wir uns auf unsere Aufgaben in Lehre und Forschung konzentrieren konnten. Herrn Prof. Dr. Voß gilt mein Dank für die Übernahme des Koreferats. Meine Kollegen vom Controlling-Team behalte ich als diskussionslustige Freunde in Erinnerung. Ich bedanke mich besonders bei Herrn Dipl.-Wirtsch.-Inform. Stephen Jobst und Herrn Dipl.-Wirtsch.-Inform. Jan Lösch für die Kritik und Durchsicht meiner Arbeit sowie bei Herrn Dipl.-Kfm. Stefan Borchers für die vielen intensiven Diskussionen. Meinen Eltern danke ich für Ihre Unterstützung in jeder Lebenslage. Mit Trauer denke ich an meine Mutter, die viel zu früh in der Endphase meiner Dissertation starb und meine Promotion nicht mehr miterleben konnte.

Andreas Totok



# Inhaltsverzeichnis

<b>Abbildungsverzeichnis .....</b>	<b>XIII</b>
<b>Tabellenverzeichnis .....</b>	<b>XVII</b>
<b>Abkürzungsverzeichnis .....</b>	<b>XIX</b>
<b>1 Einführung .....</b>	<b>1</b>
1.1 Problem .....	1
1.2 Zielsetzung .....	1
1.3 Hintergrund .....	2
1.4 Aufbau der Arbeit .....	3
<b>2 Controlling und Informationsversorgungsfunktion .....</b>	<b>7</b>
2.1 Controlling .....	7
2.2 Information .....	10
2.3 Informationskongruenz .....	14
2.4 Informationsversorgung in ausgewählten Controllingkonzepten .....	16
2.5 Schnittstellen zwischen Controlling und Informationsmanagement .....	21
2.6 Berichtssysteme .....	25
2.6.1 Einordnung .....	25
2.6.2 Berichtsarten .....	26
2.6.3 Verdichtungen .....	27
2.6.4 Begriffs- und Methodenstandards .....	29
2.6.5 Informationsquellen .....	31
2.6.6 Kennzahlen und Kennzahlensysteme .....	32
<b>3 Controllinginformationssysteme im Kontext der betrieblichen Informationssysteme .....</b>	<b>37</b>
3.1 Integration der Informationssysteme .....	37
3.2 Administrations- und Dispositionssysteme .....	38
3.3 Data-Warehouse-Konzept .....	39
3.3.1 Einordnung .....	39
3.3.2 Zentrale Datenbasis .....	43
3.3.3 Metadatenbanksystem .....	44
3.3.4 Archivierungssystem .....	45
3.3.5 Architekturvarianten .....	45
3.4 Controllinginformationssysteme .....	47
3.4.1 Begriff .....	47
3.4.2 Anforderungen .....	50
3.4.3 Aufbau und Einordnung .....	51
3.4.4 Probleme im Praxiseinsatz .....	53
3.5 On-Line Analytical Processing .....	55
3.5.1 Begriff .....	55

3.5.2	Anforderungen.....	58
3.5.3	Navigation.....	62
3.5.4	Internet und Intranet .....	64
3.5.5	Architektur.....	65
3.5.6	Produkte .....	69
3.5.7	Bewertung.....	70
3.6	Data Mining.....	71
<b>4</b>	<b>Das multidimensionale Modell .....</b>	<b>75</b>
4.1	Grundrechnung .....	75
4.1.1	Anforderungen und Inhalt.....	75
4.1.2	Strukturebenen.....	79
4.1.3	Grundrechnung, Auswertungsrechnung, OLAP.....	80
4.2	Kernelemente von multidimensionalen Controllinginformationssystemen ....	85
4.2.1	Kennzahlen .....	85
4.2.2	Dimensionen.....	87
4.2.2.1	Begriff.....	87
4.2.2.2	Betriebswirtschaftliche Dimensionstypen.....	87
4.2.2.3	Strukturelle Dimensionstypen.....	92
4.2.3	Ableitungsregeln.....	95
4.3	Modellierung .....	97
4.3.1	Modellbegriff.....	97
4.3.2	Datenmodell.....	98
4.3.3	Datenmodellierung operativer Informationssysteme.....	102
4.3.4	Unternehmensmodellierung.....	105
4.3.5	Modellierung multidimensionaler Informationssysteme.....	108
4.3.5.1	Multidimensionale Controllinginformationssysteme.....	108
4.3.5.2	Datenextraktion und -transformation.....	109
4.3.5.3	Datenstrukturierung und Denormalisierung.....	111
4.3.5.4	Datenableitung und -verdichtung.....	113
4.3.5.5	Vereinheitlichung des Datenformats.....	114
4.3.6	Vorgehensmodell für die Entwicklung von multidimensionalen Informationssystemen.....	115
4.3.6.1	Anforderungsanalyse .....	117
4.3.6.2	Ermittlung des Kennzahlenbedarfs .....	117
4.3.6.3	Abgeleitete Kennzahlen .....	118
4.3.6.4	Dimensionierung der Kennzahlen und Granularität .....	119
4.3.6.5	Physisches Design der Datenwürfel.....	119
<b>5</b>	<b>Semantische Modellierung .....</b>	<b>123</b>
5.1	Ansätze auf Basis des Entity-Relationship Model.....	123
5.1.1	ERM ohne Modifikationen .....	123
5.1.2	Multidimensionales Entity-Relationship Model.....	125
5.1.3	Modifizierte Objekttypenmethode.....	127
5.1.4	Datenmodellierung Data Warehouse – ein Lösungsvorschlag mittels ER-Modellierung .....	129
5.1.5	ER-Modellierung von Controlling-Systemen.....	129
5.2	Application Design for Analytical Processing Technologies .....	133



---

5.2.1	Kernelemente.....	133
5.2.2	Dimensionstypen.....	135
5.2.3	Dimensionselemente.....	136
5.2.4	Beziehungstypen.....	137
5.2.5	Weitere Elemente.....	138
5.3	Ansätze auf Basis der objektorientierten Modellierung.....	139
5.3.1	Objektorientierte Modellierung.....	139
5.3.2	Unified Modeling Language.....	140
5.3.2.1	Objektorientierte Grundkonstrukte.....	140
5.3.2.2	Sichten.....	143
5.3.3	Anwendung der Object-Oriented Analysis.....	146
5.3.4	Anwendung der Object Modeling Technique.....	147
5.4	Weitere Ansätze.....	149
5.5	Bewertung.....	152
5.6	Objektorientierter multidimensionaler Modellrahmen.....	155
5.6.1	Eigenschaften.....	155
5.6.2	Basiselemente.....	156
5.6.3	Beispiele.....	163
5.6.4	Realisierungsaspekte.....	169
<b>6</b>	<b>Logische Modellierung.....</b>	<b>173</b>
6.1	Modellierung von MOLAP- oder ROLAP-Lösungen.....	173
6.2	Star Schema.....	174
6.3	Snowflake Schema.....	177
6.4	Fact Constellation Schema.....	178
6.5	Modellierung von Veränderungen.....	180
6.5.1	Flexibilität gegenüber Veränderungen.....	180
6.5.2	Identifikation von sich langsam verändernden Dimensionen.....	184
6.5.3	Überschreiben.....	184
6.5.4	Vollständige Tupel-Zeitstempelung.....	185
6.5.5	Partielle Tupel-Zeitstempelung.....	186
6.5.6	Historientabelle.....	187
6.5.7	Minidimension.....	188
6.5.8	Schlagartige Veränderung.....	190
6.5.9	Gültigkeitszeitmatrix.....	190
6.6	Ableitungs- und Integritätsregeln.....	192
<b>7</b>	<b>Anwendungen.....</b>	<b>195</b>
7.1	Anwendungsgebiete.....	195
7.2	Controllinginformationssystem für die Produktanalyse.....	197
7.2.1	Anforderungen.....	197
7.2.1.1	Tätigkeiten.....	197
7.2.1.2	Systemlandschaft.....	199
7.2.2	Modellierung.....	200
7.2.2.1	Originäre Kennzahlen.....	200
7.2.2.2	Abgeleitete Kennzahlen.....	201
7.2.2.3	Dimensionierung.....	201

---

7.2.2.4	Analysematrizen.....	205
7.2.2.5	Vordefinierte Analyseschritte .....	207
7.2.3	Implementierung.....	208
7.2.3.1	Grundstruktur der Datenbank aufbauen .....	208
7.2.3.2	Gestaltung der Benutzerschnittstelle.....	212
7.3	Controllinginformationssystem für die Produktion .....	215
7.3.1	Anforderungen.....	215
7.3.2	Modellierung.....	216
7.3.2.1	Originäre und abgeleitete Kennzahlen.....	216
7.3.2.2	Dimensionierung.....	221
7.3.2.3	Analysematrizen.....	224
7.3.3	Implementierung.....	225
7.4	Informationssysteme im Konzern .....	228
7.4.1	Konzernkonsolidierung.....	228
7.4.2	Integration der Informationssysteme in Konzernstrukturen.....	231
7.4.3	Kennzahlen und Dimensionen.....	234
7.5	Praktische Probleme beim Aufbau von multidimensionalen Systemen .....	237
<b>8</b>	<b>Ausblick .....</b>	<b>241</b>
<b>Anhang .....</b>	<b>.....</b>	<b>243</b>
<b>A</b>	<b>Oracle Express .....</b>	<b>245</b>
A.1	Express-Serie.....	245
A.2	Server .....	246
A.3	Verwaltungswerkzeuge.....	247
A.4	Analysekomponenten .....	247
<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>.....</b>	<b>251</b>
<b>Stichwortverzeichnis .....</b>	<b>.....</b>	<b>283</b>

## Abbildungsverzeichnis

Abb. 1	Aufbau der Arbeit.....	4
Abb. 2	Komponenten eines Controllingkonzepts .....	8
Abb. 3	Typologie der Informationsbegriffe .....	13
Abb. 4	Informationskongruenz .....	14
Abb. 5	Controllingkonzept nach Horváth .....	17
Abb. 6	Schnittstellen zwischen Controlling und Informationsmanagement.....	24
Abb. 7	Klassifikation von Aussagen.....	30
Abb. 8	Kennzahlensystem für das operative Vertriebsgeschäft.....	35
Abb. 9	Integrierte Informationssysteme.....	38
Abb. 10	Data Warehouse als integrierendes Element.....	40
Abb. 11	Fehlende Integration in der Praxis.....	54
Abb. 12	Multidimensionale Sichtweise von Artikelumsätzen.....	56
Abb. 13	Unterschiedliche Sichtweisen des OLAP-Würfels.....	63
Abb. 14	Multidimensionale Datenanalyse.....	64
Abb. 15	OLAP-Architekturvarianten.....	67
Abb. 16	KDD-Prozeß.....	72
Abb. 17	Systemgestützte Abweichungsanalyse mit Delta Miner .....	74
Abb. 18	Grundrechnung und Auswertungsrechnung.....	80
Abb. 19	Anforderungen im Vergleich.....	81
Abb. 20	Kostenposition in der Grundrechnung .....	82
Abb. 21	Multidimensionale Darstellung des Grundrechnungsbeispiels .....	85
Abb. 22	Hierarchie der aggregierenden Dimension Artikel .....	92
Abb. 23	Strukturbesonderheiten verdichtender Dimensionen in Graphendarstellung.....	94
Abb. 24	Modellierungs-/Implementierungsebenen.....	100
Abb. 25	Ausgewählte Notationselemente des ERM.....	103
Abb. 26	ERM-Beispiel.....	104
Abb. 27	Normalformen und Modellierungsregeln.....	105
Abb. 28	Sichten des Geschäftsprozesses Auftragsbearbeitung.....	106
Abb. 29	Unternehmensmodellierung mit ARIS.....	107
Abb. 30	Operative und multidimensionale Datenmodellierung auf logischer Ebene.....	112
Abb. 31	Verdichtungsebenen der Dimension Zeit.....	113
Abb. 32	Datumsformat als Integrationsproblem .....	115
Abb. 33	Vorgehensmodell für die Erstellung von Data Warehouses .....	116
Abb. 34	Verwaltung von Dimensionen in Alea.....	120
Abb. 35	Multidimensionale Strukturen in ER-Notation .....	125
Abb. 36	Notationselemente des ME/R-Modells .....	126
Abb. 37	Beispiel für das ME/R Model.....	127
Abb. 38	Beispiel für die OTM .....	128
Abb. 39	Beispiel für ERM.....	129
Abb. 40	Dimensionsbeschreibung.....	130
Abb. 41	Herleitung aggregierter Daten.....	131
Abb. 42	Kennzahlenbeschreibung.....	132
Abb. 43	Kernelemente.....	133
Abb. 44	Kennzahlen und Dimensionen einer Vertriebsergebnisrechnung .....	134
Abb. 45	Ableitung von Kennzahlen für eine Vertriebsergebnisrechnung .....	134
Abb. 46	Dimensionstypen.....	135

Abb. 47	Dimensionen einer Vertriebsergebnisrechnung .....	136
Abb. 48	Dimensionselemente .....	136
Abb. 49	Beziehungstypen .....	137
Abb. 50	Abhängigkeit zwischen Märkten und Produkten .....	138
Abb. 51	Weitere Elemente .....	138
Abb. 52	Objekt und Klasse .....	142
Abb. 53	Vererbung .....	143
Abb. 54	Anwendungsfalldiagramm .....	144
Abb. 55	Aufteilung der logischen Modellierung durch Pakete.....	145
Abb. 56	Mehrdimensionale Datenstruktur mit der OOA.....	147
Abb. 57	Modellierung von Dimensionen mit der OMT.....	148
Abb. 58	Beispiel für die Notation von HAHNE/SCHERP .....	149
Abb. 59	Beispiel für die Notation von THOMSEN.....	150
Abb. 60	Dimensional Fact Modellierung .....	152
Abb. 61	Multidimensionale Basiselemente.....	157
Abb. 62	Kennzahlenklassen .....	158
Abb. 63	Dimensionselemente .....	160
Abb. 64	Pakete dieser Arbeit.....	162
Abb. 65	Klassenzuordnung der Kennzahlen mit Abhängigkeiten.....	164
Abb. 66	Klassenzuordnung von Dimensionen.....	164
Abb. 67	Klassenzuordnung von originären Dimensionselementen .....	164
Abb. 68	Klassenzuordnung von abgeleiteten Dimensionselementen .....	165
Abb. 69	Definition der Dimensionen .....	166
Abb. 70	Teilsicht Gültigkeitskombination für Preis auf Klassenebene .....	167
Abb. 71	Konkrete Ausprägung auf Objektebene .....	167
Abb. 72	Kostenstellenrechnung .....	168
Abb. 73	Attribute von Dimensionselementen.....	169
Abb. 74	Star Schema.....	175
Abb. 75	Snowflake Schema .....	178
Abb. 76	Fact Constellation Schema.....	179
Abb. 77	Strukturelle Veränderungen in der Artikelhierarchie.....	182
Abb. 78	Vollständige Tupel-Zeitstempelung der Dimensionselemente .....	185
Abb. 79	Versionierung einzelner Attribute .....	186
Abb. 80	Historientabelle für sich verändernde Einträge .....	188
Abb. 81	Minidimension.....	189
Abb. 82	Einsatzgebiete für ein Data Warehouse.....	195
Abb. 83	Markt- und Produktdimension.....	202
Abb. 84	Zeitdimension.....	203
Abb. 85	Währungsdimension.....	204
Abb. 86	Szenariodimension .....	205
Abb. 87	Analysematrizen für ein Produktanalysesystem.....	206
Abb. 88	Beispiel für einen Preisindexvergleich Autotyp zu Top 10 .....	208
Abb. 89	Erstellen der Marktdimension .....	209
Abb. 90	Erstellen der Kennzahl <i>Umsatz pro Typ</i> .....	210
Abb. 91	Abweichungsmodell.....	211
Abb. 92	Definition eines <i>Solve</i> .....	211
Abb. 93	Tabellarische Beispielauswertung.....	213
Abb. 94	Grafische Beispielauswertung.....	213
Abb. 95	Navigationsinstrument <i>Selector</i> .....	214

---

Abb. 96	Produkt- und Gesellschaftsdimension .....	221
Abb. 97	Beschäftigungsdimension.....	223
Abb. 98	Analysematrizen für monetäre Kennzahlen.....	224
Abb. 99	Analysematrizen für nicht-monetäre Kennzahlen.....	225
Abb. 100	Interne Gewinn- und Verlustrechnung.....	228
Abb. 101	Integrationsbruch der Informationssysteme in Konzernstrukturen.....	232
Abb. 102	Konzept für interne und externe Konsolidierung in einem Konzern-Data-Warehouse .....	234
Abb. 103	Express-Produktserie.....	246
Abb. 104	Express Objects .....	248



## Tabellenverzeichnis

Tab. 1	Synopse zum Begriff des Informationsmanagement.....	22
Tab. 2	Verdichtungstypen.....	28
Tab. 3	Systematisierung von Verhältniszahlen .....	33
Tab. 4	OLTP versus OLAP .....	42
Tab. 5	Informationssysteme für Controlling und Unternehmensführung .....	47
Tab. 6	Systematisierung von MIS-Begriffen.....	49
Tab. 7	Funktionale Anforderungen an FIS und MIS.....	50
Tab. 8	Ausgewählte Anbieter für OLAP-Produkte .....	70
Tab. 9	Grundrechnungsbeispiel für mehrdimensionale Bezugsobjekte.....	83
Tab. 10	Ausweis komplexer Bezugsobjekte in einer einzigen Grundrechnungstabelle.....	84
Tab. 11	Anwendungsbereiche von Datenmodellen.....	101
Tab. 12	Anwendungsgebiete von Datenmodellen bezüglich MIS .....	102
Tab. 13	Begriffsdefinition Absatz .....	118
Tab. 14	Hierarchien der Dimensionensebenen.....	176
Tab. 15	Einträge einer Faktentabelle .....	176
Tab. 16	Einträge einer Dimensionstabelle.....	176
Tab. 17	Gültigkeitszeitmatrix für die Artikelhierarchie .....	191
Tab. 18	Implementierung Operatives Ergebnis.....	200
Tab. 19	Begriffsdefinition Gesamtumsatz.....	201
Tab. 20	Kennzahlen der internen Gewinn- und Verlustrechnung .....	217
Tab. 21	Produktionsspezifische Kennzahlen.....	218
Tab. 22	Standorte und Produktparten .....	222
Tab. 23	Besondere Verdichtungsvorschriften .....	223
Tab. 24	Implementierung der Kennzahl Gesamtkosten .....	226
Tab. 25	Ausschnitt der Dimensionsübersicht.....	227
Tab. 26	Dimensionen einer Managementkonsolidierung.....	235
Tab. 27	Dimensionen einer handelsrechtlichen Konsolidierung.....	235
Tab. 28	Betrachtungsdimensionen und inhaltliche Struktur .....	236





## Abkürzungsverzeichnis

ADAPT	Application Design for Analytical Processing Technologies
ARIS	Architektur integrierter Informationssysteme
ASCII	American Standard Code of Information Interchange
BETREX	Betriebsergebnis-Expertisesystem
BW	Business Information Warehouse
CIS	Controllinginformationssystem
CORBA	Common Object Request Broker Architecture
DB	Deckungsbeitrag
DF	Dimensional Fact Model
DM	Dimensional Model
DSS	Decision Support System
DV	Datenverarbeitung
EBIS	Europe / Middle East / Africa Business Information System
EDV	Elektronische Datenverarbeitung
ERM	Entity-Relationship Model
ERP	Enterprise Resource Planning
EIS	Executive Information System
ESS	Executive Support System
EUS	Entscheidungsunterstützungssystem
FIS	Führungsinformationssystem
FORWISS	Bayerisches Forschungszentrum für wissenschaftliche Systeme
GuV	Gewinn- und Verlustrechnung
HB	Handelsbilanz
HGB	Handelsgesetzbuch
HOLAP	Hybrid OLAP
HTP	Horizontal Table Partitioning
IAS	International Accounting Standard
IM	Informationsmanagement
IV	Informationsverarbeitung
IT	Informationstechnologie
ME/R	Multidimensionales Entity-Relationship Model
MIS	Managementinformationssystem
MOLAP	Multidimensional OLAP
MD	Multidimensional

MDBS	Multidimensionales Datenbanksystem
MS	Microsoft Corporation
MUS	Managementunterstützungssystem
N/A	Not Available
NF	Normalform
ODBC	Open Database Connectivity
ODS	Operational Data Store
OLAP	On-Line Analytical Processing
OLE DB	Object Link And Embedding Database
OLTP	On-Line Transaction Processing
OMG	Object Management Group
OMT	Object-Modeling Technique
OOA	Object-Oriented Analysis
OOA&D	Object-Oriented Analysis & Design
OOD	Object-Oriented Design
OOSA	Object-Oriented Systems Analysis
OOSE	Object-Oriented Software Engineering
OTM	Objektypenmethode
PC	Personal Computer
RDBS	Relationales Datenbanksystem
ROI	Return On Investment
RDD	Responsibility Driven Design
ROLAP	Relational OLAP
SQL	Structured Query Language
UDM	Unternehmensdatenmodell
UML	Unified Modeling Language
US-GAAP	United States Generally Accepted Accounting Principles
XPS	Expert System
XSS	Expert Support System
WWW	World Wide Web

# 1 Einführung

## 1.1 Problem

Controlling ist ohne die Unterstützung von Informationssystemen im betrieblichen Alltag praktisch nicht durchführbar. Informationssysteme stellen als Bestandteil des Controllingsystems die in- und externen Informationsströme sicher, und mit ihrer Hilfe werden Informationsangebot und Nachfrage koordiniert. Eine Erfolgsgröße des Controlling ist der Deckungsgrad von Informationsbedarf, -angebot und -nachfrage<sup>1</sup>. Damit zählt die Schaffung von Informationskongruenz zu den zentralen Controllingaufgaben. Das Controlling muß den konzeptionellen Rahmen für entsprechende Informationssysteme entwickeln. Für die Konzeption von Controllinginformationssystemen (CIS) bedeutet dies, daß der Kennzahlenbedarf, die Entscheidungsobjekte und die Methoden festzulegen sind, damit alle benötigten Analysen durchgeführt werden können und Informationskongruenz realisiert wird.

Die Diskussion um die Ausgestaltung von CIS geht auf das in den sechziger Jahre entstandene Konzept der Managementinformationssysteme zurück. Nach anfänglichen Mißerfolgen gab es inzwischen mehrere Anläufe solche Systeme in den Unternehmen zu etablieren, doch erst seit Mitte der neunziger Jahre haben dispositive Informationssysteme mit dem Aufkommen der Konzepte des Data Warehouse und des On-Line Analytical Processing (OLAP) breiten Einzug in der Praxis gehalten. Das Ziel der Konzepte, die Unternehmensführung mit entscheidungsrelevanten Informationen zu versorgen, ist immer noch das gleiche, wie in den sechziger Jahren. Die Systeme und Instrumente haben sich inzwischen allerdings stark gewandelt. Die am Markt befindlichen Produkte ermöglichen heute eine konsequent multidimensionale Sichtweise für Controllinganalysen von großen Datenbeständen in einer intuitiven Form. Multidimensionalität ist daher ein wesentliches Strukturierungsmerkmal für Daten in Controllinginformationssystemen. Voraussetzung ist der adäquate Aufbau einer entscheidungsorientierten betriebswirtschaftlichen Datenbasis.

## 1.2 Zielsetzung

Multidimensionale Controllinginformationssysteme werden in dieser Arbeit sowohl von der informationstechnischen als auch von der betriebswirtschaftlichen Sicht her betrachtet. Intention ist, eine Verbindung von beiden Sichten herzustellen, um die betriebswirtschaftlichen Anforderungen semantisch und logisch korrekt abzubilden. Technologisch werden Data-Warehouse- und OLAP-Konzepte als neue Ansätze für multidimensionale Informationssysteme berücksichtigt. Es wird aufgezeigt, daß beide Ansätze eine – vor allem technologische – Weiterentwicklung des in den fünfziger Jahren von GOETZ<sup>2</sup> und SCHMALENBACH<sup>3</sup> entwickelten und später von RIEBEL<sup>4</sup> aufge-

---

<sup>1</sup> Huch/Schimmelpfeng 1994, S. 5.

<sup>2</sup> Goetz 1949, S. 137.

<sup>3</sup> Schmalenbach 1956, S. 267.

griffenen betriebswirtschaftlichen Konzepts der Grund- und Auswertungsrechnung darstellen.

Die semantische und logische Modellierung von multidimensionalen Informationssystemen bildet den Schwerpunkt der Ausführungen. Um bei der Gestaltung die Anforderungen der Anwender aus Management und Controlling angemessen zu berücksichtigen, wird insbesondere die Modellierung mittels grafischer Notationen untersucht. Vertiefend wird ein objektorientierter Modellrahmen vorgestellt, der sich an der Unified Modeling Language orientiert. Das objektorientierte Grundkonzept der Kapselung von Daten und Methoden wird auf der semantischen Ebene benutzt, um den speziellen Anforderungen der multidimensionalen Modellierung gerecht zu werden.

### 1.3 Hintergrund

Unter Data Warehouse wird ein Konzept zur Schaffung einer zu den operativen betrieblichen Informationssystemen redundanten Datenbank inklusive von Importfunktion, Archivierungs- und Metadatenbanksystem verstanden. Häufig wird auch von Data Warehousing gesprochen und dadurch der Prozeß, der zum Aufbau eines Data Warehouse notwendig ist, betont. Zentraler Punkt beim Aufbau eines Data Warehouse ist die Erstellung eines verdichteten Unternehmensdatenmodells inklusive Metadatenbank. Dieses ist in eine meist prozeßorientierte Umgebung, wie sie in vielen Unternehmen durch die Einführung von betriebswirtschaftlicher Standardsoftware gegeben ist, einzubinden. Im Gegensatz zu Administrations- und Dispositionssystemen erfolgt die Datenstrukturierung entscheidungsorientiert, richtet sich damit nach dem Informationsbedarf von Management und Controlling aus. OLAP wird im Gegensatz zum Data Warehouse primär aus Anwendersicht definiert, und es stehen die Anforderungen für eine multidimensionale Datenanalyse im Vordergrund, die vor allem durch eine intuitive – an die Entscheidungsprozesse angepaßte – Bedienung ermöglicht werden soll.

Der Terminus *Data Warehouse* wurde erstmals 1989 in einem Artikel von DEVLIN/MURPHY<sup>5</sup> benutzt und 1993 von INMON<sup>6</sup> genauer definiert, der auch als geistiger Vater des Konzepts gilt. Im gleichen Jahr erschienen die OLAP-Regeln von CODD ET AL.<sup>7</sup> Der Erfolg von Data-Warehouse- und OLAP-Konzept beruht einerseits auf einer einheitlichen integrierten Datenbasis und andererseits auf deren intuitiven Auswertbarkeit durch die Vereinfachung der Bedienung für Ad-hoc-Analysen sowie der flexiblen Berichtsgenerierung.

In einer empirischen Befragung der größten Unternehmen im deutschsprachigen Raum wird festgestellt, daß über 75% der befragten Unternehmen die Bereiche Management

---

<sup>4</sup> Riebel 1979, S. 863 ff..

<sup>5</sup> Devlin/Murphy 1988, S. 60 ff.

<sup>6</sup> Inmon 1993.

<sup>7</sup> Codd et al. 1993, o. S.

und Controlling als Anwendungsbereich von Data Warehouses nennen<sup>8</sup>, die damit in der Praxis die Hauptanwendergruppe von Data Warehouses bilden. Sie spezifizieren daher maßgeblich die Anforderungen, die an solche Systeme gestellt werden. Sehr gut geeignet sind multidimensionale Informationssysteme für Controllinganwendungen wie z.B. der Kosten- und Erlösrechnung in Form von Deckungsbeitragsrechnungen mit Ist- oder Planwerten. Die Anwendungen beschränken sich dabei nicht auf den operativen, sondern auch auf den strategischen Bereich der Unternehmensplanung und -steuerung. Der Anwender soll durch ein Data Warehouse in die Lage versetzt werden, in Form von Daten repräsentierte Informationen in Wissen umzusetzen, um daraus langfristige Strategien, aber auch konkrete Aktionen abzuleiten. Das Data-Warehouse-Konzept wird daher auch als Instrument zur strategischen Unternehmenssteuerung propagiert<sup>9</sup>.

Zur Zeit wird die Modellierung von multidimensionalen Informationssystemen diskutiert. Standard bei der konventionellen Modellierung operativer betrieblicher Informationssysteme ist die Normalisierung von Datenstrukturen, mit Hilfe deren Redundanzen in der Datenbasis vermieden sowie die Konsistenz sichergestellt werden sollen. Bei der multidimensionalen Modellierung hingegen wird gezielt denormalisiert, um für den Anwender einfache und schnelle Zugriffe auf Analysedaten zu ermöglichen. Die Datenstrukturierung wird auch als Hypercube-Prinzip bezeichnet, weil die Daten quaderförmig in Matrizen vorliegen. Ein Hypercube repräsentiert einen Kontext von betriebswirtschaftlichen Kennzahlen und den Entscheidungsobjekten, über die sie analysiert werden sollen. OLAP-Systeme realisieren ihre Datenstrukturen ausschließlich in Hypercubes. Ein Data Warehouse ist hingegen definitionsmäßig nicht beschränkt und kann auch nicht-multidimensionale Datenkonstrukte umfassen, um die Komplexität bestimmter zu analysierender Bereiche abbilden zu können. In dieser Arbeit soll ausschließlich die multidimensionale Modellierung behandelt werden. Für die Data-Warehouse-Modellierung werden auf semantischer Ebene ausschließlich multidimensionale Strukturen betrachtet, so daß kein Unterschied zwischen der semantischen Modellierung von Data-Warehouse- und OLAP-Systemen gemacht wird.

#### **1.4 Aufbau der Arbeit**

Bedingt durch die Schlüsselposition, die das Controlling in der Praxis bei der Initiierung von Projekten für multidimensionale Informationssysteme innehat, wird in Kapitel 2 die Informationsversorgungsfunktion des Controlling thematisiert. Die Schaffung von Informationskongruenz wird dabei als wesentlicher Erfolgsfaktor für das Controlling herausgestellt, um danach zu vergleichen, wie die Informationsversorgungsfunktion in ausgewählten Controllingkonzepten verankert ist. Das Controlling konkurriert

---

<sup>8</sup> Die empirische Untersuchung wurde von HANNIG am Institut für Managementinformationssysteme e.V. (Ludwigshafen) durchgeführt. Die hier zitierten Zahlen basieren auf einem Stand von 132 ausgewerteten Fragebogen von Unternehmen aus Deutschland, Österreich und der Schweiz (Hannig 1997, o. S.), siehe auch Abb. 82.

<sup>9</sup> Martin 1998a, S. 24.

bei der Informationsversorgung mit dem Informationsmanagement, so daß zur Komplettierung die Schnittstellen zwischen beiden Konzepten untersucht werden. Abschließend werden Berichtssysteme als konzeptioneller Rahmen für Controllinginformationssysteme vorgestellt. Zur grafischen Darstellung des Aufbau der Arbeit wurde in Abb. 1 eine Würfelform gewählt, um die besondere thematische Bedeutung der Multidimensionalität hervorzuheben.

In Kapitel 3 werden betriebliche Informationssysteme systematisiert, wobei der Integrationsgedanke als wesentliches Gestaltungsmerkmal berücksichtigt wird. Insbesondere Controllinginformationssysteme werden klassifiziert und der Entwicklungsverlauf von den anfänglichen Managementinformationssystemen über Entscheidungsunterstützungssysteme bis hin zu den heutigen Führungsinformationssystemen dargestellt. Data Warehouse, OLAP und Data Mining werden als aktuelle Technologien für Controllinginformationssysteme eingeordnet.

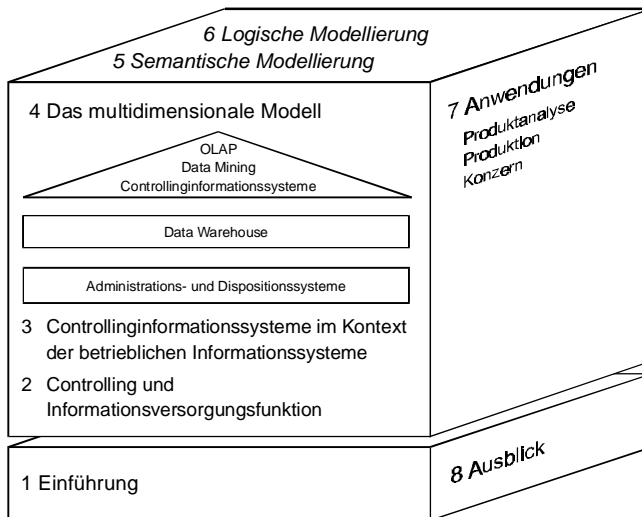


Abb. 1 Aufbau der Arbeit

Das Konzept der Grund- und Auswertungsrechnung dient in Kapitel 4 als Basis für die Herleitung der spezifischen Anforderungen von multidimensionalen Informationssystemen. Kennzahlen, Dimensionen und Ableitungsregeln werden als Kernelemente von multidimensionalen Modellen genannt, und es wird auf die Besonderheiten gegenüber der konventionellen Modellierung hingewiesen. Ein auf die Belange von multidimensionalen Informationssystemen abgestimmtes Vorgehensmodell verdeutlicht die Besonderheiten beim Aufbau solcher Systeme.

Kapitel 5 und 6 behandeln die semantische und logische Modellierung. Für die semantische Modellierung wurden in Veröffentlichungen verschiedene Ansätze vorgestellt, von denen eine Auswahl näher betrachtet wird. Den Schwerpunkt von Kapitel 5 bildet ein auf die Besonderheiten der multidimensionalen Informationssysteme abgestimmter objektorientierter Modellrahmen. Aufgrund eines durchgängig verwendeten Beispiels aus dem Bereich des Vertriebscontrolling soll eine Vergleichbarkeit der verschiedenen Modellierungsansätze hergestellt werden. In Kapitel 6 steht bei der logischen Modellierung das relationale Star Schema mit seinen Varianten im Mittelpunkt, da sich dieses bei der relationalen Implementierung von multidimensionalen Strukturen durchgesetzt hat. Vertiefend wird auf die Modellierung von strukturellen Veränderungen eingegangen.

Zur Verdeutlichung der Umsetzung der konzeptionellen Überlegungen wird in Kapitel 7 auf betriebswirtschaftliche Anwendungen für multidimensionale Informationssysteme eingegangen. Hierzu werden zwei praktische Beispiele aus dem Controlling eines Automobilherstellers gegeben, außerdem wird auf die Gestaltung von Controllinginformationssystemen für Konzerne eingegangen.

Den Abschluß der Arbeit bildet der Ausblick in Kapitel 8.





## 2 Controlling und Informationsversorgungsfunktion

### 2.1 Controlling

Controlling ist ein Managementkonzept zur zielgerichteten Steuerung von Unternehmen auf der Grundlage von Plänen. Man versteht darunter auch alle Maßnahmen der betrieblichen Planung, Steuerung und Kontrolle zur Erreichung der Unternehmensziele<sup>10</sup>. Dem Controlling kommt dabei eine Unterstützungsfunktion der Unternehmensführung zu. Art und Umfang der Führungsunterstützung weichen bei den verschiedenen Controllingkonzepten in Praxis und Theorie deutlich voneinander ab<sup>11</sup>. HORVÁTH moniert, daß Controlling in einer „verwirrenden Vielfalt“ von Ansätzen unterschiedlich definiert wird<sup>12</sup>. Man kann die verschiedenen Ansätze nach drei wesentlichen funktionalen Sichtweisen klassifizieren<sup>13, 14</sup>:

- Controlling als *Koordinationsfunktion*: die zentrale Aufgabe des Controlling wird in der Koordination der unterschiedlichen Teilsysteme der Unternehmensführung gesehen<sup>15</sup>.
- Controlling als *Managementunterstützungsfunktion*: das Controlling hat für eine konsequente Zielausrichtung des Unternehmens Sorge zu tragen und soll die Rationalität der Führung sicherstellen<sup>16</sup>.
- Controlling als *Informationsversorgungsfunktion*: Controlling dient vorwiegend zur Bereitstellung von Informationen, die in und außerhalb vom Unternehmen beschafft, dann ausgewertet und für die Führungsinstanzen aufbereitet werden<sup>17</sup>.

Grundsätzlich besteht zwischen diesen Ansätzen Konsens, daß Controlling ein Subsystem des Führungssystems ist. Weiterhin kann festgestellt werden, daß sich in der Literatur der koordinationsorientierte Ansatz durchsetzt<sup>18</sup>.

Ein Controllingkonzept<sup>19</sup> besteht aus einer funktionalen, einer instrumentellen sowie einer institutionellen Komponente (siehe Abb. 2)<sup>20</sup>. Das entscheidende Merkmal ist die

---

<sup>10</sup> Huch et al. 1997, S. 228.

<sup>11</sup> Schweitzer 1994, S. 141 f.

<sup>12</sup> Horváth 1996, S. 142.

<sup>13</sup> Weber 1995, S. 24 ff.

<sup>14</sup> Eine ältere Typisierung von HARBERT unterscheidet Controlling als bestimmten Aufgaben- bzw. Tätigkeitskomplex der Unternehmensführung oder als Funktion einer speziellen organisatorischen Einheit innerhalb der Unternehmung, sowie als partielles Führungsmodell (Harbert 1982, S. 48).

<sup>15</sup> Z.B. Horváth 1996, S. 109; Küpper 1995, S. 13; Weber 1992, S. 177 ff.

<sup>16</sup> Z.B. Dellmann 1992, S. 115 f; Siegart 1987, S. 109.

<sup>17</sup> Z.B. Link 1982, S. 261; Müller 1974, S. 683.

<sup>18</sup> Borchers 1997, S. 20; Horváth 1996, S. 142 ff; Küpper 1997, S. 13 ff.

<sup>19</sup> Ein Konzept stellt allgemein einen groben Entwurf oder einen ersten Plan dar (Dudenredaktion 1996, S. 427). Eng verwandt ist auch der Begriff der Konzeption, der eher im Sinne eines künstlerischen Einfalls benutzt wird. Beide Begriffe werden im wissenschaftlichen Sprachgebrauch allerdings oft synonym verwendet, wobei teilweise eine Konzeption als umfassender beschrieben wird, wohingegen das Konzept als eher vorläufig charakterisiert wird (Graf 1996, S. 15).

finale Ausrichtung des Controllinggegenstands an den Controllingzielen<sup>21</sup>. Die Controllingziele sind daher auch das wichtigste Merkmal zur Differenzierung von Controllingkonzepten. Weitere Merkmale von Controllingkonzepten sind ihre Entscheidungs- und Informationsbezogenheit hinsichtlich der Planungs- und Kontrollprozesse<sup>22</sup>. Durch ein Controllingkonzept wird definiert, welche Methoden, Modelle und Instrumente im Controllingsystem realisiert werden sollten.

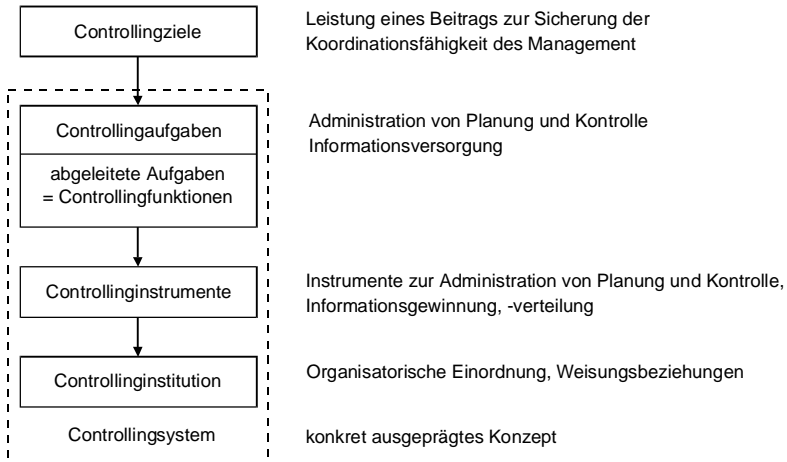


Abb. 2 Komponenten eines Controllingkonzepts<sup>23</sup>

Unter Controllingzielen sollen die Ziele verstanden werden, die die Grundlagen und Ursachen für den Aufbau von Controllingsystemen darstellen. Abgeleitet von den Unternehmenszielen werden die Unterstützung der Planung, die Koordination einzelner Teilbereiche sowie die Kontrolle der wirtschaftlichen Ergebnisse wesentlicher Ziele, wobei eine tendenzielle Schwerpunktverschiebung in Richtung auf die Planungsunterstützung und Koordination festzustellen ist<sup>24</sup>. Für HORVÁTH bestehen die Controllingziele in der „Sicherung und Erhaltung der Koordinations-, Reaktions- und Adaptionsfähigkeit der Führung, damit diese die Ergebnis- und Sachziele der Unternehmung realisieren kann“<sup>25</sup>. Ähnlich äußert sich auch OSSADNIK. Seiner Ansicht nach „soll das Controlling eine Anpassungs- und Innovationsfunktion erfüllen, d.h. zielorientiert auf Umweltveränderungen reagieren und notwendige Anpassungen ... bzw. Innovatio-

<sup>20</sup> Ziener 1985, S. 28, siehe auch Abb. 3.

<sup>21</sup> Harbert 1982, S. 140.

<sup>22</sup> Reichmann/Fröhling 1994, S. 60.

<sup>23</sup> In Anlehnung an Ziener 1985, S. 46.

<sup>24</sup> Reichmann 1997, S. 3.

<sup>25</sup> Horváth 1996, S. 139.

nen ... vornehmen“<sup>26</sup>. Zusammenfassend ergibt sich, daß sich die Controllingziele aus den Unternehmensberzielen ableiten lassen, und das Controlling dem Ziel der optimalen Ergebniserwirtschaftung bzw. der Ergebnisoptimierung in der Unternehmung dient<sup>27</sup>.

Aus den Zielen werden Aufgaben des Controlling abgeleitet, aus denen die Controllingfunktionen resultieren. Die Kernaufgaben des Controlling sind die Organisation von Planung und Kontrolle sowie die Sicherstellung von Informationskongruenz<sup>28</sup>, das heißt die Deckung des Informationsbedarfs des Managements. Hieraus folgt die Informationsversorgungsfunktion des Controlling, die durch den Aufbau eines entsprechenden Informationssystems wahrgenommen werden sollte. Als Erfolgsmerkmal für das Controlling ist die Deckungsrate des entstehenden Defizits zwischen Informationsbedarf, -angebot und -nachfrage zu sehen<sup>29</sup>. Grundlage für den Aufbau eines Controllinginformationssystems ist daher eine umfassende Planung, aus der sich der Umfang der Informationen ableiten läßt, die angeboten werden müssen. In den folgenden Abschnitten werden einzelne Controllingkonzepte unter besonderer Berücksichtigung der Informationsversorgungsfunktion dargestellt.

Die instrumentelle Komponente enthält Aussagen über die Methoden und Modelle, die das Controlling zur Erfüllung der Controllingfunktion benutzt<sup>30</sup>. Die Informationsverarbeitung umfaßt den Teil der Instrumente, die zur Informationsversorgung benötigt werden. Sie ist integraler Bestandteil eines Controllingkonzepts. Die Controllinginstitution ist Träger der Controllingfunktionen. Sie beinhaltet organisatorisch alle Stellen, die mit der Ausübung von Controlling befaßt sind, wobei Aussagen getroffen werden müssen, ob eigene Organisationseinheiten notwendig sind, wo diese gegebenenfalls angesiedelt sind, und wie die Weisungsbeziehungen ausgeprägt sind.

Systeme sind abstrakte in der Vorstellung bestehende Gebilde, die sich aus Elementen und Beziehungen zusammensetzen<sup>31</sup>. Elemente sind die atomaren Bestandteile eines Systems und können nicht weiter zerlegt werden. Zwischen Elementen bestehen Input-/Output-Beziehungen. Mehrere (Sub-) Systeme können die Teile eines übergeordneten (Gesamt-) Systems bilden. Die Komponenten eines Controllingkonzepts werden bezogen auf die konkrete Anwendung zu den ausgeprägten Elementen eines Controllingssystems. Ein Controllingssystem besitzt die Subsysteme für Planung und Kontrolle sowie für die Informationsverarbeitung, deren Elemente Funktionen, Instrumente und Institution wiedergeben. Das Controllingssystem ist Subsystem des Führungssystems eines Unternehmens.

---

<sup>26</sup> Ossadnik 1996, S. 26.

<sup>27</sup> Hahn 1996, S. 182.

<sup>28</sup> Ziener 1985, S. 40.

<sup>29</sup> Huch/Schimmelpfeng 1994, S. 5.

<sup>30</sup> Schweitzer/Friedl 1992, S. 143.

<sup>31</sup> Gronau 1996, S. 6.

## 2.2 Information

Der Rolle von Information wird in der Betriebswirtschaftslehre unter anderem aus folgenden Perspektiven gesehen<sup>32</sup>:

- Aus *produktionswirtschaftlicher Sicht* stellt der Informationsfluß ein Spiegelbild des Leistungserstellungsprozesses dar und ist mit diesem untrennbar verbunden<sup>33</sup>. Durch die zunehmende Nachfrage nach Information und der durch moderne Informationssysteme guten Verfügbarkeit, wird Information inzwischen betriebswirtschaftlich als Produktionsfaktor gesehen. Je nach der Rolle, die eine Information für ein Unternehmen spielt, ist sie ein Elementarfaktor oder zählt zum dispositiven Faktor.
- Aus *entscheidungstheoretischer Sicht* werden Informationen für jede Phase des Entscheidungsprozesses benötigt. Relevant sind unter anderem Anregungs-, Prognose-, Vorgabe- oder Kontrollinformationen.
- Aus *strategischer Sicht* bedeutet ein Informationsvorsprung, der sich aus der Ungleichverteilung von Information ergibt, einen Wettbewerbsvorteil gegenüber Mitbewerbern<sup>34</sup>.

Zur begrifflichen Trennung von Wissen, Information und Daten wird in der Literatur vielfach eine semiotische<sup>35</sup> Differenzierung vorgenommen, die auf MORRIS zurückgeht<sup>36</sup>. Auf der syntaktischen Ebene werden Zeichen und ihre Beziehungen zueinander behandelt. Auf der semantischen Ebene wird die Bedeutung von Zeichenfolgen interpretiert. Die pragmatische Ebene rückt den Empfänger von Information in den Vordergrund, indem der Zweck von Zeichenfolgen für den Anwender bestimmt wird. BERTHEL führte aufgrund der zunehmenden Bedeutung der Informationsverarbeitung und dem damit verbundenen Begriff der Daten die vierte Ebene der Sigmantik ein<sup>37</sup>. Diese Ebene betrachtet Zeichen und Zeichenfolgen rein formal in ihrer Beziehung zu Objekten und damit Daten<sup>38</sup>.

Daten werden als Gebilde aus Zeichen oder als kontinuierliche Funktionen bezeichnet, die aufgrund bekannter oder unterstellter Abmachungen Informationen darstellen und vor allem dem Zweck der Verarbeitung dienen oder deren Ergebnis sind<sup>39</sup>. Daten sind nach dieser weiten Definition also Informationen, deren sprachliche Repräsentationsform für die Speicherung in Computersystemen, z.B. in Speicherbausteinen oder auf Festplatten, geeignet ist. Im Gegensatz zu dieser Anschauung gehen andere Ansätze davon aus, daß Daten zweckneutral sind und damit keine Informationen darstellen.

<sup>32</sup> Bode 1997, S. 449.

<sup>33</sup> Gabriel 1998, S. 413.

<sup>34</sup> Picot 1990, S. 6 f.

<sup>35</sup> Semiotik bezeichnet die Theorie der Zeichen (Morris 1979, S. 91).

<sup>36</sup> Morris 1979, S. 20ff und S. 92 ff.

<sup>37</sup> Berthel 1980, Sp. 1868.

<sup>38</sup> Henneböle 1995, S. 16.

<sup>39</sup> DIN 44 300 1988, 2.1.13.

Daten sind demnach im einfachsten Sinn strukturierte Sachverhalte, die nicht weiter zerlegt oder aus anderen Sachverhalten abgeleitet werden können<sup>40</sup>. Erst durch die Kombination von Daten und Methoden erfolgt nach dieser Anschauung eine zweckbezogene Aufbereitung, die Informationen ergibt<sup>41</sup>.

Eine vielfach zitierte Begriffsbestimmung für Information in der Betriebswirtschaftslehre gibt WITTMANN, der Information in Form eines pragmatischen Ansatzes als zweckorientiertes Wissen definiert<sup>42</sup> bzw. als Wissen, das zur Vorbereitung zielorientierter Handlungen dient<sup>43</sup>. An dieser Definition wird kritisiert, daß sie das Sichtfeld auf Information nur als Eingangsgröße für Entscheidungen verengt, obwohl sie auch andere Funktionen im Betrieb wahrnehmen kann, ohne daß hierfür ein neuer Begriff notwendig ist<sup>44</sup>. BODE definiert Information daher allgemeiner in einem semantischen Ansatz als „Wissensbestandteile, die in Form menschlicher Sprache repräsentiert sind“<sup>45</sup>. Wissen selbst ist dieser Definition folgend „jede Form der Repräsentation von Teilen der realen oder gedachten (d.h. vorgestellten) Welt in einem materiellen Trägermedium“<sup>46</sup>. Das bedeutet, daß Wissen eine Obermenge von Information ist, wobei Information der Teil des Wissens ist, der in beliebiger sprachlicher Form übermittelt werden kann.

Hier wird der weiter gefaßten Informationsdefinition von BODE gefolgt, die für den jeweiligen Anwendungsfall präzisiert werden kann. Es wird eine mehrdimensionale Definition des Informationsbegriffs verwendet, die dessen Komplexität gerecht wird. In der Wirtschaftsinformatik wird vor allem die Abbildung von Informationen innerhalb computergestützter Informationssysteme untersucht. Um dieser Verwendung von Informationen gerecht zu werden und eine klarere Abgrenzung zu den Begriffen Wissen und Daten zu ermöglichen, wird zu den fünf von BODE zur Klassifizierung verwendeten Dimensionen zusätzlich die Repräsentation als sechste Dimension eingeführt. Die Einordnung jedes Informationsbegriffs kann somit anhand folgender sechs Dimensionen erfolgen<sup>47</sup>:

- *Träger*: Es ist zwischen einem menschengebundenen Ansatz, der nur das menschliche Gehirn als Träger von Information anerkennt, und einem ungebundenen Ansatz, der beliebige Trägermedien – wie z.B. Bücher oder Computerfestplatten – gestattet, zu unterscheiden.
- *Neuheitsgrad*: Gemäß eines individualistisch-subjektiven Ansatzes wird Information für den Empfänger nur dann als solche angesehen, wenn sie diesem noch

---

<sup>40</sup> Hars 1994, S. 20.

<sup>41</sup> Almstedt 1994, S. 29.

<sup>42</sup> Wittmann 1959, S. 14.

<sup>43</sup> Wittmann 1980, Sp. 896.

<sup>44</sup> Bode 1997, S. 455 ff.

<sup>45</sup> Bode 1997, S. 459.

<sup>46</sup> Bode 1997, S. 458.

<sup>47</sup> Bode 1997, S. 452 ff.

nicht bekannt ist; ein objektiver Ansatz macht die Informationseigenschaft nicht vom individuellen Informationsstand des Empfängers abhängig.

- *Wahrheitsgehalt*: Ein wahrheitsabhängiger Ansatz fordert, daß Information wahr (bzw. zumindest die Überzeugung des Informationssenders) sein soll; entsprechend eines wahrheitsunabhängigen Ansatzes darf Information auch falsch sein.
- *Zeitbezug*: Information kann als Prozeß des Informierens (prozessualer Ansatz) oder als Zustandsgröße, das heißt als Voraussetzung und Ergebnis des Informierens (statischer Ansatz), betrachtet werden.
- *Semiotik*: Im Bereich der theoretischen Informatik werden Informationen als Zeichenreihen angesehen<sup>48</sup> (syntaktischer Ansatz); der semantische Ansatz sieht Informationen als eine Abbildung von Teilen aus der realen und gedachten Welt an, während der pragmatische Ansatz zusätzlich fordert, daß Informationen zur Vorbereitung von Handlungen und Entscheidungen geeignet sein müssen.
- *Repräsentation*: Bezüglich der Verarbeitung von Informationen in DV-Systemen ist deren Repräsentation von Bedeutung: Methoden zur Verarbeitung numerischer Informationen sind weit entwickelt, so daß sich diese verhältnismäßig problemlos in Informationssystemen einsetzen und interpretieren lassen (numerischer Ansatz). Die Nutzung und Analyse textueller Information in Form von menschlicher Sprache gestaltet sich aufgrund noch nicht hinreichender Systeme wesentlich schwieriger (linguistischer Ansatz). Beliebiger repräsentierte Informationen (universeller Ansatz) – z.B. in multimedialen Daten wie Bildern oder Klängen – sind zwar in Computersystemen verwendbar und erfreuen sich steigender Beliebtheit; ihre Verwendung bleibt jedoch meist auf Präsentationen beschränkt, so daß das DV-System oft als reines Speichermedium dient. Eine Nutzung dieser Daten zu Retrieval- oder gar Analysezielen ist hingegen in weiten Bereichen noch nicht möglich.

Jeder Informationsbegriff besitzt zu allen der genannten Dimensionen eine Ausprägung, die eine Einordnung in ein Netzdiagramm ermöglicht. Die geringsten Einschränkungen und folglich das weiteste Begriffsfeld umfaßt ein ungebundener, objektiver, wahrheitsunabhängiger, statischer, syntaktischer, universeller Ansatz. Je mehr eine Definition von diesen Ausprägungen abweicht, desto kleiner wird das Gebiet der Sachverhalte, die sie beschreibt und desto konkreter der durch sie festgelegte Informationsbegriff.

In Abb. 3 sind die Informationsbegriffe von WITTMANN und BODE anhand der um die Repräsentationsdimension erweiterte Klassifizierung vergleichend eingetragen. Es wird deutlich, daß der von WITTMANN verfolgte Ansatz wesentlich enger gefaßt und somit konkreter ist als der von BODE. WITTMANN'S Informationsdefinition kann in der dargelegten Typologie als ungebundener, objektiver, wahrheitsorientierter, statischer,

---

<sup>48</sup> Schönig 1992, S. 11 ff.

linguistischer, pragmatischer Ansatz bezeichnet werden. Die für diese Arbeit von BODE übernommene Definition kennzeichnet einen objektiven, wahrheitsunabhängigen, statischen, semantischen, linguistischen Informationsbegriff. Die Menge derjenigen „Dinge“, die somit als Information angesehen werden, ist größer als die Informationsbegriffs nach WITTMANN. Es kann beispielsweise von bekannter Information<sup>49</sup>, falscher Information u. ä. gesprochen werden.

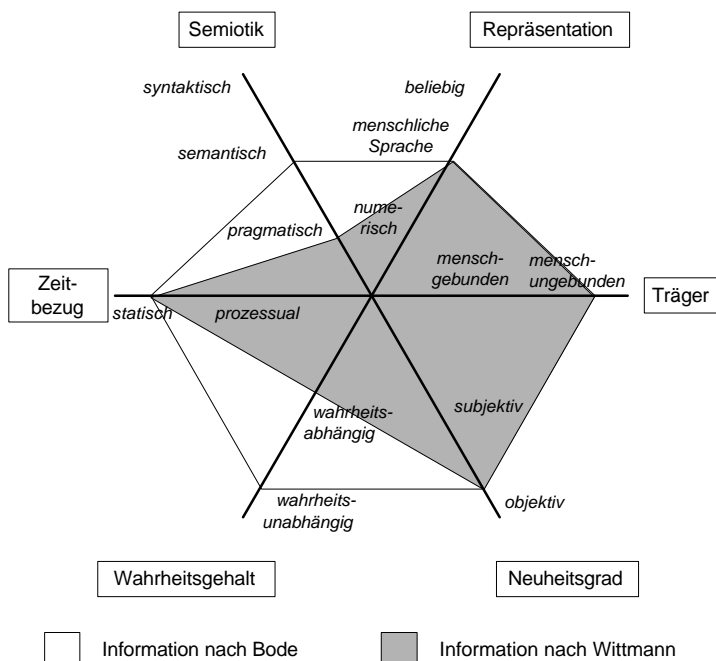


Abb. 3 Typologie der Informationsbegriffe<sup>50</sup>

In dieser Arbeit soll ein weiterer semantischer Informationsbegriff zugrundegelegt werden. Da im Folgenden vor allem Daten eine wichtige Rolle spielen werden, sollen sie wie bei RIEBEL ergänzend nach zweckneutraler und zweck- bzw. entscheidungsorientierter Strukturierung und Speicherung unterschieden werden<sup>51</sup>.

<sup>49</sup> Bereits bekannte Information erhöht zwar nicht den Informationsstand des Entscheidungsträgers, eine Aufnahme neuer Information im Umfeld bereits bekannter Sachverhalte ist jedoch wesentlich einfacher als die Aufnahme völlig neuer Information.

<sup>50</sup> In Anlehnung an Bode 1997, S. 452.

<sup>51</sup> Riebel 1959, S. 215.

### 2.3 Informationskongruenz

Die grundsätzliche Fragestellung des Controlling zur Ermittlung des objektiven Informationsbedarfs lautet: welcher Nachfrager benötigt welche Informationen wann und in welcher Qualität? Der subjektive Informationsbedarf geht individuell vom Nachfrager aus und bezeichnet die Informationen, die er subjektiv für relevant hält. Objektiver und subjektiver Informationsbedarf sind im Allgemeinen nicht deckungsgleich. Ebenfalls nicht deckungsgleich sind Informationsbedarf und -nachfrage (siehe Abb. 4). Dies kann einerseits daran liegen, daß Informationen nachgefragt werden, die objektiv gesehen nicht relevant sind, andererseits werden Informationen ignoriert, die aufgrund des objektiven Nachfragerprofils zur Verfügung gestellt werden. Der Informationsstand ist die Schnittmenge zwischen den Informationsbedarfen und dem -angebot und „... ist das Ergebnis dessen, was der Entscheidungsträger braucht (objektiver Informationsbedarf), dessen, was er haben will (subjektiver Informationsbedarf), dessen, was er tatsächlich nachfragt (Informationsnachfrage) und dessen, was ihm zur Verfügung gestellt wird (Informationsangebot)“<sup>52</sup>.

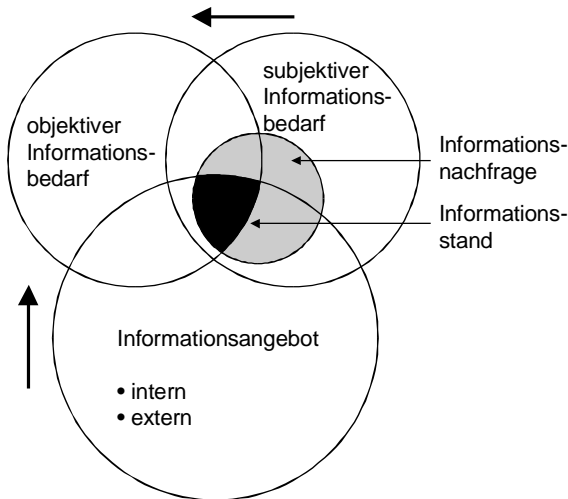


Abb. 4 Informationskongruenz<sup>53</sup>

Die Einführung der ersten Generation von Managementinformationssystemen in den sechziger Jahren führte oftmals zu einem Überangebot von nichtrelevanten Informationen für die Unternehmensführung, da das Informationsangebot nicht auf den Informationsbedarf abgestimmt war. ACKOFF spricht in diesem Zusammenhang von einem

<sup>52</sup> Brockhaus 1992, S. 34.

<sup>53</sup> Z.B. Picot 1990, S. 8; Szyperski 1980, Sp. 906.



„*information overload*“<sup>54</sup>. Man kann diese Informationssituation auch als „Mangel im Überfluß“ charakterisieren, aus der die Fragestellung resultiert, welcher Umfang der Informationsmenge im Sinne der Unternehmenssteuerung sinnvoll ist<sup>55</sup>. Das Problem ist aktuell, da die Datenmengen in den internen operativen Systemen immer mehr zunehmen. Datenbanken im Terabyte-Bereich sind heute keine Seltenheit mehr. Einen Ansatz, diese Daten in entscheidungsorientierter Form nutzbar zu machen, stellt das Data-Warehouse-Konzept dar.

Um Kongruenz als zentrale betriebswirtschaftliche Anforderung an Information sicherzustellen, gibt es eine Reihe von Qualitätsmerkmalen, die Informationen besitzen müssen. Nutzenbezogene Qualitätsmerkmale lassen sich nach objektiver und subjektiver Ausprägung in Analogie zu den Formen des Informationsbedarfs systematisieren. Informationen müssen aus objektiver Sicht<sup>56</sup>:

- präzise*,
- vollständig* und
- relevant* in bezug auf das Entscheidungsproblem sein, und
- darüber hinaus müssen sie den Sachverhalt *verlässlich* beschreiben.

Aus subjektiver Sicht müssen Informationen:

- verwendungsbereit* vorliegen und
- für den Entscheider *interessant* sein.

Unter kostenbezogenen Gesichtspunkten sollten Informationen<sup>57</sup>:

- wirtschaftlich* (so wenig wie möglich, so viel wie nötig) und
- aktuell* sein.

In vielen Unternehmen werden Programme zur Qualitätsverbesserung von Produkten und Dienstleistungen wie z.B. das Total Quality Management verfolgt. Diese Konzepte reichen inzwischen bis in den Bereich der Softwareentwicklung. Oftmals wird allerdings der Datenbestand nicht in diese Überlegungen mit einbezogen, so daß die Qualität der Daten innerhalb eines Unternehmens sehr unterschiedlich sein kann. Die aus schlechter Datenqualität resultierenden Probleme machen sich allerdings meistens nicht in den operativen Systemen, sondern erst bei der entscheidungsorientierten Aufbereitung bemerkbar. Eine typische Quelle für die Entstehung von fehlerhaften Daten findet man im externen Rechnungswesen: bei kostenwirksamen Buchungsvorgängen werden meist Kostenstellen für das interne Rechnungswesen parallel zu den Konten gebucht. Sehr leicht werden hierbei falsche Kostenstellen gebucht. Bestimmte Fälle lassen sich durch Plausibilitätsprüfungen ausschließen (z.B. Buchung einer nicht existierenden Kostenstelle). Inhaltlich jedoch kann nur durch das Know-How und die

---

<sup>54</sup> Ackoff 1967, S. B-148.

<sup>55</sup> Steinbichler 1990, S. 144.

<sup>56</sup> Weißenberger 1997, S. 34. Siehe dort auch die vergleichende Gegebenüberstellung über in der Literatur angegebenen Merkmale der Informationsqualität.

<sup>57</sup> Preißler 1994, S. 26.

Sorgfalt der Sachbearbeiter verhindert werden, daß falsche Kostenstellen benutzt werden.

Zur Sicherstellung der Datenqualität wird die Benennung von verantwortlichen Organisationseinheiten bzw. Personen gefordert, wie dies bei anderen Qualitätssicherungsmaßnahmen analog geschieht<sup>58</sup>. Die Steuerung der Datenqualität muß dabei über quantitative und qualitative Maße erfolgen. Quantitative Größen sind z.B. Aktualität, Genauigkeit, Vollständigkeit oder Korrektheit<sup>59</sup>. Qualitativ kann man den Grad der Informationskongruenz bestimmen. Das Ziel sollte ein Optimum zwischen Vollständigkeit und Qualität der Information einerseits und Wirtschaftlichkeit der Informationsbeschaffung und -verarbeitung andererseits sein<sup>60</sup>.

## 2.4 Informationsversorgung in ausgewählten Controllingkonzepten

Für HORVÁTH stellt Controlling ein Subsystem der Führung dar, dem die ergebniszielorientierte Koordination der übrigen Führungssubsysteme, insbesondere des Planungs- und Kontrollsystems sowie des Informationsversorgungssystems obliegt (siehe Abb. 5)<sup>61</sup>. Dabei besitzt die Koordinationsfunktion des Controlling zwei Ausprägungen<sup>62</sup>:

- Die systembildende Koordination hat die Gebilde- und Prozeßstruktur innerhalb des Unternehmensgesamtsystems als Untersuchungsgegenstand. Für die Controllingfunktion bedeutet das:
  - Schaffung eines Planungs- und Kontroll- sowie eines Informationsversorgungssystems, das heißt funktionale Verkettung über Informationsaustausch;
  - Schaffung besonderer Koordinationsorgane;
  - Regelungen zur Behandlung der im bestehenden Systemgefüge auftretenden Koordinationsprobleme.
- Die systemkoppelnde Koordination beschäftigt sich sowohl mit der Abstimmung zwischen den Subsystemen als auch mit der Koordination innerhalb des Planungs- und Kontrollsystems sowie innerhalb des Informationsversorgungssystems.

„Controlling stellt damit eine Unterstützung der Führung dar: es ermöglicht ihr, das Gesamtsystem ergebnisorientiert an Umweltveränderungen anzupassen und die Koordinationsaufgaben hinsichtlich des operativen Systems wahrzunehmen“<sup>63</sup>. Eine der Hauptaufgaben des Controlling ist die Koordination zwischen der Informationsentstehung und Informationsverwendung<sup>64</sup>. Für HORVÁTH besteht die Funktion des Informationsversorgungssystems in der Verbesserung des Informationsstands und der Informationsversorgung von Planung und Kontrolle. Das Informationsversorgungssystem lie-

<sup>58</sup> Martin 1997, S. 229 f.

<sup>59</sup> Madnick 1993, S. 703.

<sup>60</sup> Steinbichler 1990, S. 144.

<sup>61</sup> Siehe auch Abb. 5. Horváth 1996, S. 141.

<sup>62</sup> Horváth 1996, S. 117 f.

<sup>63</sup> Horváth 1996, S. 141.

<sup>64</sup> Horváth 1995b, Sp. 219 ff.

fert den Input für das Planungs- und Kontrollsystem. Eine Koordination der Informationsversorgung umfaßt somit immer auch eine Koordination mit dem Planungs- und Kontrollsystem<sup>65</sup>. Die Aufgaben der Informationsversorgung lassen sich nach dem Informationsversorgungsprozeß unterteilen und stellen sich wie folgt dar<sup>66</sup>:

- Ermittlung des Informationsbedarfs,
- Informationsbeschaffung,
- Informationsaufbereitung,
- Informationsspeicherung,
- Informationsabgabe.

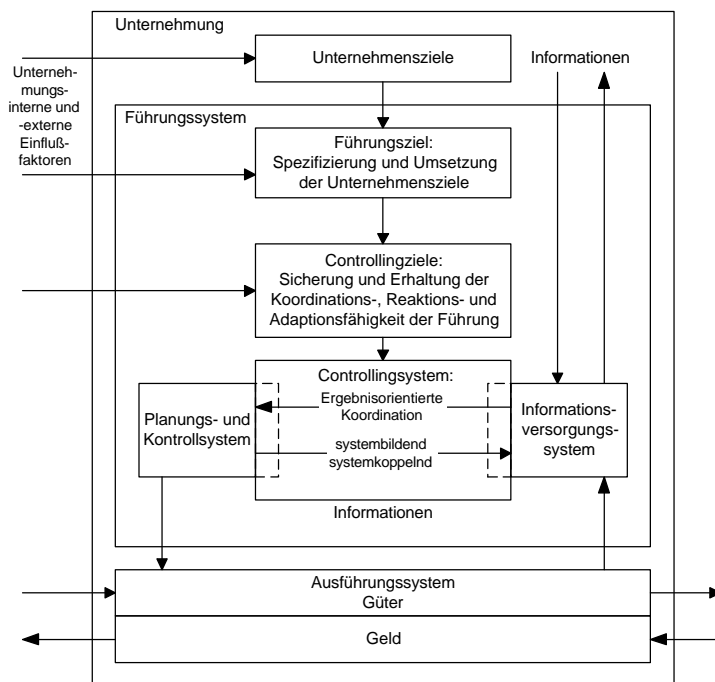


Abb. 5 Controllingkonzept nach Horváth<sup>67</sup>

Das Rechnungswesen stellt in diesem Zusammenhang eine der wichtigsten internen Informationsquellen dar<sup>68</sup>. Durch die steigende Bedeutung von Informationen im Unternehmen – bis hin zur Betrachtung von Informationen als Produktionsfaktor – voll-

<sup>65</sup> Horváth 1996, S. 334.

<sup>66</sup> Horváth 1996, S. 341.

<sup>67</sup> Horváth 1996, S. 665.

<sup>68</sup> Horváth 1996, S. 403 f.

zieht sich in Unternehmen ein Wandel vom herkömmlichen Management der Datenverarbeitung zum Informationsmanagement. Dem Informationsmanagement wird vor allem die Aufgabe zugewiesen, computergestützte Informationssysteme effektiv und effizient zu gestalten und zu betreiben. Hierbei liegt eine starke strategische Orientierung vor<sup>69</sup>.

Auch für KÜPPER besteht die zentrale Aufgabe des Controlling in der Koordination des Führungssystems, wobei er sich an die Unterteilung des Führungssystems nach HORVÁTH anlehnt und um weitere Subsysteme wie Organisation und Personalführungssystem erweitert<sup>70</sup>. Er leitet aus der Koordinationsfunktion die Anpassungs- und Innovationsfunktion, die Zielausrichtungsfunktion und die Servicefunktion des Controlling ab<sup>71</sup>. Die Informationsversorgungsfunktion des Controlling interpretiert er nach seiner Gliederung als Servicefunktion<sup>72</sup>.

Dem Informationsversorgungssystem kommt in seinem Konzept eine besondere Bedeutung als Basissystem für andere Führungsteilsysteme zu, da ohne die Weitergabe von Informationen keine Planung, Kontrolle oder Personalführung möglich ist<sup>73</sup>. Für KÜPPER besteht das Informationssystem aus Personen und Sachmitteln, die Informationen aktiv bearbeiten sowie aus Informationen und Informationsinstrumenten (z.B. Rechnungssysteme, Softwareprogramme). Das Controlling hat in diesem Zusammenhang dafür zu sorgen, daß *„Informationen gewonnen, verarbeitet und zum richtigen Zeitpunkt sowie in der für den Verwender geeigneten Weise bereitgestellt werden“*<sup>74</sup>.

WEBER verfolgt ebenfalls eine primär koordinationsorientierte Sichtweise des Controlling. Dabei hebt er die Führungsunterstützungsfunktion des Controlling besonders hervor und unterteilt die Unterstützungsfunktion in eine systembildende und systemkoppelnde Koordination des Führungssystems<sup>75</sup>. Das Ziel des Controlling sieht WEBER in der Erhöhung der Effizienz und der Effektivität der Führung<sup>76</sup>. Die Aufgabe des Informationssystems besteht dabei aus der Beschaffung, Speicherung, Verarbeitung und Übermittlung von führungsrelevanten Informationen. Informationen ergeben sich aber erst aus Daten, wenn diese für einen speziellen Zweck bereitgestellt werden<sup>77</sup>. Informationen über andere Führungsteilsysteme (Metainformationen) sollen nicht Bestandteil des Informationssystems sein. Sie werden dem Controlling zugeordnet, welches diese zu erfassen und zu verarbeiten hat. Dadurch kommt dem Informationssystem

---

<sup>69</sup> Horváth 1996, S. 663 f.

<sup>70</sup> Küpper 1997, S. 13.

<sup>71</sup> Küpper 1997, S. 17 ff.

<sup>72</sup> Küpper 1997, S. 19.

<sup>73</sup> Küpper 1997, S. 105.

<sup>74</sup> Küpper 1997, S. 106.

<sup>75</sup> Weber 1992, S. 177 f.

<sup>76</sup> Weber 1995, S. 50 ff.

<sup>77</sup> Weber 1995, S. 170.

lediglich eine Abbildungsfunktion zu, um eine funktionale Abgrenzung zu ermöglichen<sup>78</sup>.

Durch die systeminterne Koordination im Informationssystem soll das Controlling bei der Verknüpfung von z.B. Kostenrechnung und Finanzbuchhaltung oder bei unterschiedlichen prozeßnahen Datenquellen und -bereichen (z.B. Leistungsdaten und technischen Daten) helfen. Die hierzu bereits existierenden Ansätze werden unter dem Begriff Computer Integrated Manufacturing<sup>79</sup> zusammengefaßt. Eine weitere Steigerung stellt der DV-orientierte Ansatz zur Totalintegration dar, durch den kaufmännische und technische Systeme miteinander verbunden werden sollen. Die praktische Realisierung dieser Integrationsvision ist jedoch noch weit entfernt, da auch schon im CIM-Bereich ein Realisierungsrückstand in erheblichem Umfang existiert<sup>80</sup>.

Für HAHN ist das Controlling die informationelle Sicherung einer ergebnisorientierten Unternehmensführung. Die Aufgabe des Controlling besteht in der ergebnisorientierten Ausrichtung aller Entscheidungs- und Handlungsprozesse in der Unternehmung durch eine entsprechende Aufbereitung von Führungsinformationen<sup>81</sup>. HAHN stellt die Notwendigkeit eines DV-gestützten Controlling heraus. Die Gründe dafür liegen in dem steigenden Umfang der zu verarbeitenden und zu speichernden Daten und Informationen sowie in der zeitgerechten Aufbereitung großer Datenmengen<sup>82</sup>. Im Hinblick auf die Aufgabengebiete werden zwei Entwicklungsstufen der rechnergestützten Informationssysteme unterschieden<sup>83</sup>:

- rechnergestützte Auftragsabwicklung und Dokumentationsrechnung als integriertes Informationssystem = *Abrechnungssystem*;
- rechnergestützte Planungs- und Kontrollsysteme als Konzept eines *integrierten Führungsinformationssystems*.

Dabei soll ein Führungsinformationssystem (FIS) Führungsinformationen, das heißt Planungs-, Steuerungs- und Kontrollinformationen und damit auch Dokumentationsinformationen, weitgehend rechnergestützt gewinnen und programmierbare Führungs- und Durchführungstätigkeiten rechnergestützt erbringen. Die Informationsverarbeitung hat hierbei

- *zielorientiert*,
- *vollständig* im Hinblick auf das System, Subsystem und auf Projekte,
- vertikal, horizontal und diagonal integriert und nach dem Regelkreisprinzip organisiert,

---

<sup>78</sup> Weber 1995, S. 171.

<sup>79</sup> CIM soll eine vollständige und integrierte Datenbasis darstellen, auf die unterschiedlichste Auswertungssysteme zugreifen können (Weber 1995, S. 218).

<sup>80</sup> Weber 1995, S. 219.

<sup>81</sup> Hahn 1996, S. 175.

<sup>82</sup> Hahn 1996, S. 809.

<sup>83</sup> Hahn 1996, S. 809.

□ *flexibel, aktuell und wirtschaftlich*

zu erfolgen und dem Datenschutz eine besondere Beachtung zu schenken<sup>84</sup>. Die Grundfunktion eines so beschriebenen Informationssystems liegt in der Versorgung von Mitarbeitern mit den zur Durchführung ihrer (Führungs-) Aufgaben nötigen Informationen.

Auch REICHMANN unterstreicht die Bedeutung der Koordinationsfunktion des Controlling<sup>85</sup>. Ein logisch geschlossenes Controllingkonzept mit der Definition von Controllingzielen und -aufgaben ist für ihn die Voraussetzung, um die Anforderungen an ein Controllingsystem realisieren zu können<sup>86</sup>. Offen sollte das Konzept allerdings für notwendige Erweiterungen sein. Im Mittelpunkt der instrumentellen Ausgestaltung des Controllingkonzepts stehen für REICHMANN Kennzahlen und Kennzahlensysteme, die verdichtete Informationen aus den betrieblichen Teilbereichen sind<sup>87</sup>. Sie beschreiben Tatbestände und Sachverhalte, die die Unsicherheit im Entscheidungsprozeß reduzieren. Der Entscheidungsbezug stellt für REICHMANN den wichtigsten Bestandteil des Controllingkonzepts dar.

Information ist die zweite wesentliche Komponente und bildet die Basis des Controllingkonzepts. Die Bereitstellung adäquater Informationsbasen und deren wirtschaftliche Ausschöpfung wird als das Effizienzziel der Informationsversorgung definiert<sup>88</sup>. Daher müssen die Aspekte der DV-Unterstützung für eine empfangenorientierte Informationsbereitstellung im Controllingkonzept berücksichtigt werden. Hierzu zählt für REICHMANN vor allem die Gestaltung der Basis-Informationsbasen, die die Grunddaten für die unterschiedlichen Controllingauswertungen liefern. Die Strukturierung des betrieblichen Rechnungswesens als wichtigste interne Informationsquelle sollte nach den jeweiligen Sachinhalten, wie der Kosten- und Leistungsrechnung, der Aufwands- und Ertragsrechnung sowie nach zahlungsstromorientierten Rechnungen erfolgen<sup>89</sup>.

Im Rahmen des Controllingkonzepts hat das Berichtswesen die Aufgabe der Informationsaufbereitung und -bereitstellung. Unterschieden werden das Standardberichtswesen sowie Spezialberichte wie Abweichungs- oder Bedarfsberichte. Zur Erstellung von Spezialberichten sind besondere Informationssysteme erforderlich, die die Daten aus den Quellsystemen extrahieren und aufbereiten. Die dabei vorzunehmenden Informationsverdichtungen spiegeln für REICHMANN den zentralen Grundgedanken des Con-

---

<sup>84</sup> Hahn 1996, S. 812.

<sup>85</sup> Reichmann 1997, S. 2.

<sup>86</sup> Reichmann 1997, S. 3.

<sup>87</sup> Reichmann et al. 1993, S. 471.

<sup>88</sup> Reichmann 1997, S. 10.

<sup>89</sup> Reichmann 1997, S. 12.

trolling wider<sup>90</sup>. Ein dreidimensionaler Bezugsrahmen für die Abbildung der Informationsprozesse wird durch folgende Dimensionen beschrieben<sup>91</sup>:

- *Funktionseinteilung*: z.B. nach Beschaffungs-, Produktions- oder Absatzinformationen;
- *Informationskategorien*: Einnahmen- und Ausgabengrößen, Kosten- und Leistungsgrößen oder auch technische Maßgrößen;
- *Zeitliche Aspekte*: Informationen lassen sich nach kurz-, mittel- oder langfristiger Relevanz klassifizieren.

Weiter verdichtet werden Informationen auf der mittleren Ebene und in Finanz-, Erfolgsplan oder Planbilanz benutzt. Für die oberste Ebene werden Informationen in Kennzahlen und Kennzahlensystemen umgesetzt.

## 2.5 Schnittstellen zwischen Controlling und Informationsmanagement

Die Ansicht darüber wie Konzept, Implementierung, Betrieb und Pflege von Berichtssystemen institutionell in der Praxis auszugestaltet ist, hat sich im Laufe der Zeit verändert. BIRK hat folgende chronologische Abfolge der Anschauung identifiziert<sup>92</sup>:

- Das traditionelle betriebswirtschaftliche Berichtswesen entstand historisch gesehen im externen Rechnungswesen. Mit dem zunehmenden Einsatz der EDV im Rechnungswesen verschob sich Zuständigkeit allerdings vermehrt an technikorientierte Computerfachleute.
- Mit der Durchsetzung des Controllinggedankens und dessen Institutionalisierung übernahmen betriebswirtschaftliche Abteilungen wieder den Hauptanteil der Ausgestaltung des betrieblichen Berichtssystems. Aktuell zählt die Berichterstattung als Aufgabe und Instrument zum Kern vieler Controllingkonzepte (siehe oben).
- In den achtziger Jahren entstand das Konzept des Informationsmanagements, das sich die Informationsversorgung als zentrale Aufgabe gesetzt hat. Teilweise vertreten Autoren die Auffassung, daß alle Aspekte der Informationsversorgung der Unternehmensführung durch das Informationsmanagement wahrgenommen werden sollten.

---

<sup>90</sup> Reichmann 1997, S. 12.

<sup>91</sup> Reichmann et al. 1993, S. 467.

<sup>92</sup> Birk 1991, S. 20 ff.

<p>BIETHAHN/MUCKSCH/RUF 1994, S. 10:  <i>„Unter Informationsmanagement (IM) in einem Betrieb versteht man ... die Beschäftigung mit der aufeinander abgestimmten Sammlung, Erfassung, Be- und Verarbeitung, Aufbewahrung und Bereitstellung von Information sowie der hierfür erforderlichen Organisation.“</i></p>
<p>FANK 1996, S. 19 f:  <i>„Informationsmanagement ist die Planung, Organisation, Koordination und Kontrolle von Information. Informationsmanagement kann und sollte .. als eine Art Philosophie betrachtet und sowohl von Informationsmanagern wie auch von allen anderen Mitarbeitern eines Unternehmens wahrgenommen werden.“</i></p>
<p>FERSTL/SINZ 1993, S. 72:  <i>„Im Rahmen des IM sind (1) die automatisierten bzw. die für die Automatisierung vorgesehenen Aufgaben eines IS [Informationssystem] zu gestalten und ist (2) für ihre korrekte Durchführung zu sorgen. Das IM beinhaltet die Planung, Steuerung und Kontrolle dieser Aufgaben.“</i></p>
<p>HEINRICH 1993, S. 8:  <i>„Informationsmanagement ist das Leitungshandeln (Management) in einer Betriebswirtschaft in bezug auf Information und Kommunikation, d.h. alle Führungsaufgaben, die sich mit Information und Kommunikation in der Betriebswirtschaft befassen“.</i></p>
<p>KRCMAR 1997, S. 44 f:  <i>„Auf der einen Seite stellt sich das IM als eine auf drei Ebenen verteilte Managementaufgabe dar, die sich auf die Information selbst auf der obersten Ebene, die Anwendungen in der Mitte, und die Technologie als Basis auf der untersten Ebene bezieht.“</i> Die Managementaufgabe ist dabei unterteilt in die Führungsaufgabe (Bestimmung der IM-Bedeutung, aufbauorganisatorische Gestaltung, Management des IM-Personals und IV-Controlling) und in die Gestaltungsaufgabe.</p>
<p>MERTENS/BODENDORF/KÖNIG/ PICOT/SCHUMANN 1995, S. 177:  <i>„Aus der Sicht des Gesamtunternehmens wird unter dem Management der betrieblichen IV die wirtschaftliche Versorgung aller Stellen mit den Informationen verstanden, die zum Erreichen der Unternehmensziele benötigt werden. Die damit verbundenen Aufgaben bezeichnet man auch als Informationsmanagement.“</i></p>
<p>OTT 1992, S. 479:  <i>„Informationsmanagement umfaßt alle Management-Vorgänge, die zur Versorgung aller Zielgruppen eines Unternehmens mit wertvollen Information notwendig sind.“</i></p>
<p>PICOT/FRANCK 1993, S. 433:  <i>Das Informationsmanagement hat die Aufgabe, „dafür zu sorgen, daß das Gut ‚Information‘ effektiv und effizient eingesetzt wird. Zu diesem Zweck sind insbesondere die organisatorischen, personellen und technischen Bedingungen, die den Einsatz des Faktors Information beeinflussen, zu gestalten.“</i></p>
<p>SCHMIDT 1996, S. 7:  <i>„Aufgabe des Informationsmanagements ist der Entwurf, die Entwicklung und der Einsatz von betrieblichen Informations- und Kommunikationssystemen.“</i></p>
<p>VOSS 1997, Folie 1.3:  <i>„Informationsmanagement ist die wirtschaftliche (effiziente) Planung, Beschaffung, Verarbeitung, Distribution und Allokation von Informationen als Ressource zur Vorbereitung und Unterstützung von Entscheidungen (Entscheidungsprozessen), sowie die Gestaltung der dazu erforderlichen Rahmenbedingungen.“</i></p>
<p>WOLLNIK 1987, S. 155:  <i>„Informationsmanagement bedeutet Planung, Organisation und Kontrolle des Informationseinsatzes, der einzelnen Informationssysteme und der Infrastrukturen für Informationsverarbeitung und Kommunikation in einer Institution.“</i></p>

Tab. 1 Synopse zum Begriff des Informationsmanagement



Eine Synopse über wichtige Aussagen zum Begriff des Informationsmanagement gibt Tab. 1. Es wird deutlich, daß der Begriff *Informationsmanagement* alle Maßnahmen zur wirtschaftlichen Nutzung des Produktionsfaktors Information beinhaltet. Informationsmanagement gliedert sich danach einerseits in die prozessuale Dimension der Managementfunktionen und andererseits aufbau- und ablauforganisatorisch in die entsprechenden Organisationseinheiten ein. Informationsmanagement ist ein integraler Bestandteil der Unternehmensführung und stellt eine Querschnittsfunktion dar, die mit jedem Führungsprozeß verbunden ist<sup>93</sup>.

Vergleicht man die Aussagen zum Informationsmanagement mit den Controllingkonzepten aus dem vorangegangenen Abschnitt, so stellt man fest, daß in den Veröffentlichungen Controlling und Informationsmanagement um die Aufgabe der Informationsversorgung der Unternehmensführung und der sie unterstützenden Organe konkurrieren. Eine Abgrenzung zwischen Controlling und Informationsmanagement läßt sich nach HORVÁTH/SEIDENSCHWARZ aus Sicht des Controlling funktional, institutionell und instrumentell vornehmen<sup>94</sup>:

- *Funktional*: Die direkte Funktionsbeziehung sollte derart gestaltet sein, daß das Controlling die Konzeption aller Informationssysteme im Unternehmen vornimmt und für den Inhalt verantwortlich ist<sup>95</sup>. Das Informationsmanagement stellt dem Controlling die notwendige Technologie zur Verfügung und ist damit für den informationstechnologischen Rahmen verantwortlich.
- *Institutionell*: Die Institutionalisierung kann auf mehrere Arten vorgenommen werden. Die Verantwortung für die Gestaltung der Informationssysteme kann wegen ihrer strategischen Bedeutung direkt bei der Unternehmensführung angesiedelt werden<sup>96</sup>. Eine andere Möglichkeit ist die Zentralisierung in einer organisatorischen Einheit innerhalb der Unternehmenshierarchie, z.B. in Form einer Stabsabteilung. Die dritte Möglichkeit ist die Verteilung der Verantwortung in eigenständige Bereiche für Controlling und Informationsmanagement, woraus ein Koordinationsbedarf resultiert, der durch organisatorische Regeln zu decken ist.
- *Instrumentell*: Das Controlling kann als „Methodenlieferant“ für Instrumente zur Planung und Kontrolle von Wirtschaftlichkeitsaspekten der Informationssysteme fungieren. Das Informationsmanagement hat in erster Linie Instrumente für die informationstechnische Umsetzung bereitzustellen.

*„Die controllingbezogenen Funktion des Informationsmanagements besteht darin, dem Controlling durch die Gestaltung von Informationssystemen ein Koordinationspotential zur Verfügung zu stellen. Die Systemgestaltung bezieht sich hier darauf, dem*

---

<sup>93</sup> Picot 1990, S. 7.

<sup>94</sup> Horváth/Seidenschwarz 1988, S. 39 ff.

<sup>95</sup> Diese Abgrenzung beinhaltet, daß das Controlling sowohl für dispositive als auch für operative Informationssysteme inhaltlich verantwortlich ist. Die Definitionen zum Berichtswesen bezogen sich dagegen primär auf dispositive Informationssysteme für die Unternehmensführung.

<sup>96</sup> Z.B. mit der Etablierung eines Chief Information Officer (CIO).

*vom Controlling geschaffenen konzeptionellen Inhalt von Planungs- und Kontrollsystemen sowie von Informationsversorgungssystemen einem informationstechnologischen Rahmen zu geben. Das Informationsmanagement hat hier eine Unterstützungsfunktion.“<sup>97</sup>*

Eine neuere Abgrenzung des Zusammenhangs von Controlling und Informationsmanagement, hier als Informationsversorgungssystem bezeichnet, findet sich bei WALL<sup>98</sup>. Nach ihrer Abgrenzung soll das Informationsversorgungssystem den Input für Planung und Kontrolle liefern. Dazu ist es notwendig, die funktionalen Überschneidungen zwischen Informationsversorgungssystem und Planungs- und Kontrollsystem möglichst gering zu halten. Dies läßt sich dadurch erreichen, daß das Informationsversorgungssystem nur originäre Informationen enthält, die nicht unmittelbar aus einem Planungs- und Kontrollprozeß hervorgehen. Das Planungs- und Kontrollsystem enthält demgegenüber derivative Informationen, die aus dem Planungs- und Kontrollprozeß entstehen. Das bedeutet z.B., daß die Entscheidung über die Wahl des einzusetzenden Kostenrechnungsverfahrens dem Controller obliegt, wohingegen der Entwickler, der die Kostenrechnungssoftware implementiert, zum Informationsversorgungssystem zählt<sup>99</sup>.

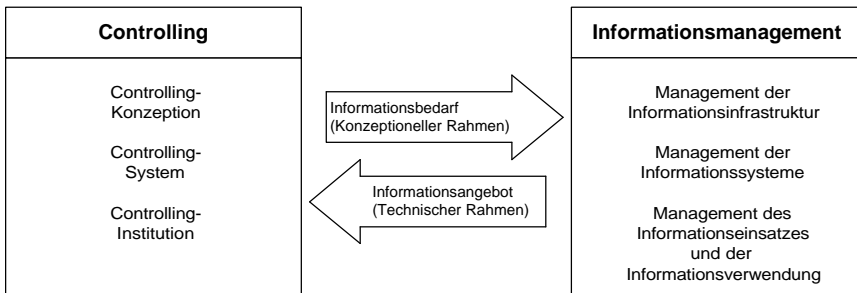


Abb. 6 Schnittstellen zwischen Controlling und Informationsmanagement<sup>100</sup>

Eine Übersicht über die vorrangigen Aufgaben und Schnittstellen von Controlling und Informationsmanagement gibt Abb. 6. Abschließend kann festgestellt werden, daß Controlling und Informationsmanagement sich gegenseitig bedingen. Das Controlling ist für die Umsetzung seiner Konzepte auf die Informations- und Kommunikationstechnologien angewiesen. Insbesondere werden systemkoppelnde Koordinationsauf-

<sup>97</sup> Horváth 1996, S. 664.

<sup>98</sup> Wall 1999, S. 110.

<sup>99</sup> Wall 1999, S. 111.

<sup>100</sup> In Anlehnung Reichmann et al. 1993, S. 476.

gaben durch den IV-Einsatz unterstützt<sup>101</sup>. Das Informationsmanagement benötigt die methodische Unterstützung des Controlling<sup>102</sup>.

Bezogen auf multidimensionale Informationssysteme bedeutet dies: Das Controlling ermittelt den Kennzahlenbedarf, die Entscheidungsobjekte, also die betriebswirtschaftlichen Dimensionen und legt die Methoden fest. Es bestimmt die Detaillierung der Dimensionen, indem es geeignete Verdichtungsstufen definiert. Im Idealfall ist das Controlling für die Aufstellung des semantischen Modells des zu entwickelnden Controllinginformationssystems voll verantwortlich. Das Informationsmanagement sollte hierbei unterstützend wirken und verantwortlich auf der logischen Ebene aufsetzen. Dafür transformiert es die semantischen in logische Konstrukte, die im Hinblick auf die real existierenden Systeme gewählt werden.

## 2.6 Berichtssysteme

### 2.6.1 Einordnung

Betriebliche Berichtssysteme haben die Sicherstellung von Informationskongruenz<sup>103</sup> als oberstem Ziel und die Konzeption der Informationslogistik als Aufgabenstellung. Die Aufgaben der Informationslogistik bestehen darin, daß die richtige Information zum richtigen Zeitpunkt in richtiger Menge am richtigen Ort in der erforderlichen Qualität vorhanden sein muß<sup>104</sup> – also Informationskongruenz herzustellen. In den meisten Unternehmen existieren heute Berichtssysteme, die über die gesetzlich vorgeschriebenen Belange des externen Rechnungswesens hinausgehen. Berichtssysteme<sup>105</sup> sind in direktem Zusammenhang mit betrieblichen Informationssystemen zu sehen. Hier soll unter einem Berichtssystem ein betriebswirtschaftlicher Rahmen verstanden werden, der alle Personen, Einrichtungen, Regelungen, Daten und Prozesse umfaßt, die an der Erstellung von Berichten beteiligt sind<sup>106</sup>. Technisch werden Berichtssysteme durch Informationssysteme wie z.B. im Rahmen von Controllinginformationssystemen unter Verwendung eines Data Warehouse realisiert. Institutionelle Träger von Berichtssystemen sind überwiegend das Rechnungswesen und das Controlling. Die Realisation sollte, wie schon im vorhergehenden Abschnitt angeführt wurde, dem Informationsmanagement obliegen. Bei der praktischen Realisierung eines Berichtssystems sollte das Optimum zwischen Vollständigkeit und Qualität der Berichtsinhalte auf der einen Seite und der Wirtschaftlichkeit von Informationsbeschaffung und -verarbeitung auf der anderen Seite angestrebt werden<sup>107</sup>.

---

<sup>101</sup> Rieg 1997, S. 42.

<sup>102</sup> Reichmann et al. 1993, S. 475.

<sup>103</sup> Küpper 1997, S. 153.

<sup>104</sup> Augustin 1990, S. 23.

<sup>105</sup> Als Synonym für *Berichtssystem* wird in der Literatur auch *Berichtswesen* benutzt (z.B. bei Blohm 1970). Der entsprechende englische Begriff lautet *Reporting*.

<sup>106</sup> Blohm 1970, S. 15.

<sup>107</sup> Steinbichler 1990, S. 144.

### 2.6.2 Berichtsarten

Die Ausgestaltung von Berichten wird durch mehrere Parameter beeinflusst. Abhängig vom Berichtszweck müssen der *Berichtsinhalt*, die *Form* bzw. *Art* der Berichterstattung, die *Adressaten* als auch die *Zeitpunkte* oder *Intervalle*, zu denen berichtet werden soll, festgelegt werden. Grundsätzlich werden Standard-, Abweichungs- und Bedarfsberichte unterschieden<sup>108</sup>.

Die Gestaltungsparameter bei *Standardberichten* sind genau vorgegeben. Charakteristisch in Unternehmen sind z.B. monatliche Berichte, die die wichtigsten Kennzahlen zusammengefaßt auf wenigen Seiten liefern. Adressatenkreis und Berichtsinhalt sind eindeutig festgelegt, so daß die Empfänger die Berichte ohne besondere Anforderung erhalten. Gesetzlich vorgeschriebene Standardberichte sind Bilanz und GuV. Standardberichte werden in ihrer Struktur nur selten geändert und lassen sich daher fest in Computersystemen programmieren.

*Abweichungsberichte* werden nur im Falle von bestimmten vorher festgelegten Regeln generiert. Dies kann z.B. der Fall sein, wenn eine Abweichung von 5% festgestellt wird, die Toleranzgrenze allerdings nur 4% beträgt. Die Praktikabilität von Abweichungsberichten hat mit der wachsenden DV-Unterstützung der Geschäftsprozesse zugenommen. So bietet SAP R/3 die Möglichkeit zur automatischen Benachrichtigung in Ausnahmefällen per E-Mail.

*Bedarfsberichte* bzw. Ad-hoc-Analysen werden durch spontan auftretende Fragestellungen veranlaßt. Ad-hoc-Analysen stellen besondere Anforderungen, da die Berichtsparameter vorher weitgehend unbekannt sind, und die benötigten Daten möglichst schnell verfügbar gemacht werden müssen, allerdings nicht unbedingt direkt zum Abruf bereitstehen. Z.B. ein Data Warehouse soll für eine möglichst große Zahl von Ad-hoc-Abfragen die passenden Daten elektronisch bereithalten. Sind die Daten jedoch elektronisch nicht verfügbar, muß in klassischer Weise recherchiert und analysiert werden. Ein Bedarfsbericht kann z.B. für nicht regelmäßig auftretende Investitionsvorhaben notwendig werden.

Die Prinzipien, die für die Erstellung von Berichten beachtet werden sollten, sind in engem Zusammenhang mit den Kriterien für Qualität von Informationen zu sehen. Bei der Erstellung von Berichten sollten die folgenden drei Grundprinzipien gelten<sup>109</sup>:

- Die Inhalte müssen der *Wahrheit* entsprechen.
- Die Inhalte müssen *objektiv* dargestellt werden.
- Die *Kontinuität* der Berichterstattung muß gewahrt werden.

Zusätzlich sind folgende Prinzipien relevant:

<sup>108</sup> Siehe z.B. Horváth 1996, S. 584; Küpper 1997, S. 149 f. Eine weitergehende Einteilung wie z.B. bei MÜSSIG (Müßig 1993, S. 55) in verschiedene Klassen von Dialogsystemen erscheint beim aktuellen Stand der Informationstechnik nicht mehr sinnvoll.

<sup>109</sup> Bloech 1994, S. 195.

- Berichte sollten *klar* abgefaßt werden.
- Sie müssen leicht *verständlich* sein.
- Nicht intuitiv einsichtige Inhalte sollten *erläutert* werden.
- Der Inhalt sollte für den Empfänger *relevant* sein.
- Die getroffenen Aussagen sollten *eindeutig* sein.

Berichtssysteme sind darüber hinaus an der Entscheidungsstruktur der Unternehmens auszurichten, so daß Ziele, Strategien oder Vorgaben organisationskonform abgebildet werden können<sup>110</sup>.

### 2.6.3 Verdichtungen

Die bedarfsorientierte Verdichtung von Datenbeständen ist eine grundlegende Operation zur Generierung von entscheidungsorientierten Informationen und gilt als ein Hauptproblem bei der Strukturierung von Berichtssystemen<sup>111</sup> bzw. von Managementunterstützungssystemen. Man kann davon ausgehen, daß Daten in Berichtssystemen generell verdichtet sind<sup>112</sup>, und nur in wenigen Fällen atomare Daten wie z.B. auf Einzelbelegenebene des Rechnungswesens für Analysen benötigt werden. Man kann zwischen quantitativer Verdichtung und qualitativer Verdichtung unterscheiden<sup>113</sup>. Durch quantitatives Verdichten wird der Umfang von Einzelinformationen, z.B. durch Summierung, verringert. Durch qualitatives Verdichten sollen neue Aussagen über die Gesamtbeschaffenheit der Informationen gewonnen werden, die nicht direkt aus jeder Einzelinformation gewonnen werden können, wie z.B. durch Durchschnittsbildung. Die Informationsverdichtung muß dabei unter der Verwendung von angemessenen Algorithmen erfolgen. Eine differenzierte Einteilung von Algorithmen für die Informationsverdichtung gibt BIRK, der Verdichtungen in einem weiten Sinn interpretiert und insgesamt sechs Typen unterscheidet (siehe auch Tab. 2)<sup>114</sup>:

- *Verdichtungstyp I* ist als Summierung der Normalfall. Die Einzelinformation einer Verdichtungsstufe ist gleich der Summe der Einzelinformationen der untergeordneten Ebene. Ein Beispiel ist die Zusammenfassung von Kosten verschiedener Kostenstellen zu Kostenstellengruppen.
- Verdichtungen vom *Typ II* können nicht einfach durch Summenbildung vorgenommen werden, sondern die Einzelinformationen der untergeordneten Ebene müssen erst noch weiterverarbeitet werden. Hierzu zählt z.B. die handelsrechtliche Konsolidierung bei der Erstellung von Konzernbilanzen sowie die Managementkonsolidierung. Dabei erfolgt zunächst eine Bereinigung der Zwischengewinne und -verluste, die aus den Leistungsbeziehungen zwischen den in den Konzernab-

---

<sup>110</sup> Steinbichler 1990, S. 145.

<sup>111</sup> Horváth 1996, S. 592.

<sup>112</sup> Becker et al. 1994, S. 422.

<sup>113</sup> Garbe 1971, S. 204.

<sup>114</sup> BIRK erweitert hierbei die in der Literatur häufig zitierte Definition von MERTENS/GRIESE, die Typ I und II unterscheiden (Mertens/Griese 1993, S. 45 f).

schluß eingezogenen Tochterunternehmen entstanden sind, bevor die Positionen summiert werden<sup>115</sup>.

- Die Summierung von Zahlen unterschiedlicher Kategorien wird als *Typ III* klassifiziert. Z.B. werden in der Deckungsbeitragsrechnung über mehrere Stufen hinweg die jeweiligen Stufenkosten vom Bruttoerlös bzw. den Deckungsbeiträgen bis zum Betriebsergebnis subtrahiert.
- *Typ IV* kennzeichnet die Verrechnung von Zahlen unterschiedlicher Kategorien durch beliebige mathematische Funktionen. Die Berechnung des Umsatzes durch Multiplikation von Preis und Menge stellt nach BIRK damit eine Verdichtung dar.
- Bei *Typ V* werden Zahlen der gleichen Kategorie zueinander in Beziehung gesetzt. Man spricht hier auch von Gliederungszahlen. In der Kostenrechnung werden beispielsweise Plankosten mit Ist- oder Sollkosten in Beziehung gesetzt, um die prozentuale Abweichung zu ermitteln
- Beziehungszahlen sind Verdichtungen vom *Typ VI*. Zahlen unterschiedlicher Kategorien werden zueinander in Beziehung gesetzt, wie z.B. Betriebsergebnis und Umsatz zur Ermittlung der Umsatzrentabilität.

	Summierung (absolute Kennzahlen)	Aggregation	Relativierung (relative Kennzahlen)
Zahlen der gleichen Kategorie	Typ I Summenbildung (Differenzbildung) z.B. Kostenstellenrechnung	Typ II externe, interne Konsolidierung z.B. Konzernkonsolidierung	Typ V Gliederungszahlen (Teilgröße zu übergeordneter Gesamtgröße) z.B. Abweichungen
Zahlen unterschiedlicher Kategorien	Typ III Summenbildung (Differenzbildung) z.B. Deckungsbeitragsrechnung	Typ IV Funktionen z.B. Umsatz	Typ VI Beziehungszahlen (Beziehung zweier ungleichartiger Gesamtgrößen) z.B. Betriebsergebnis

Tab. 2 Verdichtungstypen<sup>116</sup>

Verdichtungen erfolgen meist in mehreren Stufen oftmals bottom-up bis zu einer Spitzenzahl, von der aus bei Analysen top-down auf die unteren Ebenen heruntergebrochen werden kann<sup>117</sup>. GARBE hat mehrere betriebswirtschaftliche und technische Pa-

<sup>115</sup> Nach §305 HGB Aufwands- und Ertragskonsolidierung, z.B. in Küting/Weber 1998, S. 1561 ff. Zum multidimensionalen Konzernberichtsweisen siehe Abschnitt 0.

<sup>116</sup> In Anlehnung an Birk 1991, S. 33.

<sup>117</sup> Zur Hierarchiebildung von aggregierenden Dimensionen siehe auch Abschnitt 4.2.2.

parameter zur Festlegung des Verdichtungsgrades bzw. der Granularität von Informationen in Berichtssystemen identifiziert<sup>118</sup>:

- *Informationsmenge*: zur Bestimmung wird die Anzahl aller Informationen ermittelt, das heißt die Anzahl der atomaren und verdichteten Informationen, die benötigt werden. Weiterhin wird aus technischer Sicht der Speicherplatzbedarf eines Wertes (z.B. Anzahl Stellen einer Zahl) herangezogen.
- *Informationsmerkmale*: Informationen lassen sich durch Ordnungsbegriffe bzw. Deskriptoren (an späterer Stelle auch als Dimensionselemente bezeichnet) beschreiben, die die betrieblichen Entscheidungsobjekte widerspiegeln. Hierzu zählen z.B. Artikelnummer oder Artikelgruppe. Mit je weniger Merkmalen eine bestimmte Verdichtungsebene beschrieben wird, desto stärker ist die resultierende Verdichtung der Informationen.
- *Hierarchisierung*: die Bildung von hierarchischen Ebenen ist die Grundvoraussetzung für eine sinnvolle Strukturierung von Verdichtungen. Im Unternehmen erhält jeder Nachfrager Informationen der Granularität, die er gerade benötigt.
- *Verdichtungsbedarf*: der Verdichtungsbedarf leitet sich aus den Anforderungen der Informationsnachfrager ab. Die Fragestellung kann analog zum Informationsbedarf formuliert werden: „wie oft benötigt wann, wer, welche Verdichtung?“.
- *Zeitbedarf* der Verdichtung: aus praktischen Gesichtspunkten darf auch der Zeitbedarf nicht unterschätzt werden, der aus der Verdichtung von Informationen resultiert. Verdichtungsläufe erfolgen auf eine bestimmte Informationsmenge bezogen sequentiell aufeinander aufbauend (pyramidenartig). Der Zeitbedarf hängt von der Komplexität des Verdichtungsalgorithmus, der Informationsmenge, der Verdichtungsebene sowie von physikalischen Systemgesichtspunkten ab.

#### 2.6.4 Begriffs- und Methodenstandards

Voraussetzung für den Aufbau von Berichtssystemen ist die Schaffung einer unternehmensweit einheitlichen Semantik der Berichtsinhalte. Basis hierfür ist ein in sich abgestimmtes Controlling-Gesamtsystem, das Instrumente und Methoden auswählt und diese standardisiert<sup>119</sup>. Diese Standardisierung hat allerdings viele Unternehmen noch nicht völlig durchdrungen, so daß es in Unternehmen mit Konzernstruktur aber auch in nichtkonzernierten Unternehmen durchaus üblich ist, mehrere nicht aufeinander abgestimmte Berichtssysteme nebeneinander zu betreiben. Dies können funktions-, prozeß- oder verantwortungsbereichsorientierte Systeme sein, die oftmals als Insellösungen realisiert wurden<sup>120</sup>. Speziell in multinational tätigen Unternehmen, die evtl. Unternehmensbeteiligungen nach einem sich wandelnden Portfolio kaufen und verkaufen, bestehen sehr heterogene Systeme, deren immanente Begriffsinkonsistenz die

---

<sup>118</sup> Garbe 1971, S. 215 ff.

<sup>119</sup> Borchers 1997, S. 49.

<sup>120</sup> Der Siemens-Konzern ist ein Beispiel für eine solche Struktur (Keil/Lang 1998, S. 850).

Vergleichbarkeit erschwert<sup>121</sup>. Durch die Integration von Informationssystemen wird eine sowohl technische als auch fachliche Vereinheitlichung angestrebt. Die Vereinheitlichung von betriebswirtschaftlichen Fachbegriffen und Methoden muß hierbei besonders berücksichtigt werden, da eine effiziente und effektive Vergleichbarkeit aller Informationen für die Entscheidungsträger nur auf diesem Weg erreicht werden kann.

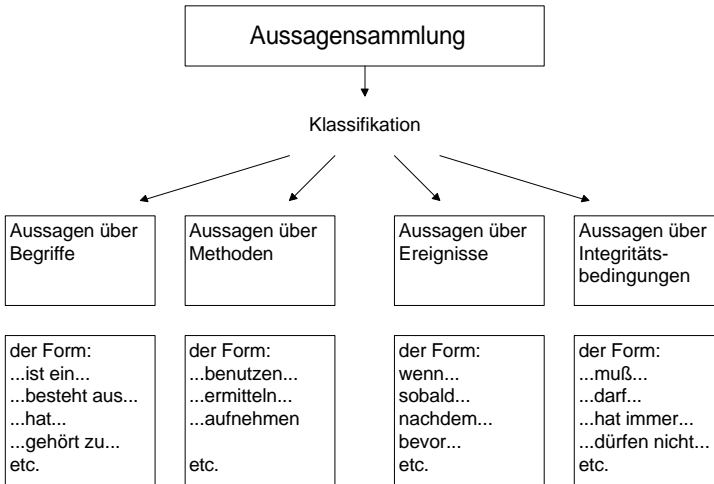


Abb. 7 Klassifikation von Aussagen<sup>122</sup>

Bei der Bildung eines Begriffsstandards sollte zuerst geklärt werden, was ein Begriff bedeutet und ob es einen Konsens darüber gibt. In diesem Rahmen sind Unschärfen oder sogar Widersprüche der Begriffsbedeutung zu klären. Wissenschaftliche Arbeiten, die sich mit Vorgehensmodellen für die Begriffsvereinheitlichung beschäftigen, stammen insbesondere aus dem Bereich der Datenmodellierung, bei der eine eindeutige Definition unabdingbare Voraussetzung für den Aufbau von Informationssystemen ist. Speziell die Objekttypenmethode nach ORTNER und WEDKIND<sup>123</sup>, auf die später noch genauer eingegangen wird, beschäftigt sich aus informationstechnischer Sicht mit der *Rekonstruktion* von Fachbegriffen. Der Begriff *Rekonstruktion* impliziert, daß im betrachteten Anwendungsbereich Fachbegriffe benutzt werden, die unscharf, unkorrekt oder widersprüchlich sind. Die Fachbegriffe und ihre Eigenschaften müssen *rekonstruiert* und klassifiziert werden. Der erste Schritt der Methode besteht daher in der Sammlung und Klassifikation von relevanten Aussagen aus dem Anwendungsbe-

<sup>121</sup> Welge/Amshoff 1998, S. 470 f.

<sup>122</sup> Ortner/Söllner 1989, S. 35.

<sup>123</sup> Ortner 1983; Wedekind 1981.



reich<sup>124</sup>. Abb. 7 zeigt, daß Aussagen in (Informations-) Objekte, Operationen, Ereignissen und Integritätsbedingungen klassifiziert werden können.

Im Rahmen der Aussagensammlung können folgende Defekte offenbar werden<sup>125</sup>:

- *Synonyme Verwendung von Begriffen*: Wörter, die dieselbe Bedeutung besitzen und somit austauschbar sind.
- *Homonyme Verwendung von Begriffen*: Wörter, die zwar gleich geschrieben werden, jedoch eine unterschiedliche Bedeutung haben.
- *Äquipollenzen von Begriffen*: Dasselbe Objekt wird aus verschiedenen Blickwinkeln betrachtet und unterschiedlich bezeichnet.
- *Vage Begriffe*: Es existiert keine klare Begriffsabgrenzung.
- *Falsche Bezeichner*: Eine Begriffsbedeutung hat sich mit der Zeit geändert.

Bei der Klassifikation sollte festgelegt werden, welche Informationsobjekte (z.B. durch Kennzahlen) beschrieben werden, welche Methoden verwendet werden (z.B. Umsatz- oder Gesamtkostenverfahren), welche Ereignisse stattfinden (z.B. reporting by exception) oder welche Bedingungen gelten sollen (z.B. Budgetabweichung darf nicht höher als 20% sein). Diese Vereinbarungen sollten schriftlich in Form eines Richtlinien-Handbuchs bzw. elektronisch als Metainformationen des Berichtssystems manifestiert werden.

### 2.6.5 Informationsquellen

Als klassische *interne* Informationsquellen werden in der Literatur das interne und externe Rechnungswesen angeführt<sup>126</sup>. Ergänzend werden Informationen aus betrieblichen Funktionsbereichen gesammelt, die nicht im Rahmen des Rechnungswesen erfaßt werden, wie z.B. im Rahmen der Betriebsdatenerfassung in der Produktion, aus Beschaffung oder Personalwirtschaft.

Berichtsinhalte dürfen sich nicht nur auf unternehmensinterne Informationen beschränken. Den Blick über die Unternehmensgrenzen hinweg sollen *externe* Informationen verschaffen. Für den Vertrieb eines Automobilherstellers können dies z.B. die Zulassungszahlen fremder Marken von der Kraftfahrzeugzulassungsstelle aus Flensburg sein oder die Preislisten der Mitbewerber. Aus Konzernsicht sind neben den reinen Verkaufszahlen auch die Bilanzen der Mitbewerber eine wichtige Informationsquelle. Die herausragende Rolle für die externe Informationsbeschaffung wird in naher Zukunft – in manchen Bereichen auch schon heute – das Internet spielen<sup>127</sup>. Die Stär-

---

<sup>124</sup> Ortner/Söllner 1989, S. 35.

<sup>125</sup> Lehmann/Ellerau 1997, S. 85 f.; Ortner/Söllner 1983, S. 35 f.

<sup>126</sup> Z.B. bei Blohm 1970, S. 17.

<sup>127</sup> Die traditionellen Quellen externer Informationen sind z.B. Fachbücher, Veröffentlichungen von Verbänden oder persönliche Kontakte. Eine empirische Untersuchung zum (externen) Informationsnachfrageverhalten von Unternehmen findet man bei Hübner 1996, S. 44 ff. Weitere Aspekte der Integration externer Informationen in Berichtssysteme werden bei Löbbe 1995 und Habermann 1993 behandelt.

ken des Internet liegen auf der einen Seite in der einfachen Bedienung des World Wide Web und auf der anderen Seite in der Vielfalt des Informationsangebots. Ein großer Vorteil ist weiterhin die weltweite Verknüpfung von Theorie und Praxis in einem Informationsmarkt, da sowohl Forschungseinrichtungen, wie z.B. Universitäten, als auch Unternehmen Informationen anbieten oder suchen.

Die Einbindung von externen Internetquellen in betriebswirtschaftliche Analysen ist eine logische Konsequenz des stark wachsendes Informationsangebots<sup>128</sup>. Die Informationsqualität der Quellen ist generell allerdings nicht gesichert, so daß eine Beschränkung auf ausgesuchte hochwertige Anbieter erfolgen sollte. Zur Zeit ist das deutschsprachige kostenfreie Angebot eher auf qualitative Aspekte, wie z.B. Pressemitteilungen oder Zeitungsberichte beschränkt. Viele Unternehmen gehen aber zunehmend dazu über, auch quantitative Aspekte, wie z.B. Bilanzen, im Internet zu veröffentlichen<sup>129</sup>. Kommerzielle Informationsdienste bieten dagegen qualitative wie quantitative Informationen von hoher Qualität, wobei es sich hierbei meist um Angebote handelt, die schon seit langem verfügbar sind, und bei denen das Internet nur ein neues Zugriffsmedium darstellt.

Um der Komplexität des Internetangebots zu begegnen, so daß es nicht zu einem „information overload“<sup>130</sup> kommt, werden Agenten entwickelt, die Informationen – teilweise mit Hilfe von Methoden der künstlichen Intelligenz – entscheidungsorientiert aus dem Internet herausfiltern sollen<sup>131</sup>. Erste realisierte Ansätze zur automatisierten Einbindung von externen Informationen aus dem Internet als Ergänzung des internen Informationsangebots sind bereits auf dem Markt erhältlich<sup>132</sup>.

### 2.6.6 Kennzahlen und Kennzahlensysteme

Betriebswirtschaftliche Kennzahlen sind ein wesentlicher Inhalt von Berichtssystemen. Sie dienen dazu, betriebliche Sachverhalte in konzentrierter Form wiederzugeben. Die wichtigsten Eigenschaften von Kennzahlen sind ihre *Zweckorientierung*, da sie Informationen für Entscheidungssituationen enthalten und ihre *Quantifizierbarkeit*. Sie besitzen feste Bezugsgrößen, die in Einheiten, wie z.B. Stunden oder Kilogramm gemessen oder im Verhältnis ausgedrückt, also quantifiziert werden können. Dies wird über eine starke Vereinfachung von komplexen Betriebsabläufen oder Sachverhalten erreicht. Die traditionellen Anwendungsgebiete von Kennzahlen sind die Bilanzanalyse und der Betriebsvergleich.

Kennzahlen können nach verschiedenen Kriterien systematisiert werden. Unter statistisch-methodischen Gesichtspunkten kann man zwischen absoluten und Verhältnis-

---

<sup>128</sup> Zum Internet als Werkzeug zur Deckung des betrieblichen Informationsbedarfs siehe Jaros-Sturhahn/Löffler 1995, S. 6 ff.

<sup>129</sup> Siehe z.B. das Börsenforum vom Verlag Hoppenstedt ([www.boersenforum.de](http://www.boersenforum.de)).

<sup>130</sup> Ackoff 1967, S. B-147 ff.

<sup>131</sup> Zum Einsatz von intelligenten Agenten im WWW siehe Teuteberg 1997, S. 380 f.

<sup>132</sup> Bissantz 1998, S. 335.

zahlen differenzieren. Absolute Zahlen sind unter anderem Einzelzahlen und Zahlen, die durch Summen-, Differenz- oder Mittelwertbildung entstehen. Ein Beispiel für eine absolute Kennzahl ist z.B. der Auftragsbestand. Aus absoluten Kennzahlen lassen sich durch Relativierung Verhältniszahlen gewinnen. Verhältniszahlen besitzen eine Beobachtungszahl im Zähler und eine Bezugzahl im Nenner und lassen sich nach Rang (un/gleichrangig), Art (un/gleichartig) und zeitlichem Bezug (kongruent/divergent) unterscheiden<sup>133</sup>. Zu den Verhältniszahlen zählen Beziehungs-, Gliederungs- und Indexzahlen, denen die Kriterien, wie in Tab. 3 dargestellt wird, zugeordnet werden können. Verhältniszahlen werden z.B. im Rahmen von Rentabilitätsrechnungen gebildet.

Relativzahlart	Rang	Art	Zeitl. Bezug	Beispiel
Beziehung	gleich	ungleich	kongruent	durchschnittliche Arbeitszeit = $\frac{\text{Arbeitsstunden}}{\text{Beschäftigtenzahl}}$
Gliederung	ungleich	gleich	kongruent	Preisnachlaßquote = $\frac{\text{Preisnachlässe} * 100}{\text{Umsatzerlöse}}$
Index	gleich	gleich	divergent	Preisindex = $\frac{\text{Preis im Ermittlungszeitpunkt}}{\text{Preis im Basiszeitpunkt}}$

Tab. 3 Systematisierung von Verhältniszahlen<sup>134</sup>

Die methodisch-statistische Differenzierung ist jedoch umstritten, da in der Literatur diskutiert wird, ob absolute Zahlen überhaupt eine Aussagekraft besitzen<sup>135</sup>. Hier soll der Auffassung von NOWAK gefolgt werden, der Absolutzahlen zur Gruppe der Kennzahlen rechnet, da „sich erst unter Hinzunahme der absoluten Zahlen ein klarer Einblick in die Betriebsverhältnisse“ ergibt<sup>136</sup>. Vergleicht man die methodisch-statistische Systematisierung mit der Definition der Verdichtungstypen nach BIRK, so kann man leicht erkennen, daß absolute Kennzahlen der Summierung (Typ I, III) und Verhältniszahlen der Relativierung (Typ V, VI) entsprechen. Nicht zuordnen lassen sich nach statisch-methodischen Gesichtspunkten die Verdichtungstypen der Aggregation (II, III). Hierunter fallen z.B. die Multiplikation und komplexe Berechnungsformeln. Zahlen, die auf diese Art berechnet werden, zählen aber ebenso zur Gruppe der Kennzahlen und werden bei der Kennzahlenbildung berücksichtigt.

<sup>133</sup> Gleichartig sind Verhältniszahlen dann, wenn ihre Inhalte der gleichen Kategorie zuzuordnen sind. Zwei Verhältniszahlen sind gleichrangig, wenn zwischen Zähler und Nenner keine Hierarchie bzw. Relation in der Begriffsbildung besteht.

<sup>134</sup> In Anlehnung an Geiß 1986, S. 25.

<sup>135</sup> Zur Diskussion siehe z.B. Geiß 1986, S. 23 f.

<sup>136</sup> Nowak 1966, S. 704.

Unabhängig von der jeweiligen Organisationsstruktur des Unternehmens ist es sinnvoll, Kennzahlen nach ihrer betriebswirtschaftlichen Bedeutung zu gliedern und nach funktionalen Bereichen zu systematisieren, wobei die Vernetzung einzelner Kennzahlen nicht verlorengehen darf<sup>137</sup>. In einer konsequent auf Geschäftsprozesse ausgerichteten betrieblichen Struktur können die Kennzahlen der Prozeßstruktur folgen. Ähnlich wie Teilprozesse zu Hauptprozessen aggregiert werden, können auch die entsprechenden Kennzahlen in Beziehung stehen. Die Kennzahl, die den Hauptunternehmensprozeß charakterisiert, wäre die Spitzenkennzahl.

Kennzahlen sind Informationsträger, die Informationen rasch, mit geringer Störanfälligkeit und mit einem Minimum an Zeichenaufwand übermitteln können<sup>138</sup>. Die Kriterien zur Bildung von Kennzahlen sind daher zu den schon genannten Grundanforderungen an Information äquivalent, wie z.B. Genauigkeit, Wirtschaftlichkeit oder Aktualität<sup>139</sup>. Die Vorteile von Kennzahlen liegen dabei in der

- einfachen Wiedergabe komplexer Sachverhalte<sup>140</sup>,
- der übersichtlichen Darstellung von Entwicklungen im Zeitverlauf<sup>141</sup> und in
- der Möglichkeit von inner- oder zwischenbetrieblichen Vergleichen<sup>142</sup> im Sinne von Benchmarking.

Der Gebrauch von Kennzahlen ist allerdings auch mit Risiken verbunden, so können

- durch die Komprimierung von Sachverhalten Informationen verloren gehen oder verzerrt werden,
- innere Zusammenhänge getrennt werden<sup>143</sup>,
- durch eine unausgewogene Zielgewichtung wichtige Aspekte vernachlässigt werden<sup>144</sup> oder
- die Kennzahlen fehlerhaft benutzt werden<sup>145</sup>.

Die begrenzte Aussagekraft einzelner Kennzahlen und die Gefahr von Fehlinterpretation bei der Betrachtung von nur wenigen Größen hat zur Einführung von Kennzahlensystemen geführt. Kennzahlensysteme führen Kennzahlen, die sachlich und sinnvoll in Beziehung stehen, meist in einer hierarchischen Form zusammen, die in einer Spitzenkennzahl gipfeln. Sie ermöglichen damit eine zusammenhängende Betrachtung von Funktionen oder Prozessen inner- und außerhalb des Unternehmens. Eines der bekanntesten Kennzahlensysteme dieser Art ist das DuPont-System of Financial Control aus

<sup>137</sup> Kraus 1993, S. 243.

<sup>138</sup> Staehle 1973, S. 223.

<sup>139</sup> Siehe auch Meyer 1994, S. 24 ff.

<sup>140</sup> Reichmann 1997, S. 20.

<sup>141</sup> Rehkugler/Podding 1993, S. 163.

<sup>142</sup> Staehle 1973, S. 224.

<sup>143</sup> Rehkugler/Podding 1993, S. 163.

<sup>144</sup> Ein aktueller Ansatz zur Vermeidung dieses Nachteils ist die Balanced Scorecard, die einer Einseitigkeit entgegenwirken soll, indem die finanzielle Sicht um Kunden-, interne Geschäftsprozeß- und Innovationsperspektive ergänzt wird (Kaplan/Norton 1997, S. 8).

<sup>145</sup> Staehle 1973, S. 228.

dem Jahre 1919, das den Return On Investment (ROI) als Spitzenkennzahl besitzt<sup>146</sup>. Die Maximierung des Gewinns wird hierbei nicht in einer absoluten Größe dargestellt, sondern als Verhältniszahl zwischen dem in einer Periode erzielten Gewinn und dem dazu eingesetzten Kapital. Diese beiden Größen werden auch selbst wieder bis auf die Ebene Deckungsbeitrag, fixe Kosten, Sachanlagen, Vorräte etc. heruntergebrochen. Weitere bekannte Kennzahlensysteme sind die Pyramid Structure auf Ratios, das ZVEI- und das RL-Kennzahlensystem. Eng verbunden mit Kennzahlen sind Früherkennungssysteme, die auf der Basis von Kennzahlen bzw. Indikatoren arbeiten.

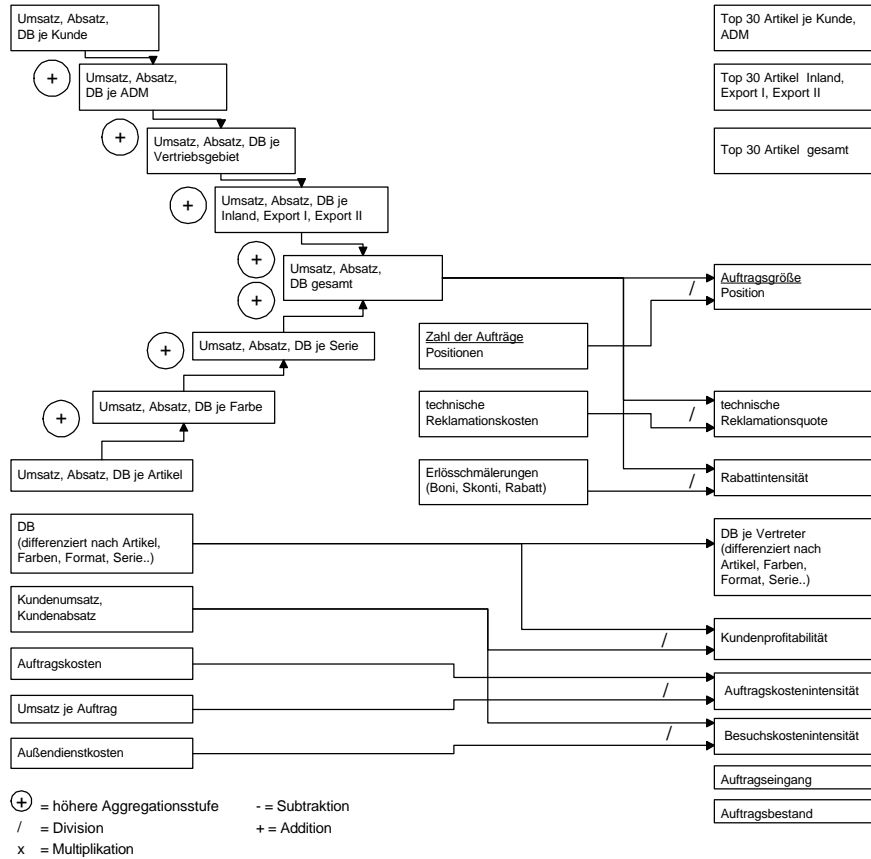


Abb. 8 Kennzahlensystem für das operative Vertriebsgeschäft<sup>147</sup>

<sup>146</sup> Weber 1995, S. 206.

<sup>147</sup> Peters/Schomburg 1998, S. 303.

Kennzahlen und Kennzahlensysteme müssen je nach Unternehmenstyp und -branche angepaßt bzw. erweitert werden. Ein für das operative Vertriebsgeschäft ausgerichtetes spezifisches Kennzahlensystem zeigt Abb. 8. Das System enthält sowohl Absolutzahlen (z.B. Auftragseingang, Auftragsbestand) als auch Verhältniskennzahlen (z.B. Auftragskostenintensität). Rechentechnische und sachlogische Zusammenhänge sind in der grafischen Darstellung kombiniert worden, wodurch dem Betrachter ein schneller Einblick in die Systematik ermöglicht wird.

Kennzahlen, die in Berichtsform veröffentlicht werden, können meist aus verschiedenen Sichten betrachtet werden – sie sind allerdings nicht in jedem Fall streng multidimensional aufgebaut. Auch kommt es in Standardberichten, die in der Unternehmenspraxis vorzufinden sind, zu Asymmetrien in der Kennzahlendarstellung. Beispielsweise werden Kennzahlen unterschiedlicher Ausprägung und unterschiedlicher Granularität direkt gegenübergestellt, wie Plan-Zahlen auf Jahresbasis und Ist-Zahlen auf Monatsebene. Kennzahlen werden in dieser Arbeit als integraler Bestandteil von multidimensionalen Controllinginformationssystemen behandelt und als entscheidungsorientiert strukturierte Daten abgebildet. Sie sind die Informationen, die für Management und Controlling im Sinne der Informationslogistik bereitgestellt werden.

## 3 Controllinginformationssysteme im Kontext der betrieblichen Informationssysteme

### 3.1 Integration der Informationssysteme

Nachdem im vorangegangenen Kapitel mit Controlling, Informationsversorgungsfunktion und Berichtssystemen die inhaltlichen Grundlagen für Controllinginformationssysteme behandelt worden sind, soll darauf aufbauend auf die informationstechnische Ausgestaltung eingegangen werden. Informationssysteme sind soziotechnische Systeme, deren Zweck die Schaffung einer Kongruenz von Informationsangebot und -nachfrage ist<sup>148</sup>. Betriebliche Informationssysteme werden in der Literatur zumeist mit Hilfe von Informationssystempyramiden differenziert<sup>149</sup> (siehe Abb. 9). Die Pyramiden stammen in ihrer Struktur aus den siebziger Jahren, sind aber in ihrer Aussage auch heute gültig. Die Ebenen symbolisieren von unten nach oben einen zunehmenden Grad der Informationsverdichtung, von Massendaten im Produktionsprozeß bis hin zu Führungsinformationen für die Unternehmensleitung. Als wichtiges Ziel der Informationsverarbeitung in der Unternehmenspraxis wird die Integration der unterschiedlichen Systeme angesehen: der senkrechte Doppelpfeil in Abb. 9 steht demnach für die vertikale Integration der Informationssysteme der verschiedenen Ebenen der Pyramide, ebenso symbolisiert der waagerechte Pfeil die horizontale Integration von Systemen der gleichen Ebene. Darüber hinaus lassen sich eine Reihe von weiteren Formen der Integration abgrenzen wie z.B. die Integration von Methoden, Geräten, der Darstellungen bzw. Medien, der Reichweite oder der Automatisierung<sup>150</sup>.

Das Hauptziel, das mit der Integration angestrebt wird, ist ein Idealzustand, in dem alle Systeme ihre Informationen untereinander vollautomatisch austauschen bzw. eine gemeinsame redundanzfreie Datenbasis besitzen. Eine Schnittstellenproblematik zwischen den Systemen existiert damit nicht, und Medienbrüche, also z.B. das erneute Eintippen von Daten in das nächste System, werden vermieden. Die Konzeption eines solchen einheitlichen, konsistenten, unternehmensweiten Datenmodells, das den Systemen aller Ebenen zugrunde liegt, wurde unter anderem von SCHEER verfolgt und als Referenzmodell zur Architektur integrierter Informationssysteme weiterentwickelt (ARIS)<sup>151</sup>.

---

<sup>148</sup> Stickel et. al 1997, S. 336.

<sup>149</sup> Scheer 1995, S. 5; Mertens 1995, S. 5.

<sup>150</sup> Mertens et al. 1995, S. 44 ff.

<sup>151</sup> Scheer 1995, S. 4 ff, siehe auch Abschnitt 4.3.3.

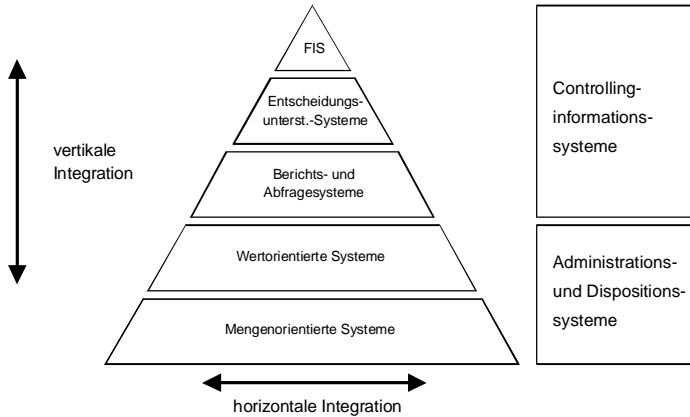


Abb. 9 Integrierte Informationssysteme<sup>152</sup>

### 3.2 Administrations- und Dispositionssysteme

Administrationssysteme bilden zusammen mit den Dispositionssystemen die operativen Systeme der Pyramide aus Abb. 9. Das Einsatzgebiet dieser Systeme wird neuerdings auch als Enterprise Resource Planning bezeichnet<sup>153</sup> und beschreibt damit die Massendatenverarbeitung der betrieblichen Produktionsfaktoren. Die operativen Systeme gehören historisch gesehen zu den ersten Computersystemen für den kommerziellen Einsatz, die auf breiter Basis in der Praxis eingesetzt wurden. Administrationssysteme dienen vorwiegend zur Rationalisierung der Massendatenverarbeitung, indem Routineaufgaben automatisiert werden. Zu diesem Typ zählen unter anderem Systeme zur Abbildung mengenorientierter Prozesse, wie in Beschaffung, Produktion oder Vertrieb und zur Abbildung wertorientierter Prozesse, wie Finanz-, Anlagen- oder Lagerbuchführung. Zum Beispiel kann der Wareneingang eines Vorprodukts automatisch eine Auszahlung auslösen, die durch ein Buchhaltungssystem durchgeführt wird (vertikale Integration). Sofern es sich um Kosten handelt, kann diese Buchung direkt vom Buchhaltungssystem an ein Kostenrechnungssystem weitergeleitet werden (horizontale Integration).

Dispositionssysteme haben die Aufgabe, einfache menschliche Entscheidungen, die auf gut strukturierten Problemen beruhen, auf unterer oder mittlerer Führungsebene

<sup>152</sup> In Anlehnung an Huch et al. 1995, S. 260 ff; ähnlich auch bei Gluchowski et al. 1997, S. 238.

<sup>153</sup> Ein von der Meta Group eingeführtes Akronym lautet Enterprise Resource Management, um darauf hinzuweisen, daß die Planung nur ein Aspekt von solchen Systemen ist (Martin 1998b, S. 403). ERP-Software muß mindestens Module für Rechnungswesen, Personalwirtschaft, Materialwirtschaft sowie Produktionsplanung und -steuerung umfassen (Martin 1998b, S. 404; Computerwoche 1998, S. 12).



vorzubereiten oder sie durch Automatisierung überflüssig zu machen<sup>154</sup>. Zielsetzung ist einerseits ein Optimierungsnutzen, wenn die maschinelle Entscheidung besser als die menschliche ist, oder ein Rationalisierungsnutzen, wenn der menschliche Entscheidungsträger von Routineentscheidungen entlastet wird<sup>155</sup>. Dispositionssysteme werden mit Hilfe von Modellen aus dem Bereich Operations Research oder Methoden der künstlichen Intelligenz realisiert. Einsatzgebiete sind unter anderem die Bedarfsermittlung oder die Bestelldisposition, wo man z.B. in optimalen Losgrößen unter Berücksichtigung von möglichst geringer Liegezeit, aber auch minimalen Einkaufspreis ermitteln möchte. Bekannte integrierte Standardsoftwarepakete für das Enterprise Resource Planning (ERP) sind R/3 von SAP, Oracle Applications von Oracle, Baan ERP von Baan, Oneworld von J. D. Edwards und PeopleSoft von der gleichnamigen Firma<sup>156</sup>.

### 3.3 Data-Warehouse-Konzept

#### 3.3.1 Einordnung

Eines der Hauptprobleme von Informationssystemen für Controlling und Management stellt die Heterogenität der operativen Systeme dar. Vor diesem Hintergrund ist das Data-Warehouse-Konzept als vertikale Integrationsbasis für eine redundante Speicherung von Daten aus operativen Informationssystemen entstanden, das zu einer modifizierten Strukturierung der betrieblichen Informationssysteme, wie in Abb. 10 zu sehen, führt. In der Abbildung werden betriebliche Informationssysteme in eine dreistufige Architektur mit drei Systemebenen und zwei Middlewareschichten unterteilt. Auf der untersten Ebene befinden sich die klassischen Administrations- und Dispositionssysteme, daneben werden hier auch externe Datenbanken angesiedelt, die zur Ergänzung des Informationsangebots dienen, wie z.B. eine Datenbank, die die aktuellen Wechselkurse für das Rechnungswesen enthält.

Zwei Middlewareschichten liegen ober- und unterhalb des Data Warehouse. Sie stellen die unterschiedlichen Dienste der Plattformen für die Applikationen bereit, als benützen diese nur eine Plattform<sup>157</sup>. Hier wird die Middleware einerseits benutzt, um Daten plattformübergreifend in das Data Warehouse zu überführen, andererseits sollen verschiedene Controllinginformationssysteme in einheitlicher Form auf die Komponenten des Data Warehouse zugreifen können.

Das Data Warehouse steht im Mittelpunkt der Darstellung, es beinhaltet neben der zentralen Datenbasis auch Abteilungsdatenbanken (Data Marts) oder OLAP-Server<sup>158</sup> für spezielle multidimensionale Auswertungen. In OLAP-Servern wird teilweise ein

---

<sup>154</sup> Stahlknecht 1993, S. 330 f.

<sup>155</sup> Mertens 1995, S. 11.

<sup>156</sup> Nach einer Studie von IDC ist SAP mit 15,6% Marktanteil Führer im Bereich ERP-Software, gefolgt von Peoplesoft mit 4,9% und Oracle mit 4,8% Marktanteil (Computerwoche 1998, S 12).

<sup>157</sup> Oesterle 1996, S. 18.

<sup>158</sup> Zu OLAP siehe Abschnitt 3.5.

von der zentralen Data-Warehouse-Datenbasis verschiedenes Datenmodell realisiert, das sich rein an der Auswertungssicht von Management und Controlling orientiert. Durch die multidimensionale Strukturierung der betriebswirtschaftlichen Daten wird die Leistungsfähigkeit bei Analysen erhöht. Weitere Komponente ist eine Metadatenbank, in der Informationen über die Beschaffenheit der Datenbasis gespeichert werden. In einem Archivierungssystem werden Daten gesichert und abgelegt.

Die oberste Ebene der Architektur bilden Controllinginformationssysteme, die sich in Führungsinformations- (FIS), Entscheidungsunterstützungs- (EUS) und Berichts- und Abfragesysteme untergliedern lassen. Zu dieser Ebene gehören auch OLAP-Auswertungen.

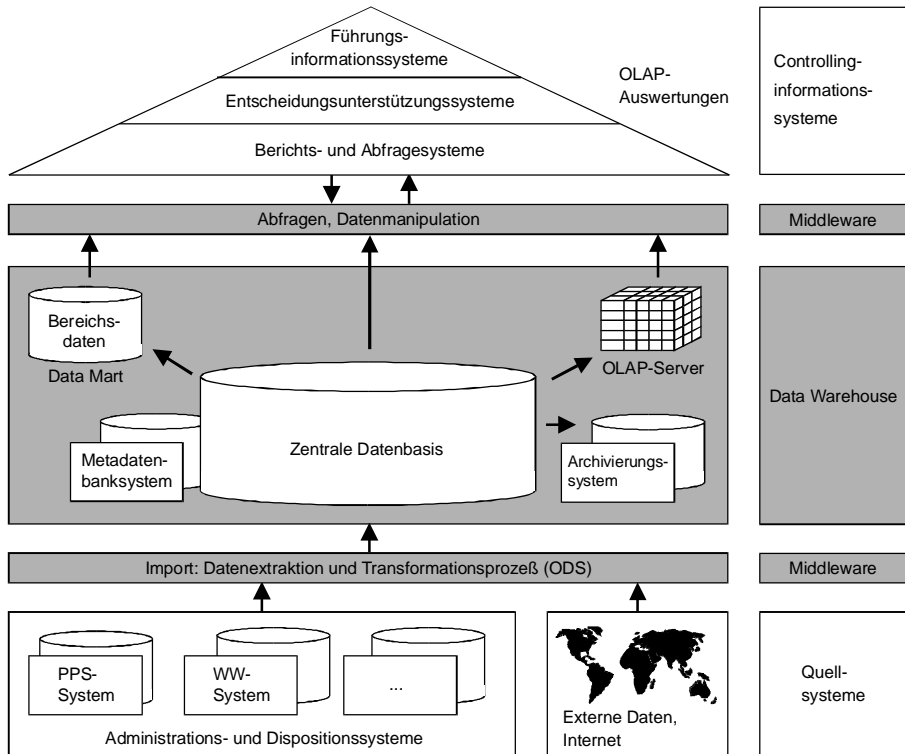


Abb. 10 Data Warehouse als integrierendes Element<sup>159</sup>

Das Besondere des Data Warehouse stellt die neue Sichtweise auf die Daten dar. Stehen in operativen Systemen Datenobjekte und ihre Beziehungen im Vordergrund, die

<sup>159</sup> Totok 1997, S. 4.

einzelne Geschäftsvorfälle wie Aufträge oder Mahnungen widerspiegeln, so erfolgt im Data Warehouse eine Strukturierung der Daten nach controllingrelevanten Informationsobjekten<sup>160</sup>. Während z.B. der Preis eines Artikels im operativen System nur einen Abrechnungswert darstellt, so hat er im Data Warehouse in Verbindung mit der Betrachtung von Absatzmärkten eine hohe Bedeutung in bezug auf Preis- und Wettbewerbsstrategien.

Das Data-Warehouse-Konzept kann als moderne Variante der Idee für eine zweckplurale Grundrechnung mit Auswertungsrechnungen betrachtet werden. Die Gestaltungsvorschläge für Data Warehouses behandeln in erster Linie allerdings andere Zielsetzungen, wobei das Antwortzeitverhalten beim Zugriff auf die zentrale Datenbasis meist die Hauptrolle spielt. Mit dem Data-Warehouse-Konzept wird im Kern die multidimensionale Datenhaltung und mit OLAP die multidimensionale betriebswirtschaftliche Analyse verfolgt.

Das Data-Warehouse-Konzept geht auf den EBIS<sup>161</sup>-Ansatz des IBM-Regionalbereichs Europa, Mittlerer Osten und Afrika aus dem Jahr 1988 zurück<sup>162</sup>. Der Kern des Konzepts besteht darin, die Daten aus den in den funktionsorientierten betrieblichen Teilbereichen vorhandenen Insellösungen über eine einheitliche Schnittstelle für individuelle Benutzer verschiedener Bereiche zugänglich zu machen. Definiert wird diese Schnittstelle als redundante, von den operativen Systemen getrennte (relationale) Datenbank. Durchgesetzt hat sich das Data-Warehouse-Konzept allerdings erst zu Beginn der 90er Jahre mit der Veröffentlichung „Building the Data Warehouse“ von INMON 1993, der auch als Vater des Data Warehouse bezeichnet wird.

Der EBIS-Ansatz und damit das Data-Warehouse-Konzept resultiert aus den bekannten Problemen der mangelhaft integrierten betrieblichen Informationssysteme:

- Die operativen Systeme bilden für sich Insellösungen, die ihre jeweilige funktionale Aufgabenstellung sehr gut beherrschen, die nicht oder nur schlecht untereinander kommunizieren können.
- Die Daten liegen teilweise redundant und in unterschiedlichen Formaten an verschiedenen Orten vor.
- Das Herauslösen und die Zusammenführung von Daten ist nur mit hohem Aufwand möglich.

Im allgemeinen Sprachgebrauch wird mit Data Warehouse oft nur die zentrale Datenbasis bezeichnet. Warehouse wird – wie vielfach angenommen – wörtlich nicht mit Warenhaus übersetzt, sondern mit Lagerhaus oder Speicher. Trotzdem ist das Bild eines Waren- oder Handelshauses passend für die Charakterisierung von Data Warehouses<sup>163</sup>.

---

<sup>160</sup> Holthuis 1997, S. 7 f.

<sup>161</sup> EBIS: Europe/Middle East/Africa Business Information System.

<sup>162</sup> Devlin/Murphy 1988, S. 60 ff.

<sup>163</sup> Behme/Mucksch 1996, S. 20.

Im Bereich der operativen betrieblichen Datenbank- bzw. Datenbanksysteme dominieren seit mehreren Jahren die großen relationalen Systeme, wie sie z.B. von den Firmen Informix oder Oracle angeboten werden. Diese Systeme arbeiten im On-Line-Betrieb und müssen hohe Anforderungen in bezug auf Verfügbarkeit und Zugriffsgeschwindigkeit erfüllen, man spricht daher von On-Line Transaction Processing (OLTP). In diesem Bereich haben relationale Datenbanksysteme ihre unumstrittene Stärke. OLTP-Systeme werden von betriebswirtschaftlichen Standardanwendungen zur Speicherung ihrer Daten benutzt, wie z.B. von SAP R/2 oder R/3. Im Vordergrund stehen dabei viele parallele Transaktionen mit jeweils geringem Datenvolumen, wie sie unter anderem im Vertriebsbereich benötigt werden. OLTP-Systeme ermöglichen einfache Standardabfragen, z.B. zur Ermittlung von Lagerbeständen oder zur Ausstellung von Rechnungen.

Der wesentliche konzeptionelle Unterschied der entscheidungsorientierten gegenüber der operativen Datenhaltung liegt darin, daß die Attributmenge eines logischen, entscheidungsorientierten Objekts in identifizierende (Dimensionen) und quantitative Attribute (Kennzahlen) aufgeteilt wird. Dieser Unterscheidung wurde in der Vergangenheit in relationalen (OLTP-) Systemen nicht Rechnung getragen, so daß im Bereich der Controllinginformationssysteme spezialisierte Systeme für die dispositive Datenhaltung geschaffen wurden. Das Data-Warehouse-Konzept und die OLAP-Anforderungen spiegeln die aktuelle Entwicklung in diesem Bereich wider. Eine Übersicht über die unterschiedlichen Anforderungen von entscheidungsorientierter und operativer Datenhaltung gibt Tab. 4.

<b>Eigenschaft</b>	<b>operativ</b>	<b>entscheidungsorientiert</b>
Anzahl paralleler Benutzer	bis zu mehreren Tausend	zweistelliger Bereich
Verarbeitung	transaktionsorientiert	analyseorientiert
Antwortzeiten	Millisekunden	Sekunden bis Minuten
Zugriffsfrequenz	hoch	mittel bis niedrig
Datenvolumen pro Zugriff	niedrig	hoch
Änderungen des Datenbestands	häufig	selten durch definierte Updates
Aktualität der Daten	absolut	Tägliche, wöchentliche oder monatliche Updates
Datenstrukturierung	detailliert	verdichtet
Datenbankgröße	10-100 Gigabyte	bis zu Terabytes

Tab. 4 OLTP versus OLAP

### 3.3.2 Zentrale Datenbasis

Die zentrale Datenbasis steht im Mittelpunkt des Data-Warehouse-Konzepts. Ihr Aufbau und ihre Gestaltung bildet einen kritischen Erfolgsfaktor für jedes Data-Warehouse-Projekt. Die im Folgenden genannten Eigenschaften müssen bei der semantischen, logischen und physischen Modellierung berücksichtigt werden. Eine der in der Literatur am meisten zitierten Anforderungsdefinition der Datenbasis gibt Inmon: „A data warehouse is a subject oriented, integrated, nonvolatile, and time variant collection of data in support of management’s decisions“<sup>164</sup>.

- *Orientierung an unternehmensrelevanten Themengebieten (subject oriented):* Konventionelle operative Systeme sind nach funktionalen Gesichtspunkten gestaltet, z.B. nach den verschiedenen Anwendungsbereichen im Unternehmen (z.B. Produktion, Vertrieb). Im Data Warehouse werden die Daten nach übergeordneten Gesichtspunkten abgelegt (z.B. nach Kundengruppen).
- *Integration (integrated):* Daten, die aus operativen Systemen übernommen werden, müssen hinsichtlich Bezeichnung, Identifikationsschlüssel, Typ, Format, Syntax und Semantik vereinheitlicht werden.
- *Dauerhaftigkeit (nonvolatile):* Nach der Übertragung der Daten ins Data Warehouse werden diese nicht mehr verändert. Alle Zugriffe erfolgen ausschließlich lesend. Eine Ausnahme bilden die Bereiche Planung und Prognose – soweit diese in die Datenbasis des Data Warehouse abgebildet werden.
- *Zeitraumbezug (time variant):* Der Zeithorizont für Daten im Data Warehouse beträgt mehrere Jahre. Um sicherzustellen, daß bei Updates keine Daten überschrieben werden, werden diese mit einem Datum versehen. So ist z.B. später nachvollziehbar, wie sich die Einstufung der Zahlungsmoral bestimmter Kunden im Zeitablauf verändert hat. Im operativen System würde man immer nur die aktuelle Einstufung sehen. Auch falls Kunden aus dem operativen System gelöscht werden, kann man sie im Data Warehouse noch über einen längeren Zeitraum aufrufen. Sehr anspruchsvoll kann die Gestaltung des Zeitraumbezugs bei sich verändernden Strukturen der unternehmensrelevanten Sachverhalte werden.

Weitere Anforderungen sind unter anderem die dynamische Erweiterbarkeit der Datenbasis um neue Datentypen oder neue Aggregationsstufen, die Skalierbarkeit des Datenbanksystems für schnell wachsende Datenbestände oder die Flexibilität hinsichtlich des Datenzugriffs<sup>165</sup>. Durch diese Anforderungen ergeben sich eine Reihe von Besonderheiten für die Modellierung der zentralen Datenbasis, die an späterer Stelle vorgestellt werden.

Großen Einfluß auf die Handhabung eines Data Warehouse hat die physikalische Implementierung der zentralen Data-Warehouse-Datenbank. Werden in einem großen

---

<sup>164</sup> Inmon 1996, S. 33.

<sup>165</sup> Weber/Strüingmann 1997, S. 30.

Unternehmen tatsächlich alle Daten physikalisch in einer Datenbank gehalten, so kann dies Nachteile in bezug auf Restrukturierbarkeit, Indizierung, Reorganisation oder Datensicherung mit sich bringen<sup>166</sup>. Vorgeschlagen wird unter anderen Verfahren die Partitionierung der zentralen Datenbasis in mehrere selbständige redundanzfreie Teile auf physikalischer oder Datenbankebene in Verbindung mit einer Vorverdichtung, was in Anspielung an eine historische Maxime von den Autoren „Divide and Aggregate“ genannt wird<sup>167</sup>.

Eine Partitionierung kann horizontal oder vertikal durchgeführt werden<sup>168</sup>. Logisch gesehen, werden im Relationenmodell durch eine horizontale Partition sehr große Tabellen in mehrere kleinere Tabellen zerteilt, die alle die gleiche Datenstruktur besitzen<sup>169</sup>. Ein Kriterium für eine horizontale Partitionierung stellen unter anderem die Ebenen der betriebswirtschaftlichen Dimensionen<sup>170</sup> dar. So läßt sich eine Partitionierung nach Monaten oder Jahren vornehmen. Performancevorteile lassen sich dann erwarten, wenn von den Benutzern des Data Warehouse besonders häufig Auswertungen auf Monatsebene durchgeführt werden, wie z.B. Umsatzerlöse für einen bestimmten Monat oder Vergleiche zwischen zwei Monaten. Die Datenzugriffe erfolgen dann nicht mehr auf eine zentrale große Tabelle, sondern nur auf die kleineren Monatstabellen.

Eine vertikale Partitionierung<sup>171</sup> erfolgt nach Themengebieten bzw. nach Unternehmensbereichen. So kann z.B. eine Partitionierung nach Ein- und Auszahlungen oder nach Plan- und Ist-Werten erfolgen. Eine mögliche Form der vertikalen Partitionierung sind auch Data Warehouses, die aus fachbereichsbezogenen Data Marts bestehen. Nicht gewährleistet ist dabei allerdings eine redundanzfreie Aufteilung.

### 3.3.3 Metadatenbanksystem

Metadatenbanksysteme enthalten Informationen über die Objekte eines Datenbanksystems, wie z.B. über Daten, Datenstrukturen oder Benutzer. In ihnen soll sich der Benutzer eines Data Warehouse schnell und einfach über dessen Inhalt informieren können<sup>172</sup>. Metadatenbanksysteme sind in Form von Datenkatalogen als Bestandteil von operativen Systemen bekannt. Sie haben dort aber eher Dokumentationscharakter, da bei operativen Anwendungen der Datenzugriff durch die Anwendungen festgelegt ist. Bei Data Warehouses werden Metadaten dagegen zwingend benötigt, damit der Benutzer abrufen kann, wo welche Daten vorhanden sind, wie er auf sie zugreifen kann und wie diese definiert sind<sup>173</sup>. Der Einsatz eines Metadatenbanksystems kann bei ei-

---

<sup>166</sup> Inmon 1996, S. 59.

<sup>167</sup> Meredith/Khader 1996, o. S.

<sup>168</sup> Meredith/Khader 1996, o. S.

<sup>169</sup> Diese Technik wird als Horizontal Table Partitioning bezeichnet (Meredith/Khader 1996).

<sup>170</sup> Zu betriebswirtschaftlichen Dimensionen siehe Abschnitt 4.2.1.

<sup>171</sup> Diese Technik wird als Vertical Table Partitioning bezeichnet (Meredith/Khader 1996).

<sup>172</sup> Holthuis et al. 1995, S. 17.

<sup>173</sup> Behme 1996, S. 33.

ner Data-Warehouse-Konzeption sogar noch einen Schritt weitergehen, so daß es den Charakter einer Architekturkomponente gewinnt und als Mittlerschicht zwischen Anwendung und Datenbasis fungiert. Damit würde das Problem von Änderungen im Datenmodell vor den Anwendungssystemen verborgen und die Stabilität sichergestellt<sup>174</sup>. Eine ähnliche Beziehung kann das Metadatenbanksystem auch zwischen operativen Systemen und Datenbasis herstellen, wobei dann für das Data Warehouse Änderungen in den operativen Systemen verdeckt würden<sup>175</sup>.

### 3.3.4 Archivierungssystem

Der Umfang der Datenbasis des Data Warehouse nimmt durch die regelmäßige Übernahme von Daten aus den operativen Systemen sehr schnell zu. Bei einer niedrigen Granularität der Datenbasis können die Speichergrenzen von konventionellen schnellen Medien in kurzer Zeit gesprengt werden. Nicht alle Daten müssen allerdings laufend auf schnellen Speichermedien in der zentralen Datenbasis detailliert verfügbar sein. Vor allem ältere Daten werden aus Performance- und Kostengründen in immer höherer Granularität in der zentralen Datenbasis gespeichert. Die Detaildaten sollten aber nicht gelöscht, sondern vom Archivierungssystem in geeigneter Form aufbewahrt werden. Das System muß daher über Indizierungsverfahren verfügen, die dem Anwender das Auffinden der Objekte mit Hilfe von Recherchekomponenten in einfacher Form ermöglichen<sup>176</sup>.

Den zweiten wichtigen Aspekt eines Archivierungssystems stellt die Datensicherung dar, die nach Software- oder Hardwarefehlern die Einsatzbereitschaft des Data Warehouse in kurzer Zeit wiederherstellen soll. Im Gegensatz zu operativen Systemen ist allerdings in der Regel keine Tagessicherung notwendig, sondern eine Intervallsicherung, die sich nach den Updatezyklus des Data Warehouse richtet.

### 3.3.5 Architekturvarianten

Wie schon beim Thema Partitionierung dargestellt wurde, kann der Zugriff auf eine zentrale Data-Warehouse-Datenbasis, deren Umfang unter Umständen bis in den Terabyte-Bereich reicht, zu langsam werden. In solchen Fällen wird die Realisierung als verteilte Datenbanklösung durch Partitionierung der Datenbasis empfohlen. Einen Spezialfall bilden Data Marts, durch die in sich geschlossene Teilbereiche aus der zentralen Datenbasis herausgelöst werden, um das Antwortzeitverhalten für bestimmte Benutzerkreise zu verbessern. Data Marts werden auch als Abteilungsdatenbanken bezeichnet, da sie meist Daten enthalten, die für bestimmte betriebliche Prozesse oder Teilbereiche, wie z.B. den Vertrieb, relevant sind. Sie sind damit redundant gehaltene Ausschnitte des Data Warehouse mit in der Regel identischem Datenmodell<sup>177</sup>. Die

---

<sup>174</sup> Behme 1996, S. 34 f.

<sup>175</sup> Inmon 1996, S. 186 f.

<sup>176</sup> Christ 1996, S. 331.

<sup>177</sup> Behme 1996, S. 35.

Benutzer eines Data Mart bilden eine homogene Gruppe, die bei der Analyse ähnliche Ziele verfolgen, und die die gleiche Granularität von Daten eines bestimmten Themengebiets benötigen<sup>178</sup>.

Beim Aufbau eines unternehmensweiten Data Warehouse gibt es allgemein zwei Vorgehensweisen:

- zunächst mit „kleinen“ *fachbereichsbezogenen* Data Marts zu beginnen und aus diesen im Endeffekt ein Data Warehouse zu erstellen oder
- als erstes unternehmensweit *alle Anforderungen* zu sammeln, um daraus eine Gesamtkonzeption für ein Data Warehouse zu entwickeln. Sollte dieses für fachbereichsbezogene Auswertungen zu langsam sein, so werden erst im Anschluß Data Marts extrahiert.

Beide Vorgehensweisen haben Vor- und Nachteile. Steht bei einem Projekt zunächst ein unternehmensweites Data Warehouse im Mittelpunkt, so wird die Analysephase sehr viel umfangreicher, da viele Fachbereiche auf einmal einbezogen werden müssen. Es besteht die Gefahr, daß das Projekt sehr in die Länge gezogen wird, und ein großer Zeitraum bis zur Präsentation der ersten Ergebnisse vergeht. Auf der anderen Seite kann auf diese Weise ein konsistentes Datenmodell erstellt werden, das fachbereichsübergreifenden Fragestellungen gerecht wird.

Beginnt man bei einem Data-Warehouse-Projekt mit mehrere Teilprojekten für Data Marts, so kann es vorkommen, daß die unternehmensweiten Fragestellungen aus den Augen verloren werden, und fachbereichsbezogene Insellösungen erstellt werden, die sich nur schwer zu einem Data Warehouse integrieren lassen. Entgegenwirken kann man solchen Tendenzen, indem eine zentrale Instanz, z.B. ein Lenkungsausschuß, immer die Belange des gesamten Unternehmens für ein ganzheitliches Data Warehouse steuert<sup>179</sup>. Der große Vorteil liegt in der schnelleren Implementierung im Sinne eines Rapid Prototyping. Der Fachbereich ist fest im Projekt eingebunden und sieht meist schon zu sehr frühen Zeitpunkten erste Ergebnisse, so daß er die weitere Entwicklung beeinflussen kann. Data Marts schaffen weiterhin eine lokale Autonomie, weil Daten vor Ort verwaltet werden können und keine Abhängigkeit zu einem zentralen Rechner existiert.

Eine dritte Vorgehensweise zum Aufbau eines Data Warehouse, die eigentlich dem Grundgedanken der redundanten Datenhaltung widerspricht, ist das virtuelle Data Warehouse, das keine eigene Datenbasis besitzt. Auf ein virtuelles Data Warehouse erfolgen Datenzugriffe aus den Analyseapplikationen ausschließlich lesend direkt auf den operativen oder externen Datenbestand<sup>180</sup>. Eine Middlewareschicht macht diese Zugriffe transparent, das heißt ein Metadatenbanksystem erzeugt eine virtuelle Sicht auf den operativen bzw. externen Datenbestand. Der Anwender greift einheitlich auf

---

<sup>178</sup> Meredith/Khader 1996, o. S.

<sup>179</sup> Dieses Vorgehen wird oft als „start small, think big“ betitelt.

<sup>180</sup> Schinzer/Bange 1998, S. 43.



die Daten zu, als wenn tatsächlich ein Data Warehouse vorhanden wäre. Die Nachteile eines virtuellen Data Warehouse sind weitgehend identisch mit den Problemen, die die Schaffung des Data-Warehouse-Konzepts notwendig gemacht haben. Dies sind unter anderem die schlechte Performance bei Direktzugriffen oder mögliche Dateninkonsistenzen bei der Verknüpfung von Daten aus unterschiedlichen operativen Systemen, da kein auswertungsgerechtes Datenmodell existiert. Eine umfangreiche Controllinganalyse kann weiterhin ungewollt die operative Datenbank so stark in Anspruch nehmen, daß das gesamte operative System blockiert wird. Der Vorteil könnte in einer Zeit- und Kostenersparnis beim Aufbau von virtuellen Data Warehouses liegen.

### 3.4 Controllinginformationssysteme

#### 3.4.1 Begriff

Die Abgrenzung von Informationssystemen für die Unternehmensführung auf der einen Seite und für das Controlling auf der anderen Seite gestaltet sich schwierig, da Zielsetzung und Aufgabenstellung der Systeme in der Praxis nur gering oder gar nicht voneinander differieren. Es wird sich im Gegenteil sogar meist um dieselben Systeme handeln, wobei nur das Rollenverhalten in der Arbeit am System unterschiedlich ist und die Benutzer daher rollenabhängig unterschiedliche Sichten erhalten. Das Controlling hat aufgrund seiner Informationsversorgungsfunktion die Rolle der Sicherstellung von Informationskongruenz, der Verantwortung des korrekten Inhalts und tritt natürlich selbst auch als Nachfrager auf. Die Unternehmensführung tritt demgegenüber als reiner Nachfrager an das System heran und ruft die für den Entscheidungsprozeß benötigten Daten ab.

Unterstützung Anwender	Daten- bzw. Informationsorientiert	Methoden- und Modellorientiert
Controlling	Controlling Information System	Controlling Support System
Unternehmensführung	Executive Information System	Executive Support System

Tab. 5 Informationssysteme für Controlling und Unternehmensführung<sup>181</sup>

Einige Autoren versuchen dennoch, Informationssysteme für Unternehmensführung und Controlling voneinander abzugrenzen. Eine Einordnung nach HENNEBÖLE gibt z.B. Tab. 5 wieder. Differenziert wird auf der einen Seite nach den Anwendern des Systems, hier Controlling und Unternehmensführung, auf der anderen Seite nach der

<sup>181</sup> Henneböle 1995, S. 21.

Art der Unterstützung durch das System<sup>182</sup>. Ein Controllingssystem beinhaltet dabei sowohl ein Controlling Information System als auch ein entscheidungsunterstützendes Controlling Support System (CSS), wohingegen für die Unternehmensführung nur der Einsatz der informationsorientierten EIS realistisch ist und Executive Support System in der Praxis eher keine Rolle spielen<sup>183</sup>. In dieser Arbeit soll nicht zwischen verschiedenen Unterstützungsarten von Informationssystemen für Controlling und Unternehmensführung unterschieden werden. Unterschieden wird nur das vom Anwendertyp abhängige unterschiedliche Rollenverhalten am gleichen System. Unter Controllinginformationssystemen werden hier alle Informationssysteme zur Unterstützung von Controllern und Entscheidungsträgern verstanden. Sie stellen Informationen, Modelle und Methoden für Entscheidungsprozesse bereit.

Controllinginformationssysteme leiten sich historisch aus der Idee der Management Information Systems (MIS) aus den sechziger Jahren ab, die allerdings durch anfängliche Mißerfolge bedingt ein negatives Image besaßen. ACKOFF nennt in seiner Kritik an MIS fünf zentrale Fehler, die bei der Konzeption und Implementierung begangen wurden<sup>184</sup>:

- Statt entscheidungsrelevante Informationen herauszufiltern wurde das Management durch ein Überangebot mit Daten förmlich „überflutet“. ACKOFF spricht hier auch vom „information overload“.
- Bei der Konzeption wurde vielfach der subjektive Informationsbedarf des Entscheidungsträgers in den Vordergrund gestellt und selten nachgeforscht, welche Informationen wirklich relevant sind.
- Auch wenn dem Manager alle entscheidungsrelevanten Informationen zur Verfügung stehen folgt daraus nicht unbedingt eine Verbesserung seiner Entscheidungen. Zusätzlich werden geeignete Methoden und Modelle zur Entscheidungsunterstützung benötigt.
- Durch MIS sollte dem Manager der Einblick in andere Unternehmensbereiche ermöglicht werden, um so die Abstimmung zwischen den Bereichen zu verbessern. Eine bloße Einsicht in fremde Bereiche ersetzt allerdings keine zentrale Planung und Koordination, sondern führt unter Umständen sogar zu einer Verschlechterung der Abstimmung.
- Man ging davon aus, daß der Anwender die inneren Funktionen nicht zu kennen brauchte, sondern nur die Bedienung beherrschen mußte. Dies führte allerdings dazu, daß der Entscheidungsträger nicht überprüfen konnte, ob das System überhaupt richtig funktioniert und Fehler erst (zu) spät erkannt wurden.

---

<sup>182</sup> Aus einer empirischen Untersuchung von Henneböle geht hervor, daß im Sprachgebrauch der Unternehmenspraxis CIS und EIS häufig gleichgesetzt (37,5 %) bzw. CIS als EIS inklusive operativer Systeme angesehen werden (37,5 % der befragten Unternehmen). Die Untersuchung basiert auf einer schriftlichen Befragung von 100 deutschen Unternehmen, die ein EIS besaßen oder planten. Die Rücklaufquote betrug 20 % (Henneböle 1995, S. 35).

<sup>183</sup> Henneböle 1995, S. 22.

<sup>184</sup> Ackoff 1967, S. B-147ff.

Trotz der Startschwierigkeiten wurden immer wieder neue Ansätze entwickelt, um Führungskräfte bei ihrer Entscheidungsfindung zu unterstützen. Es entstand dabei eine große Begriffsvielfalt von unterschiedlichen Konzepten, die im Kern allerdings immer die gleiche Zielrichtung verfolgten. Eine Systematisierung der Begriffsvielfalt von MIS nach OPPELT zeigt Tab. 6.

MIS im weitesten Sinne – Computerbasierte Informationssysteme					
MIS im weiteren Sinne – Betriebliche Informationssysteme					
Administra- tions- und Dispositions- systeme	MIS im engeren Sinne – MSS bzw. MUS				Bürokommuni- kations- systeme
	Berichts- und Ab- fragesysteme	Planungs- und Entscheidungssysteme			
		MIS im engsten Sinne	EUS/DSS	XPS/XSS	

Tab. 6 Systematisierung von MIS-Begriffen<sup>185</sup>

Controllinginformationssysteme werden hier wie MIS im engeren Sinne (siehe auch Abb. 9) nach Führungsinformations-, Entscheidungsunterstützungs- und Berichts- und Abfragesystemen differenziert. Zur Systematisierung der neueren Ansätze wie OLAP oder Data Mining wurden in Theorie und Praxis weitere Begriffe geprägt, um Unterschiede zu den traditionellen Systemen herauszustellen. CHAMONI/GLUCHOWSKI benutzen den Begriff *Analytische Informationssysteme*, um den Anwendungszweck in den Vordergrund zu rücken<sup>186</sup>. Das Synonym *Business Intelligence* wurde vor allem durch die Anbieter von Softwarelösungen bzw. durch Beratungsunternehmen geprägt<sup>187</sup>. Mit diesem Begriff wird auf die „Intelligenz“ dieser Anwendungen abgestellt, die Informationen halb- oder vollautomatisiert für Entscheidungsträger bereitstellen sollen. Anwendungsbausteine aus dem Bereich Business Intelligence werden auch folgendermaßen systematisiert:

- *Berichtswesen (Reporting)*
- *Ad-hoc-Abfragen*
- *Mehrdimensionale Analysen (OLAP)*
- *Datenmustererkennung (Data Mining)*
- *Database Marketing*

Diese Begriffe bezeichnen ähnlich wie das Schlagwort „Data Warehouse“ nicht völlig neue Technologien, sondern moderne und teilweise modifizierte Anwendungen von jahrelang bekanntem Wissen, wie z.B. im Data Mining, wo die Clusteranalyse ein traditionelles Verfahren der Statistik ist. Auch die Navigationsmechanismen im OLAP-Konzept werden schon seit Jahren in Führungsinformationssystemen benutzt. Trotz-

<sup>185</sup> Oppelt 1995, S. 9.

<sup>186</sup> Chamoni/Gluchowski 1998, S. 11.

<sup>187</sup> Z.B. durch das debis Systemhaus, siehe Behme 1996, S.31. Ebenso IBM 1997, S. 1.

dem umfaßt das Konzept neue Aspekte, wie z.B. die multidimensionale Datenmodellierung, die in traditionellen Systemen nicht konsequent realisiert worden ist, sondern erst durch den Einsatz moderner Technik und großen Datenmengen relevant wurde.

### 3.4.2 Anforderungen

Die Anforderungen an Controllinginformationssysteme lassen sich nach mehreren Kriterien gliedern:

- betriebswirtschaftliche und informationstechnische Anforderungen,
- konzeptionelle, funktionale und modellbezogene Anforderungen,
- struktur- und auswertungsbezogene Flexibilität.

Diese Kriterien stehen nicht isoliert nebeneinander, sondern werden in der Regel miteinander kombiniert, so daß z.B. betriebswirtschaftlich modellbezogene Anforderungen hinsichtlich der strukturbezogenen Flexibilität bestehen. Die grundsätzliche betriebswirtschaftlich-konzeptionelle Anforderung an ein Informationssystem ist die Deckung des Informationsbedarfs. Diese Anforderung leitet sich aus der Informationsversorgungsfunktion des Controlling ab. Das Informationssystem hat hierfür Daten und Methoden adäquat zu kombinieren<sup>188</sup>. Bei der Konzeption eines Controllinginformationssystems muß natürlich dessen Wirtschaftlichkeit berücksichtigt werden<sup>189</sup>. Die betriebswirtschaftlichen Anforderungen an die Funktionalität eines CIS hängen vom jeweiligen Anwendungsgebiet ab. Einige ausgewählte Funktionen, die aus Praxisanforderungen resultieren, sind in Tab. 7 dargestellt.

<b>Analyse</b>	<b>Planung, Prognose</b>	<b>Berichtswesen</b>
<input type="checkbox"/> klassische Ergebnisanalyse <input type="checkbox"/> Vergleich von Tochtergesellschaften, Produkten <input type="checkbox"/> Zeitvergleiche monatlich und jährlich <input type="checkbox"/> Korrelation verschiedener Kenngrößen <input type="checkbox"/> hierarchische Strukturanalyse <input type="checkbox"/> Abweichungsanalyse für unterschiedliche Fragestellungen <input type="checkbox"/> interne Konsolidierung	<input type="checkbox"/> Planung mit Saisonfaktoren <input type="checkbox"/> Planung mit Wachstumsannahmen <input type="checkbox"/> Individuelle Planungsmodelle <input type="checkbox"/> automatische Ableitung von Monatswerten <input type="checkbox"/> schnelle Prognosemöglichkeiten <input type="checkbox"/> Integration verschiedener Hochrechnungsmodelle <input type="checkbox"/> Planung mit verschiedenen Szenarien	<input type="checkbox"/> Top-Management-Reports <input type="checkbox"/> verbale Erläuterungen für kritische Analysen <input type="checkbox"/> Standardberichte mit Berichtsgenerator <input type="checkbox"/> Ad-hoc-Berichte auf Knopfdruck <input type="checkbox"/> vielfältige Grafikdarstellungen

Tab. 7 Funktionale Anforderungen an FIS und MIS<sup>190</sup>

<sup>188</sup> Almstedt 1994, S. 29.

<sup>189</sup> Joswig 1992, S. 34.

<sup>190</sup> In Anlehnung an Hichert/Moritz 1995, S. 350.

Modellbezogene Anforderung lassen sich nach struktur- und auswertungsbezogener Flexibilität differenzieren<sup>191</sup>. Strukturbezogene Flexibilität bedeutet, daß sich das Informationssystem im Zeitablauf erfolgenden Änderungen anpassen muß. Hierzu zählt die Änderung von Organisationsstrukturen, wie z.B. die Einrichtung von Profit-Centern oder informationstechnisch gesehen, die Einbindung von neuen Technologien. Die auswertungsbezogene Flexibilität bezieht sich auf die individuellen Bedürfnisse des Anwenders. So muß das Informationssystem z.B. bezüglich sich ändernder Analysichten und Darstellungsformen flexibel sein. Im Mittelpunkt von betriebswirtschaftlich-auswertungsbezogenen Anforderungen steht die intuitive Bedienbarkeit des Systems. Weiterhin sind die individuelle Gestaltung von Berichten, ausgereifte Präsentationsmöglichkeiten oder die Navigation im Datenbestand von Bedeutung<sup>192</sup>.

Eine wichtige informationstechnisch-modellbezogene Anforderung ist die Schaffung eines adäquaten Datenmodells für den umzusetzenden Bereich. Weitere informationstechnische Anforderungen sind eine grafische Benutzeroberfläche, eine Client-/Serverarchitektur oder ein zuverlässiges Sicherheits- und Zugriffskonzept<sup>193</sup>. Ein CIS sollte einen hohen Automatisierungsgrad besitzen und sich in die bestehende Systemland integrieren lassen. Die informationstechnische Flexibilität von Software kann z.B. durch parametrisierbare Anwendungen erreicht werden<sup>194</sup>. Speziell bei der Anpassung von Standardsoftware an die Geschäftsprozesse eines Unternehmens wird auch von Customizing gesprochen.

### 3.4.3 Aufbau und Einordnung

Die ersten Controllinginformationssysteme entstanden in den sechziger Jahren in Form von *Managementinformationssystemen*. Aus heutiger Sicht handelte es sich um einfache Berichtssysteme, die Standardberichte in fest definierten Intervallen mit Daten direkt aus den transaktionsorientierten operativen Systemen generierten. Die Berichte wurden dem damaligen Stand der Technik entsprechend in Batch-Verarbeitungsläufen erzeugt und in „voluminöser“ Papierform dem Management angeliefert<sup>195</sup>. Managementinformationssysteme sollten unter anderem alle entscheidungsrelevanten Daten verdichten, Aktualität und Genauigkeit garantieren sowie Zugriffsmöglichkeiten für alle Führungsebenen bieten<sup>196</sup>. Diese Anforderungen gelten auch für die heutigen Ausprägungen von Managementinformationssystemen, die man als Berichts- und Abfragesysteme z.B. in ERP-Lösungen als Auswertungskomponenten findet, und die bestimmte Statistiken oder Übersichten meist bezogen auf einen funktionalen Anwendungsbereich generieren. Berichts- und Abfragesysteme sind statisch und haben nur

---

<sup>191</sup> Oehler 1998b, S. 86.

<sup>192</sup> Reichmann 1997, S. 539.

<sup>193</sup> Reichmann 1997, S. 543.

<sup>194</sup> Link/Schmitz 1998, S. 293.

<sup>195</sup> Oppelt 1995, S. 106.

<sup>196</sup> Siehe z.B. die Zusammenstellungen von Anforderungen bei Gluchowski et al. 1997, S. 150; Holten/Knacksteck 1997, S. 5 oder Vetschera 1995, S. 18.

unzureichende Eingriffsmöglichkeit für Endbenutzer. Typisch ist z.B., daß Abfragen in SQL generiert werden müssen. Die Systeme ermöglichen eine Datenzusammenstellung, die als Grundlage für Analysen in anderen Systemen dienen kann, da Analysemethoden vom System nicht angeboten werden. Heute dienen die Extrakte aus Berichts- und Abfragesystemen für funktionsbereichsbezogene Standardberichte in Papierform oder in elektronischer Form als Input für bereichsübergreifende Data-Warehouse-Systeme.

*Entscheidungsunterstützungssysteme* (EUS) bzw. englisch Decision Support Systems (DSS) entstanden mit dem „Abebben“ der MIS-Welle in den siebziger Jahren. Sie sollen Entscheidungsträger bei schlecht- oder unstrukturierten Problemstellungen der Unternehmenspraxis unterstützen<sup>197</sup>. Dadurch grenzen sich EUS klar von operativen Dispositionssystemen ab, die für strukturierte und automatisierbare Entscheidungssituationen konzipiert sind. EUS sollen den Entscheider – im Gegensatz zu den statischen MIS – interaktiv in einem iterativen und adaptiven Prozeß unterstützen<sup>198</sup>. Die inhaltliche Gestaltung der Systeme ist ein Anwendungsgebiet für die Forschung auf dem Gebiet der Künstlichen Intelligenz<sup>199</sup>. Eine Teilgruppe der EUS bilden Expertensysteme<sup>200</sup>, die aus großen Datenmengen für Entscheidungsträger relevantes Datenmaterial herausfiltern und daraus (verbale) Berichte ableiten können<sup>201</sup>.

Wesentliche Kernfunktionen von EUS sind die Prognose, wie in Form von „what if“ und „how to achieve“ sowie die Datenanalyse mit Hilfe von Methoden wie z.B. der Trendrechnung oder Finanzmathematik. Neben einer Datenbank besitzen EUS eine Methoden- und eine Modellbank, die die für die Auswertung benötigten Verfahren bereitstellen. Z.B. könnten mit einem EUS Produktionsdaten nach der Simplex-Methode unter Berücksichtigung eines linearen Modells analysiert werden. Ein Methodenbanksystem soll es erlauben, Methoden zu verwalten sowie die Verbindung von Daten und Methoden zu organisieren<sup>202</sup>. EUS erfordern zur Benutzung ein gewisses Maß an DV-Kenntnissen als auch das entsprechende Fachwissen, um die bereitgestellten Methoden sinnvoll einzusetzen<sup>203</sup>.

*Führungsinformationssysteme* (FIS)<sup>204</sup> dienen der Deckung des Informationsbedarfs von oberster Unternehmensführung und Controlling<sup>205</sup>. Sie stellen alle zur Führung

---

<sup>197</sup> Keen/Scott Morton 1978, S. 1 f.

<sup>198</sup> Siehe z.B. die Zusammenstellungen der Anforderungen bei Gluchowski et al. 1997, S. 172; Oppelt 1995, S. 135 oder Vetschera 1995, S. 105 ff.

<sup>199</sup> Mertens et al. 1995, S. 49.

<sup>200</sup> Zu den EUS werden weiterhin Wissensbasierte Systeme (WBS), Expertensysteme bzw. Expert Systems (XPS) oder Expert Support Systems (XSS) gezählt (Stahlknecht 1993, S. 334).

<sup>201</sup> Uhr et al. 1996, S. 411.

<sup>202</sup> Krcmar 1990, S. 410 f.

<sup>203</sup> Behme/Schimmelpfeng 1993, S. 13.

<sup>204</sup> Synonyme für FIS sind Executive Information System (EIS), Executive Support System (ESS) oder Chefinformationssystem.

<sup>205</sup> Henneböle 1995, S. 22.

des Unternehmens notwendigen Informationen in hochverdichteter Form zur Verfügung. FIS grenzen sich von EUS durch den Grad der Aufgabenstrukturierung ab<sup>206</sup>, da sie auf die jeweiligen Entscheidungsträger und ihren Informationsbedarf ausgerichtet sind und die einfache Bedienbarkeit im Vordergrund steht. Zur Zeit wird noch davon ausgegangen, daß Führungskräfte eher zu den Computer-Laien zählen<sup>207</sup> und bei der Benutzung entsprechender Unterstützung in Form von intuitiver Bedienung aber auch menschlicher Hilfestellung bedürfen. FIS weisen eine inhaltliche Nähe zu Berichts- und Abfragesystemen auf, da sie Informationen in einer leicht verfügbaren Weise darstellen, darüber hinaus ergänzen sie diese allerdings um umfangreiche Analysemöglichkeiten<sup>208</sup>.

Die Grenzen zwischen FIS und EUS werden in der aktuellen Entwicklung immer unschärfer<sup>209</sup>, so daß FIS nicht nur die reine Informationsversorgungsfunktion haben, sondern auch Methoden und Modelle für Entscheidungsunterstützung integriert werden. Inwieweit methodisch gestützte Analysen durch die oberste Unternehmensführung allerdings in der Praxis wirklich durchgeführt werden, ist umstritten<sup>210</sup>.

### 3.4.4 Probleme im Praxiseinsatz

Der praktische Einsatz von Managementinformationssystemen war in der Vergangenheit oftmals problembehaftet. ACKOFFS fünf Kritikpunkte an MIS wurden schon einleitend angeführt und bezogen sich auf die Situation der sechziger Jahre, haben aber teilweise bis heute Gültigkeit. Entscheidungsunterstützungssysteme, die in den achtziger Jahren eingeführt wurden, blieb zwar der Mißerfolg der MIS erspart, dafür waren sie aber nur auf Teilprobleme spezialisiert und blieben der Nutzung von Anwendern in den Fachabteilungen vorbehalten<sup>211</sup>. Erst mit der Einführung von Führungsinformationssystemen Ende der achtziger Jahre, die vor allem eine Verbesserung der Benutzeroberfläche mit sich brachten, wurde ein erster Durchbruch in der Verbreitung von Controllinginformationssystemen erzielt. Dennoch bestehen weiterhin eine Reihe von Kritikpunkten.

Die vertikal integrierte Informationssystempyramide ist eher als Idealziel denn als Realität zu verstehen<sup>212</sup>, und auch die horizontale Integration z.B. durch den Einsatz von Standardsoftware oder Middleware ist noch nicht überall konsequent realisiert worden. In der Praxis werden Daten für CIS häufig noch per Hand eingetippt oder per Diskette eingelesen, wie in Abb. 11 gezeigt wird. Dies trifft insbesondere auf Informationssysteme im Bereich des Konzerncontrolling für die externe und interne Konsolidierung zu.

---

<sup>206</sup> Krcmar 1990, S. 406.

<sup>207</sup> Behme/Schimmelpfeng 1993, S. 4.

<sup>208</sup> Krcmar 1990, S. 408.

<sup>209</sup> Mertens 1996, S. 254.

<sup>210</sup> Henneböle 1995, S. 22.

<sup>211</sup> Gluchowski et al. 1997, S. 198 f.

<sup>212</sup> Becker et al. 1994, S. 423.

Eine Vereinheitlichung von Datenmodellen und Methoden hat sich bisher in den betrieblichen Informationssystemen nicht durchgesetzt. In einer empirischen Untersuchung<sup>213</sup> von 1995 wurde festgestellt, daß nur in ca. 33% der auf die Frage antwortenden Unternehmen ein unternehmensweites Datenmodell als logische Basis für DV-Anwendungssysteme existiert, wohingegen bereichsbezogen sehr viel mehr Teilm Modelle vorhanden sind. Der Spitzenwert liegt im Bereich Rechnungswesen, wo fast alle antwortenden Unternehmenangaben, über ein Datenmodell zu verfügen<sup>214</sup>. Diese Bereichsbezogenheit führt in der Praxis dazu, daß Systeme, die in verschiedenen Unternehmensbereichen eingesetzt werden, in der Regel nur über anpaßbare Schnittstellen miteinander kommunizieren können, was allerdings Probleme z.B. in bezug auf die Datenkonsistenz mit sich bringt. Ein starker Trend in allen Bereichen der betrieblichen Informationssysteme führt in Richtung Standardsoftware<sup>215</sup>. Doch auch diese Softwareanwendungen helfen nur soweit, wie der Standard die Problemstellungen auch weitgehend abdeckt, so daß keine Software von weiteren Anbietern benötigt wird.

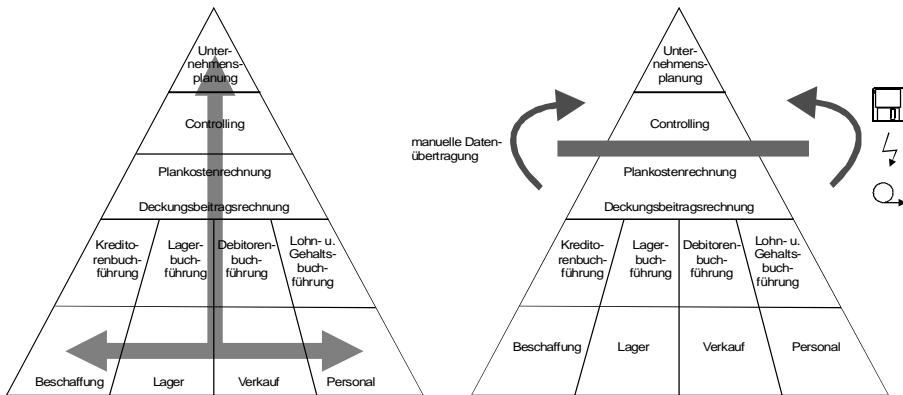


Abb. 11 Fehlende Integration in der Praxis<sup>216</sup>

<sup>213</sup> Die empirische Untersuchung wurde von Dölle und Ohlendorf am Institut für Betriebswirtschaftslehre der Universität Hildesheim durchgeführt. 500 der größten deutschen Industrie-, Handels- und Dienstleistungsunternehmen sowie Banken und Versicherungen wurden zum Thema *Betriebliche Informationssysteme* befragt. Die Rücklaufquote der auswertbaren Fragebogen betrug 26,8% (Dölle/Ohlendorf 1995, S. 9).

<sup>214</sup> Dölle/Ohlendorf 1995, S. 17.

<sup>215</sup> In der oben genannten empirischen Untersuchung wurde festgestellt, daß besonders in den Bereichen Personal, Rechnungswesen und Bürokommunikation der geplante Einsatz von Standardsoftware bei über 80% liegt. Auch in den übrigen Bereichen ist ein Trend in Richtung Standard zu erkennen (Dölle/Ohlendorf 1995, S. 32 f).

<sup>216</sup> Becker et al. 1994, S. 423.



Weitere Kritikpunkte an traditionellen Controllinginformationssystemen hat SEUFERT zusammengefaßt. Sie resultieren zum Teil aus der schon genannten fehlenden Integration<sup>217</sup>:

- Die vorhandenen Daten sind nicht aktuell genug, da sie nur in fest vorgegebenen zu großen Intervallen übertragen werden.
- Der Zeitbezug der Daten ist für den Anwender nicht nachvollziehbar, da nachträgliche Änderungen des operativen Datenbestands im Controllinginformationssystem nicht nachvollzogen werden. Ebenso kann der inhaltliche Bezug verloren gehen, wenn die Herkunft der verdichteten Daten nicht nachvollziehbar ist<sup>218</sup>.
- Die uneinheitliche Verwendung von Fachbegriffen oder von Methoden und Modellen führt zu falschen Analyseergebnissen und Inkonsistenzen<sup>219</sup>.

Andererseits wird die fehlende Flexibilität von CIS bemängelt<sup>220</sup>, die aus der Starrheit der vorgefertigten betriebswirtschaftlichen Modelle bzw. des zu geringen Funktionsumfangs resultiert. Den klassischen Managementinformationssystemen liegen oft proprietäre<sup>221</sup> Datenbanken zugrunde, die Erweiterungen über das zugrundeliegende Datenmodell hinaus erschweren.

### 3.5 On-Line Analytical Processing

#### 3.5.1 Begriff

Mit On-Line Analytical Processing (OLAP) wird ein Konzept zur analytischen multidimensionalen Datenauswertung für Unternehmensführung und der sie unterstützenden Organe definiert. Der Teilbegriff On-Line impliziert kurze Antwortzeiten, die an die der operativen Systeme heranreichen sollen. Multidimensionalität ist als zentraler Bestandteil der OLAP-Konzeption zu verstehen. Dadurch sollen entscheidungsrelevante Daten für Analysen in besonders intuitiver und realitätsnaher Form zur Verfügung gestellt werden. Die OLAP-Definition kombiniert Eigenschaften der aktuellen Informationstechnologie mit den klassischen betriebswirtschaftlichen Anforderungen an Controllinginformationssysteme und verhilft dadurch einer neuen Generation von multidimensionalen Informationssystemen zum breiten Einsatz in der Unternehmenspraxis. Daher attestiert fast jeder Anbieter betriebswirtschaftlicher Anwendungssoftware heute seinem Produkt, OLAP-fähig zu sein. Man sollte hier genau zwischen der Verwendung von OLAP als „Marketingbegriff“ und einem tatsächlich realisierten

---

<sup>217</sup> Seufert 1997, S. 28 ff.

<sup>218</sup> Becker et al. 1994, S. 422 f.

<sup>219</sup> Mucksch/Behme 1997, S. 38.

<sup>220</sup> Seufert 1997, S. 31.

<sup>221</sup> Proprietär werden (EDV-) Systeme und Produkte genannt, die nicht standardisiert sind. Entweder existieren für die Systemumwelt keine Standards oder sie werden bewußt bzw. unbewußt nicht benutzt. Standards werden z.B. bewußt ignoriert, um das eigene Produkt zu schützen und den Kunden an sich zu binden, indem er z.B. alle mit dem System verbundenen Zubehörprodukte oder Dienstleistungen beim Hersteller beziehen muß (Franck/Jungwirth 1998, S. 498 f). Proprietär kann daher auch als herstellerspezifisch bezeichnet werden.

OLAP-Konzept unterscheiden, da nicht alle Produkte den im Folgenden vorgestellten Regeln genügen.

Als klassische Beispiele für multidimensionale Analysen werden meist Anwendungen aus dem Marketing- bzw. Vertriebscontrolling angeführt. Eine typische Fragestellung kann „Wie hoch war der Bruttoumsatz vom Artikel Standardo im ersten Quartal 1997 in der Region Süd?“ lauten. Diese Fragestellung beinhaltet die drei Dimensionen *Artikel*, *Zeit* und *Vertriebsweg* sowie die Kennzahl *Bruttoumsatz*. WITT spricht in diesem Zusammenhang auch vom Rechenschieberprinzip, nach dem für jede Dimension ein Schubstreifen existiert, der je nach Art der Fragestellung flexibel eingestellt werden kann<sup>222</sup>. Eine noch bessere Veranschaulichung von Multidimensionalität bietet die Vorstellung in Form eines Würfels. Die zu analysierenden Kennzahlen im Würfel werden nach ihren Dimensionen aufgespannt. Da streng geometrisch gesehen ein Würfel immer über genau drei Dimensionen verfügt, spricht man auch von einem Hyperwürfel, der beliebig viele Dimensionen besitzen kann. In Abb. 12 wird die Fragestellung grafisch dargestellt, wobei sich das Ergebnis von 1.326.000 DM sehr einfach durch Aggregation der Monate 1,2,3/1997 im Vektor, der durch Standardo und Bruttoerlös festgelegt ist, erzeugen läßt. Artikel, Zeit und Kenngrößen sind die Entscheidungsobjekte des Modells, Brutto- und Nettoerlös sind die eigentlichen Kennzahlen, die die nach Entscheidungsobjekten klassifizierten Werte enthalten. Deckungsbeitrag I könnte hier in einer trivialen Formel als Differenz von Brutto- und Nettoerlös realisiert sein.

	01/97	02/97	03/97	Quartal
<b>Eleganza</b>	807	458	934	2.199
<b>Standardo</b>	822	376	128	1.326
<b>Moderno</b>	305	432	781	1.518
<b>Natura</b>	243	701	113	1.057

Abb. 12 Multidimensionale Sichtweise von Artikelumsätzen

<sup>222</sup> Witt 1992, S. 12.

Das Data-Warehouse-Konzept ist im wesentlichen durch die redundante Speicherung von entscheidungsorientierten Daten aus operativen Systemen gekennzeichnet. Im Vordergrund steht die Gestaltung der Datenbasis mit Vereinheitlichung und Verfügbarmachung der Daten. Weniger konkret ist aber die Definition der benötigten Auswertungsmethoden. Demgegenüber geht On-Line Analytical Processing einen Schritt weiter in Richtung Anwendung und stellt Anforderungen für die Datenanalyse in den Mittelpunkt. Verbunden sind hiermit Modellierungsaspekte einer multidimensionalen Datenbasis, die Konzeption von auswertungsorientierten Berechnungsprozessen sowie die Gestaltung einer intuitiven Analyseoberfläche.

Der Begriff OLAP wurde 1993 von CODD ET AL. geprägt, die einen Katalog von 12 Grundregeln für Analysewerkzeuge entwarfen<sup>223</sup>. CODD ET AL. definieren die Regeln in Analogie zu CODDs Anforderungen an das relationale Datenmodell und relationale Datenbanksysteme (RDBS)<sup>224</sup>. Beschrieben die Anforderungen an das relationale Datenmodell und die Regeln für RDBS primär Anforderungen an die Datenhaltung und den Datenzugriff, so enthalten die OLAP-Evaluationsregeln vor allem die Anforderungen für die Gestaltung von Anwendungen zur Datenanalyse. Die OLAP-Regeln wurden zur Lösung der unbefriedigenden Situation in vielen Unternehmen aufgestellt, die im wesentlichen auf zwei Aspekte zurückzuführen ist:

- Auf der einen Seite existierten in vielen Unternehmen bewährte Großrechnerlösungen, die in der Lage waren, mehreren hundert oder tausend Benutzern gleichzeitig Zugriff zu gewähren. Die Rechner folgten transaktionsorientierten Mechanismen und sind auch heute noch besonders in Banken oder Versicherungen zur Massendatenverarbeitung zu finden. Auswertungen für Führungskräfte wurden meist in standardisierter Form in fest definierten Intervallen angefertigt. Ad-hoc-Abfragen durch den Endbenutzer waren vom Konzept her nur schwer oder erst nach einer gewissen Zeit möglich. Die so charakterisierte operative Datenverarbeitung wird auch durch den Begriff On-Line Transaction Processing (OLTP) beschrieben, gegen den CODD ET AL. das OLAP-Konzept klar abgrenzen.
- Auf der anderen Seite wurde das Bedürfnis nach individuellen Auswertungen durch die Endbenutzer immer größer. Dies geschah oft mit Hilfe PC-gestützter Programme, wie z.B. mit Tabellenkalkulationsprogrammen<sup>225</sup>, in die die Daten neu eingegeben oder durch Schnittstellen übergeleitet wurden. Die Programme waren und sind für individuelle Auswertungen gut geeignet und werden von den Analysten akzeptiert; das gesamte Vorgehen erfolgte allerdings oft schlecht geplant und unkoordiniert im Vergleich zu der Zuverlässigkeit der Großrechnerlösungen<sup>226</sup>.

---

<sup>223</sup> Codd et al. 1993, o. S.

<sup>224</sup> Siehe Abschnitt 4.3.3.

<sup>225</sup> Haun 1985, S. 73.

<sup>226</sup> Pendse/Creeth o. J., o. S.

Data Warehouse und OLAP-Server gehen im praktischen Einsatz oftmals eine symbiotische Beziehung ein. OLAP-Server werden dann eingesetzt, wenn sich ein unternehmensweites Data Warehouse als zu unflexibel und schwerfällig für spezielle Klassen von Analysen erweisen sollte<sup>227</sup>. Die für häufige Auswertungen benötigten Daten werden aus dem Data Warehouse herausgefiltert und in den OLAP-Server übernommen. Die Granularität der Daten in OLAP-Servern ist höher als im Data Warehouse, da meist schon vorverdichtete Werte gespeichert werden.

### 3.5.2 Anforderungen

Die Anforderungen an OLAP-Systeme gliedern sich in mehrere Aspekte. Die gewünschten Eigenschaften werden von verschiedenen Autoren durch Regeln definiert. Aus den Regeln läßt sich unter Beachtung der heutigen Hard- und Softwaretechnologie ein Stufenkonzept ableiten, das die Architektur einer OLAP-Implementierung darstellt. Einen weiteren Gesichtspunkt bilden die am Markt befindlichen Softwareimplementierungen, die von den Autoren im Hinblick auf ihre Regeln evaluiert werden und in ihrem praktischen Einsatz das Resultat des OLAP-Konzepts sind. Die Regeln von CODD ET AL. werden im Folgenden skizziert<sup>228</sup>.

#### Grundlegende Anforderungen

- *Multidimensionalität*: Durch eine multidimensionale Sichtweise, wie sie dem realen Unternehmensumfeld zugrunde liegt, soll die intuitive Analyse der Daten durch den Benutzer ermöglicht werden. Hierfür ist die Anwendung von mehrdimensionalen Datenmodellen notwendig, die über konventionelle Datenmodelle hinausgehen. Bei der Mehrdimensionalität handelt es sich um eine Anforderung, die schon in dem auf Schmalenbach zurückgehenden und von Riebel aufgegriffenen Konzept der Grundrechnung für die Einzelkosten- und Deckungsbeitragsrechnung für universelle Auswertungen gestellt wurde<sup>229</sup>. Daten aus einer solcherart gestalteten Datenbasis sollen vom Benutzer beliebig aggregiert bzw. verdichtet werden können. Die Verdichtungswege<sup>230</sup> können dann aufgeteilt, zerlegt, gedreht oder rotiert werden.
- *Intuitive Datenanalyse*: Die Benutzerschnittstelle sollte einen intuitiven Zugriff auf die Daten und die Funktionalitäten des OLAP-Systems ermöglichen. Zum Beispiel sollten lange Menüabfolgen zum Aufruf von Befehlen vermieden wer-

<sup>227</sup> Gluchowski 1997, S. 48.

<sup>228</sup> Die Reihenfolge der Regeln weicht für eine übersichtlichere Strukturierung von den Quellen ab. Die 12 Regeln findet man z.B. in Codd et al. 1993, S. 18 ff oder Codd 1994, S. 14 ff. 1995 wurden sechs weitere Regeln für spezielle Aspekte der Datenhaltung hinzugefügt, die hier allerdings nicht vorgestellt werden.

<sup>229</sup> Siehe Abschnitt 4.1.

<sup>230</sup> Codd et al. sprechen im Original von Consolidation Paths und Consolidation. Um Verwechslungen mit dem Begriff der Konzernkonsolidierung zu vermeiden (siehe auch Abschnitt 7.4.1) wird Consolidation hier sinngemäß mit Verdichtung übersetzt.

den, sondern ein direkter Zugriff möglich sein, um z.B. Verdichtungswege neu auszurichten oder zu manipulieren.

- *Zugriffsmöglichkeiten:* Das OLAP-System muß dem Benutzer alle für seine Analysen relevanten Unternehmensdaten in einheitlicher und konsistenter Form zur Verfügung stellen. Unterschiedliche Formate der operativen Systeme sollten durch die Anwendung berücksichtigt werden und durch automatische Konvertierung verborgen bleiben. Das System sollte nur Daten selektieren, die für die Analyse notwendig sind, und keine unnötigen Daten einbeziehen.
- *Transparenz:* Die Implementierung der OLAP-Anwendungen sollte vor dem Anwender verborgen bleiben, also transparent sein. Hat der Anwender seine Analysen vor einer OLAP-Einführung, z.B. mit MS Excel, in einer zweckmäßigen Weise erstellt, so sollte dies nach der Einführung gleichermaßen weiterhin möglich sein, nur die Qualität der Datenbasis verändert (verbessert) sich. Auch der Übergang von einer Einzelplatz-Lösung zur Client-Server-Architektur sollte sich auf das Verhalten der Arbeitsplatzrechner (Front-Ends) nicht auswirken.

### **Berichtsgenerierung**

- *Konsistentes Antwortzeitverhalten:* Die Leistungsfähigkeit von Soft- und Hardware muß für die verschiedensten Analysen ausreichend groß sein. Auch bei der mehrdimensionalen Berichtsgenerierung sollte gegenüber einer konventionellen ein- oder zweidimensionalen Betrachtung möglichst keine Leistungseinbuße spürbar sein. Sinkt durch zu lange Antwortzeiten die Akzeptanz des Anwenders für das System, so könnte es vorkommen, daß er bestimmte Auswertungen nicht durchführt oder anders ausweicht.
- *Flexible Berichtsgenerierung:* Die Mehrdimensionalität muß sich auch in den Berichten wiederfinden. Beliebige Teile des Modells müssen sich miteinander vergleichen und gruppieren lassen. Daten sollten in den Zeilen und Spalten der Berichte n-dimensional wiedergegeben werden.

### **Dimensionsverwaltung**

- *Einheitliche Struktur und Funktionalität der Datendimensionen:* Die verschiedenen Dimensionen des Datenmodells sollten in einheitlicher Form in bezug auf Struktur und Funktionalität aufgebaut sein. Auf eine Erweiterung der Funktionalität nur bestimmter Dimensionen sollte zugunsten eines generellen Standards verzichtet werden.
- *Unbeschränkte Durchführung dimensionsübergreifender Operationen:* Ein Problem bei der Nutzung mehrdimensionaler Datenmodelle stellen Operationen zwischen Daten von unterschiedlichen Dimensionsebenen dar (z.B. die Verknüpfung aggregierter Daten aus Vierteljahresberichten mit Daten aus monatlichen Auswertungen). Für solche Operationen müssen sich Ableitungsregeln in einfacher Form ablegen lassen. Voraussetzung hierfür ist eine vollständige, integrierte Datenma-

nipulationsprache<sup>231</sup>. Regeln für Berechnungen innerhalb einer Dimension sollte das OLAP-System selbständig ableiten können.

- *Unbegrenzte Anzahl von Verdichtungsebenen und Dimensionen*: CODD ET AL. weisen auf Untersuchungen hin, daß OLAP-Systeme in den Datenmodellen mindestens 15 bis 20 Dimensionen zulassen müssen. Die Forderung nach einer unbegrenzten Anzahl von Dimensionen scheitert heute noch an den Soft- und Hardwaregegebenheiten. Anders dagegen bei den Verdichtungsebenen, deren Anzahl tatsächlich unbegrenzt sein sollte.

### Physikalische Aspekte

- *Client-Server-Architektur*: Die für Analysen benötigten Unternehmensdaten liegen in der Regel auf verschiedenen Systemen lokal getrennt im Unternehmen vor (Back-Ends), es sei denn, es besteht bereits ein Data Warehouse. Analysen sollten von unterschiedlichen Front-Ends aus möglich sein, so daß das OLAP-System für den Einsatz innerhalb einer Client-Server-Architektur vorbereitet sein und die verschiedenen Unternehmenssysteme logisch und physisch integrieren muß.
- *Mehrbenutzerunterstützung*: Im Sinne der Client-Server-Architektur liegt auch die Forderung nach einer Mehrbenutzerunterstützung. Der OLAP-Server muß Transaktionsmechanismen für den parallelen Zugriff mehrerer Benutzer bereitstellen, die gleichzeitig Lesezugriffe und gegebenenfalls Schreibzugriffe auf das selbe Modell ermöglichen, wobei ein abgestuftes Sicherheitskonzept berücksichtigt werden sollte.
- *Dynamische Handhabung dünnbesiedelter Matrizen*: Matrizen gelten als dünnbesiedelt, wenn mehr als 90% der Zellen unbesetzt sind. Als Beispiel zur Verdeutlichung soll hier ein Handelsunternehmen angenommen werden, dessen Artikelhierarchie auf der untersten Ebene mehrere hunderttausend Artikel besitzt (zu Artikelhierarchie siehe Abb. 22). Diesen Artikeln stehen in einer anderen Dimension mehrere tausend Kunden gegenüber. Die Zeitdimension ist auf der untersten Ebene in Tage unterteilt, was für den Handel realistisch ist, da dort auf Werbemaßnahmen tagesgenau reagiert wird. Wenn man davon ausgeht, daß pro Tag 5% der Kunden bestellen und jeder Kunde bei einer Bestellung nicht mehr als 1% der möglichen Artikel bestellt, so besitzt der aufgespannte OLAP-Würfel nur eine Besetzung von 0,005%. Würde jede Zelle dieses Würfels als Einheit im MDDBS gespeichert, so würde 99,995% des Speicherplatzes verschwendet.

Die Handhabung von mehrdimensionalen Datenmodellen bringt unter Gesichtspunkten der Leistungsfähigkeit in der Praxis Probleme mit sich. So sind OLAP-Datenbanken in der Regel im Hinblick auf ihre mögliche maximale Größe eher dünn besetzt. Dieser Tatsache müssen die Auswertungsmechanismen Rechnung tragen. Das physikalische Schema des Systems muß sich an das analytische an-

---

<sup>231</sup> Chamoni/Zeschau 1996, S. 75.

passen. Bei Auswertungen muß das OLAP-System dynamisch entscheiden, welcher Algorithmus in der jeweiligen Situation eine optimale Leistungsfähigkeit sicher stellt, indem es die Komplexität der auszuführenden Aufgabe minimiert.

Kritik am OLAP Konzept wird hinsichtlich einer vermuteten Herstellerabhängigkeit von CODD ET AL. geübt. So veröffentlichten sie ihre OLAP-Regeln zusammen mit verschiedenen Firmen, deren Produkte sie hinsichtlich ihrer Regeln evaluierten<sup>232</sup>. Kritiker werfen ihm daher vor, seine Regeln im Hinblick auf die evaluierten Produkte entworfen zu haben. Im Gegenzug definierten auch andere Hersteller ihre eigenen Regeln, so daß inzwischen über 50 Regeln existieren<sup>233</sup>. Meist sind die Regeln allerdings auf die Fähigkeiten der jeweiligen Software ausgelegt und dienen zur Positionierung gegenüber Konkurrenzprodukten<sup>234</sup>. Eine alternative Definition für OLAP, die herstellerunabhängig sein und damit der Regelvielfalt ein Ende bereiten soll, geben Pendse und Creeth mit *Fast Analysis of Shared Multidimensional Information* (FASMI). Die zentralen Anforderungen lauten zusammengefaßt<sup>235</sup>:

- *Geschwindigkeit (Fast)*: Abfragen an das System sollten sehr schnell sein und im Durchschnitt nicht länger als fünf Sekunden dauern, wobei einfache Abfragen innerhalb einer Sekunde abgewickelt werden müssen und einige komplexe Abfragen nicht über zwanzig Sekunden in Anspruch nehmen dürfen. Diese Zielgrößen können bei sehr großen Datenmengen nur mit besonderen Speicher- und Zugriffstechniken realisiert werden.
- *Analyse (Analysis)*: OLAP sollte umfangreiche Analysemethoden aus dem betriebswirtschaftlichen und statistischen Bereich zur Verfügung stellen. Analysen müssen sich in einfacher Form und ohne die Benutzung von anspruchsvollen Programmiersprachen realisieren lassen. Mit einem Minimum an Systemkenntnissen muß der Benutzer in der Lage sein, Ad-hoc-Abfragen zu stellen oder Berichte zu generieren. Die Spannweite der Analysemöglichkeiten kann dabei über Zeitreihenvergleiche, Ursachenforschung für Kosten, Währungsumrechnungen, Zielerreichungsberechnungen oder Ausnahmeberichte reichen.
- *Gemeinsamer Zugriff (Shared)*: Das System sollte alle für den gemeinsamen Zugriff notwendigen Mechanismen inklusive von Sicherheitsmaßnahmen für die Autorisation bereitstellen. Gleichzeitige Lesezugriffe sind im Allgemeinen unproblematisch, es bedarf jedoch gegebenenfalls auch Transaktionskonzepten, die ge-

---

<sup>232</sup> Die Erstveröffentlichung war weitgehend auf das Produkt Essbase von Arbor Software abgestimmt (Codd et al. 1993). In weiteren Veröffentlichungen evaluierte Codd auch andere Produkte, wie z.B. TM/1 von TM/1 Software (Codd 1994).

<sup>233</sup> Pendse/Creeth o. J., o. S.

<sup>234</sup> Chamoni/Zeschau 1996, S. 71.

<sup>235</sup> Pendse/Creeth o. J., o. S. – zitiert wird hier aus einer Zusammenfassung des OLAP-Reports von Pends und Creeth, der einen Leitfaden für Manager und DV-Verantwortliche zur OLAP-Einführung darstellt. Der Report umfaßt ca. 500 Seiten und evaluiert über 20 auf dem internationalen Markt befindliche Werkzeuge nach einem Punktesystem.

meinsame Schreibzugriffe konsistent abwickeln. Die Aktualisierung der Daten sollte durch die Endbenutzer in beliebigen Zeitabständen möglich sein.

- *Multidimensional*: Bei der mehrdimensionalen Datenspeicherung und -auswertung handelt es sich um das Kernstück des OLAP-Konzepts. OLAP-Systeme sollen mehrdimensionale Auswertungen ermöglichen und Hierarchien unterstützen.
- *Information*: Der Zugriff auf alle benötigten Daten und abgeleiteten Informationen sollte möglich sein, die Datenherkunft und -menge dürfen dabei keine Rolle spielen.

Ein unternehmensübergreifendes Gremium, das sich mit der OLAP-Technologie beschäftigt, ist der OLAP Council, der im Januar 1995 von vier Softwarefirmen in den USA gegründet wurde<sup>236</sup>. Er hat es sich zur Aufgabe gesetzt, die Vorteile der OLAP-Technologie im Unternehmenseinsatz bekannt zu machen, die OLAP-Forschung zu fördern und Richtlinien für Schnittstellen zwischen unterschiedlichen OLAP-Systemen und für die Datennavigation zu erarbeiten. Weiterhin beschäftigt sich der Rat mit der Schaffung eines einheitlichen Benchmarks, mit dem man die Zugriffs- und Auswertungsgeschwindigkeit von unterschiedlichen OLAP-Systemen messen und vergleichen kann.

### 3.5.3 Navigation

Im OLAP-Würfel sollen Informationen in verschiedenen Perspektiven unter unmittelbarer Änderbarkeit von Datensicht und -aufriß sowie in unterschiedlichen Detaillierungsgraden dargestellt werden können<sup>237</sup>. Ein wesentliches Leitungsmerkmal des OLAP-Konzepts stellt daher die Navigationsmöglichkeit im multidimensionalen Würfel dar. Die Navigation muß in jeder Richtung über alle Dimensionen hinweg möglich sein (9. OLAP-Regel). Folgende Operationen sind standardmäßige Voraussetzung für die Navigation im OLAP-Würfel:

- *Drill Down*: Ein Drill Down ermöglicht die vertikal abwärtsgerichtete Ursachenanalyse entlang des Verdichtungswegs. Dadurch wird es z.B. schnell möglich, von einer auf bestimmter Ebene ausgewiesenen Abweichung auf tiefere Ebenen herunterzubrechen, um nach dem Top-down-Prinzip die Ursachen in einer detaillierten Ansicht ausfindig zu machen.
- *Roll Up*: Das Gegenteil vom Drill Down erreicht man durch einen Roll Up – man gelangt zur nächst höheren Verdichtungsebene.
- *Drill Across*<sup>238</sup>: Durch einen Drill Across werden die Dimensionen auf x- und y-Achse gegeneinander vertauscht. Eine Auswertung der Artikelumsätze nach Mo-

<sup>236</sup> OLAP Council 1998, o. S.

<sup>237</sup> Gluchowski et al. 1997, S. 276.

<sup>238</sup> Drill Across wird auch Rotation (anschaulich wird der Würfel gedreht) oder Data Slicing (der Würfel jeweils in unterschiedliche Scheiben geschnitten) genannt (Holthuis 1998, S. 46).



naten kann durch einen Drill Across sofort zu einer Monatsauswertung nach Artikeln verändert werden.

- *Dicing*<sup>239</sup>: Mit Dicing wird die Möglichkeit bezeichnet, nur die interessierenden Attribute einer Dimension zu betrachten und alle weiteren auszublenden. Dies führt zu einem kleineren Würfel, so daß Analysen schneller durchgeführt werden können.

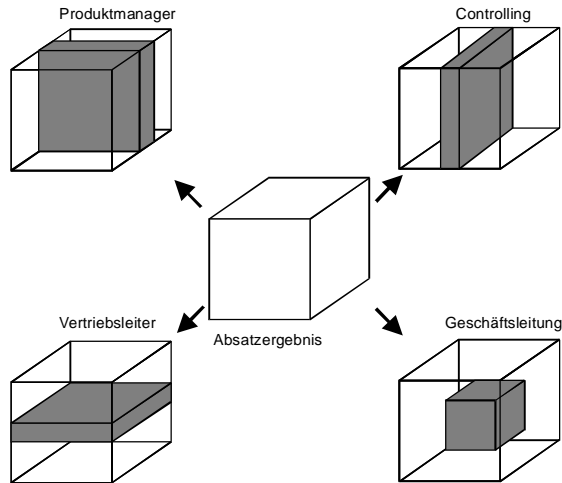


Abb. 13 Unterschiedliche Sichtweisen des OLAP-Würfels<sup>240</sup>

In Abb. 13 sind Beispiele für die unterschiedlichen Sichtweisen von betrieblichen Entscheidungsträgern auf einen OLAP-Würfel dargestellt. Produktmanager, Vertriebsleiter und Controlling betrachten dabei Schnitte im Würfel (Slicing). Die Geschäftsleitung interessiert sich für eine bestimmte Ausprägung, z.B. Plan, die über alle Dimensionen hinweg reicht, woraus ein kleinerer Würfel resultiert (Dicing).

In Abb. 14 ist exemplarisch eine Ad-hoc-Analyse mit dem Tabellenkalkulationsprogramm MS Excel als Benutzeroberfläche in Verbindung mit Delta Alea als Backend dargestellt. Aufgetragen sind der Deckungsbeitrag von Produkt Stargate II im vierten Quartal 1995 differenziert nach Innenstadt und ländlichem Vertriebsgebiet sowie aggregiert nach Vertriebsregionen. Ein Drill Down auf Filialen ist z.B. durch Doppelklicken auf Innenstadt möglich. Ein Roll Up ist durch Anklicken der übergeordneten Ebene möglich. Das Hinzufügen von Dimensionen ist durch Anklicken und Ziehen der jeweiligen Dimension auf dem Tabellenblatt oder über das Dimensionsmenü auf der rechten Seite möglich.

<sup>239</sup> Ein Synonym für Dicing ist Ranging.

<sup>240</sup> Bager et al. 1997, S. 288.

The screenshot shows an Excel spreadsheet with a table of financial data and a dialog box for OLAP dimensions. The table has columns A through E and rows 18 through 43. The dialog box, titled 'DELTA SOLUTIONS - Dimensionen und Subsets', shows a tree view of dimensions for a 'Server LOCAL'.

18	A	B	C	D	E
19		LOCAL			
20		ERGEBNIS			
21		PERIOD	1995 Q4 T2		
22		PRODUCTS	Stargate Two		
23		SALES	V2		
24		COLOR	All Colors		
25		KEYFIG	DB		
26					
27			VALTYP ...		
28		REGIONS ...	IST	PLAN	Abweichung
29		All Regions	5461060,65	7263211	-1802150,4
30		East	2882105,95	3833200,96	-951095,01
31		Middleeast	2881369,79	3832221,85	-950852,06
32		Inner_Cities	2565684,46	3412360,35	-846675,89
33		Middleeast	315685,33	419861,5	-104176,17
34		Northeast	736,16	979,11	-242,95
35		Southeast	0	0	0
36		West	2578954,7	3430010,04	-851055,34
37		Central	163,5	217,47	-53,97
38		Inner_Cities	2565684,46	3412360,35	-846675,89
39		Inner_Cities	2565684,46	3412360,35	-846675,89
40		Middlewest	4095,43	5446,98	-1351,55
41		Southwest	1428,63	1900,15	-471,52
42		Northwest I	7582,68	10085,09	-2502,41
43					

The dialog box 'DELTA SOLUTIONS - Dimensionen und Subsets' shows a tree view of dimensions for a 'Server LOCAL':

- Server 'LOCAL'
  - COLOR Colors
  - KEYFIG KEYFIGURES
  - PERIOD Period
  - PRODUCTS Products
  - REGIONS Regions
  - SALES Sales
  - VALTYPE ValueType

Abb. 14 Multidimensionale Datenanalyse

### 3.5.4 Internet und Intranet

Durch die zunehmende Bedeutung des Internet als externe Informationsquelle sowie der entsprechenden Technologie als Integrationsmittel in firmeninternen Intranets soll in diesem Abschnitt gesondert auf Anwendung von OLAP in Verbindung mit dem Internet eingegangen werden.

Die Anwendung des Internets wird in der Zukunft allerdings über die reine Informationsbeschaffung hinausgehen. So lassen sich eine Reihe von „Business-to-Business“- oder „Customer-to-Business“-Applikationen für das Controlling über das Internet verwirklichen. Als „Business-to-Business“-Applikation wird zum Beispiel die Zielkostenfestlegung für ein PKW-Modell vorgeschlagen, bei der im Rahmen einer „interaktiven Ausschreibung“ die Zulieferer am Prozeß beteiligt werden<sup>241</sup>. Als weitere Möglichkeit wird der Aufbau eines branchenbezogenen globalen Benchmarking-Servers genannt, über den die beteiligten Unternehmen miteinander kommunizieren bzw. die für sie relevanten Kennzahlen hinterlegen oder abrufen. Im Prinzip werden hierbei die unternehmensinternen Data-Warehouse- und OLAP-Lösungen unter Berücksichtigung von Sicherheitsaspekten für autorisierte Benutzer weltweit verfügbar gemacht.

<sup>241</sup> Fröling/Fritz 1997, S. 396.

Als ernstzunehmender Trend stellt sich die Verbindung von Data-Warehouse-Konzept und der Internet-/Intranet-Technologie dar. Der HTML-Standard des World Wide Web (WWW) bietet die Möglichkeit, von verschiedensten Plattformen aus auf ein Data Warehouse zuzugreifen und einfache Abfragen durchzuführen. Für komplizierte Analysen reicht das statische HTML-Format nicht aus, z.B. zur Darstellung und Navigation durch Hierarchiebäume. Künftige dynamische Erweiterung von HTML und insbesondere die Programmiersprache Java werden hier in Zukunft Abhilfe schaffen können.

Interessant ist der Einsatz von Data Warehouse und Web-Technologie besonders für Unternehmen, in denen viele Benutzer auf ein Data Warehouse Zugriff haben sollen, vom Durchschnittsbenutzer allerdings keine tiefergehenden Analysen durchgeführt werden. Dies kann z.B. im Sinne einer Dezentralisierung von Ergebnisverantwortung und Selbstcontrolling sinnvoll sein<sup>242</sup>, insofern sich jeder Mitarbeiter informieren kann, wie er, seine Organisationseinheit oder sein Unternehmen zur Zeit stehen bzw. welche Abweichungen aufgetreten sind.

Auch die Öffnung eines Data Warehouse in das Internet kann Vorteile bringen. So bieten schon heute z.B. Zeitungsverlage ihre Archive kostenpflichtig im WWW an. Warum sollten nicht auch Unternehmen anderer Branchen den Inhalt ihrer Data Warehouses zum Verkauf anbieten, sofern es sich bei den Informationen nicht um einen kritischen Erfolgsfaktor handelt? Es ist z.B. denkbar, daß Kreditkartenunternehmen anonymisierte Daten über das Kaufverhalten ihrer Kunden tagaktuell anbieten. Man kann davon ausgehen, daß zukünftig alle OLAP-Werkzeuge standardmäßig mit Internet-Schnittstellen ausgerüstet sein werden<sup>243</sup>.

### 3.5.5 Architektur

Die OLAP-Architektur folgt einem Modell mit drei Ebenen<sup>244</sup>, wie es CODD ET AL. durch ihre fünfte Regel fordern. Als Datenquelle dienen Informationssysteme, die meist im operativen Bereich angesiedelt sind (siehe Abb. 15). Hierbei kann es sich um heterogene Hardwareplattformen wie Großrechner oder Unix-Server handeln, auf denen unterschiedliche Software eingesetzt werden, wie Datenbanksysteme oder betriebswirtschaftliche Pakete.

Das Kernstück aller OLAP-Definitionen ist die Bereitstellung umfangreicher Analysemethoden<sup>245</sup>. Bei der Implementierung von OLAP sollte daher berücksichtigt werden, komplexe Analysen nicht nur durch die Endbenutzeranwendungen durchführen zu lassen, sondern wie in echten Client-Server-Architekturen üblich, Rechenfunktionalität auf den Server zu verlagern. Die Clients stoßen dabei eine bestimmte Berechnung an, die dann auf dem rechenstarken Server durchgeführt wird. Nicht mehr alle für eine

---

<sup>242</sup> Horváth 1995a, S. 3.

<sup>243</sup> Born 1997, S. 29.

<sup>244</sup> Codd 1994, S. 8.

<sup>245</sup> Z.B. Pendse/Creeth o. J., o. S.

bestimmte Abfrage relevanten Daten brauchen an den Client übertragen zu werden, sondern nur noch die Ergebnisdaten.

Um die Antwortzeiten zu beschleunigen, können häufig benötigte Berechnungen auch schon zum Zeitpunkt der Datenübernahme im Server durchgeführt werden. Typisches Beispiel sind Aggregate der Verdichtungsstufen einer Dimension, die von vielen OLAP-Produkten standardmäßig vorab erzeugt werden. Nachteilig kann sich der Speicherplatzbedarf auswirken, der in Abhängigkeit von der Anzahl der Dimensionen, der Anzahl der Verdichtungsebenen und der Anzahl Elemente pro Verdichtungsebene polynomial zunimmt. Eine Gefahrenquelle besteht darin, daß durch die Hinzunahme von Dimensionselementen, wie z.B. eines Szenarios, der Speicherplatzbedarf schlagartig um einen bestimmten Faktor wächst. Weiterhin kann die Übernahme von „spärlichen“ Quelldaten zu dünnbesiedelten Matrizen führen und zusätzlich noch die Bildung von vielen Zwischenaggregaten entlang des Verdichtungswegs nach sich ziehen. Beide Gefahrenquellen können bei der Datenübernahme oder der anschließenden Verdichtung zu einer „Datenbankexplosion“ führen, das heißt, daß physikalische oder logische Speichergrenzen überschritten werden und das System ausfällt<sup>246</sup>.

Eine architekturabhängige Möglichkeit, die Performance von OLAP-Systemen zu erhöhen, ist die Implementierung von Cache-Speichern. Diese können im Server plziert sein, um häufig abgefragte Sachverhalte für alle Benutzer gleichermaßen zu beschleunigen, oder sie sind auf der Client-Seite dem Front-End vorgeschaltet, um z.B. den Würfelausschnitt, in dem der Benutzer aktuell navigiert, vorzuhalten.

Im mittleren Bereich von Abb. 15 sind unterschiedliche Architekturvarianten für die Implementierung von OLAP-Servern dargestellt. Rechts befindet sich eine traditionelle Architektur mit einem multidimensionalen OLAP-Server (MOLAP), der seine Daten aus einem Data Warehouse oder direkt aus Quellsystemen bezieht. In der Mitte befindet sich eine relationale Implementierung, die ein entsprechendes ROLAP-Engine besitzt, das multidimensionale Anfragen auf relationale Strukturen abbildet und ebenso wie ein MOLAP-Server Rechenfunktionalität bereitstellt. Links sieht man eine virtuelle Umgebung, in der das Front-End die Quellsysteme für den Benutzer in einer multidimensionalen Sichtweise verfügbar macht. Mit dieser Form gehen die bekannten Nachteile beim Direktzugriff auf operative Quellsysteme einher. Daher werden die folgenden Ausführungen auf ROLAP- und MOLAP-Implementierungen beschränkt.

Zur Datenabfrage werden normale Arbeitsplatzrechner mit weit verbreiteten Anwendungsprogrammen, wie z.B. Tabellenkalkulationsprogramme<sup>247</sup> benutzt. Ob wirklich die schon vorher eingesetzten Programme, an die die Benutzer gewöhnt sind, oder spezielle OLAP-Front-Ends bzw. -Clients zum Einsatz kommen, hängt von der Situa-

---

<sup>246</sup> Zu „Database explosion“ siehe Pendse 1997b, o. S.

<sup>247</sup> Meist werden sogenannte Add-Ins für MS Excel und Lotus 1-2-3 von den OLAP-Herstellern angeboten.

tion im jeweiligen Unternehmen ab. Werden OLAP-Mechanismen vorwiegend für einen besseren und konsistenten Datenzugriff eingesetzt, und waren die Auswertungswerkzeuge auf den Arbeitsplatzrechnern ausreichend, so kann es sinnvoll sein, für den Endbenutzer nach außen hin alles beim Alten zu belassen, wie in der zweiten OLAP-Regel angedeutet wird. Bestand jedoch gerade der Bedarf, Auswertungen inhaltlich oder grafisch zu verbessern, so sollten zusätzlich zum OLAP-Server die entsprechenden OLAP-Clients eingeführt werden. Auch der Einsatz von WWW-Browsern zur Datenanalyse gewinnt durch die Einführung von Intranets immer mehr an Bedeutung.

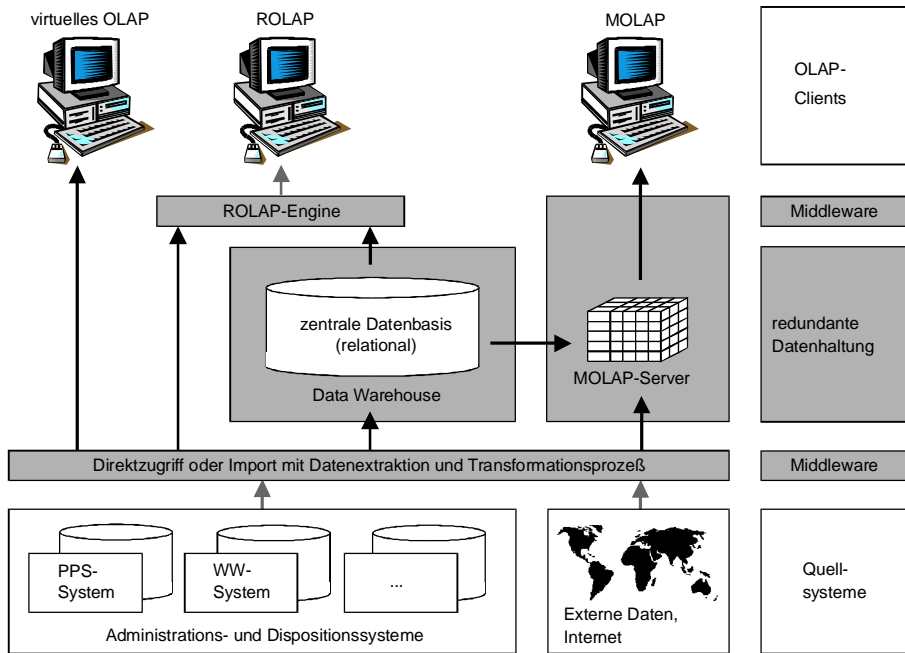


Abb. 15 OLAP-Architekturvarianten

Um das Verständnis für die MOLAP- und ROLAP-Architekturvarianten zu erhöhen, soll hier noch einmal genauer auf die Unterschiede eingegangen werden: Unter dem Begriff Multidimensional OLAP (MOLAP) werden multidimensionale Datenbanksysteme (MDBS) angeboten. Die logische Datenhaltung erfolgt in Matrizen, die physikalisch zumeist in indizierten Baumstrukturen abgelegt werden. Zur Zeit handelt es sich bei MDBS oft um proprietäre Lösungen. Standards für Schnittstellen, wie z.B. Multidimensional Application Interface (MD-API) vom OLAP-Council<sup>248</sup> oder Object Link

<sup>248</sup> OLAP Council 1998.

and Embedding Database (OLE DB) for OLAP von Microsoft<sup>249</sup> sind noch im Entstehen begriffen. Einer der Hauptvorteile für MDDBS wird in der besseren Performance gegenüber relationalen Datenbankssystemen gesehen<sup>250</sup>.

MOLAP-Anwendungen verfügen überwiegend über Verfahren zur Speicherplatzoptimierung, die je nach Besetzungsgrad der Matrizen dynamisch die Speicherstruktur anpassen<sup>251</sup>. Bei einigen Systemen läßt sich darüber hinaus schon in der Designphase dimensionsweise definieren, ob die Dimensionen voraussichtlich dicht- oder dünnbesiedelt sind. Solche Systeme generieren für jede Kombination einer dünnbesiedelten Dimension mit den übrigen Dimensionen einen eigenen Datenblock. Die Daten werden dann in den einzelnen Blöcken bzw. Arrays gespeichert. Über einen Index kann jeder vorhandene Eintrag erreicht werden. Je mehr Dimensionen als dünnbesiedelt angegeben werden, desto umfangreicher wird der Index. Sind dagegen alle Dimensionen dicht besiedelt, so existiert nur ein Datenblock mit einem einzigen Indexeintrag, der auf diesen Block verweist.

Relational OLAP (ROLAP) basiert auf standardisierten relationalen Datenbankssystemen (RDBS), die sich seit Jahren im Einsatz für operative Informationssysteme bewährt haben. Die Abbildung von multidimensionalen Konstrukten in das relationale Modell wird durch gezielte Denormalisierung erreicht<sup>252</sup>. Die entstehenden logischen Datenmodelle, wie z.B. das Star Schema, ermöglichen performante multidimensionale Datenabfragen in relationalen Systemen. Multidimensionale Modelle, die auf logischer Ebene relational als Star Schema abgebildet werden, bestehen aus einer zentralen Faktentabelle und mehreren über Schlüsselattribute verbundenen Dimensionstabellen. Das Star Schema wird ausführlich in Kapitel 5 behandelt. Im Gegensatz zu MOLAP spielt das Problem dünnbesiedelter Matrizen bei ROLAP-Implementierungen keine Rolle, da durch die Relationenstruktur nicht besetzte Felder auch nicht berücksichtigt werden müssen<sup>253</sup>. Der Hauptnachteil von ROLAP liegt dagegen in Verbundoperationen zwischen den Datenbanktabellen, da für jede n-dimensionale Abfrage rechenzeitaufwendige Verbundoperationen über n+1 Relationen durchgeführt werden müssen.

Die Diskussion um die beste Speichertechnologie für OLAP-Lösungen wird insbesondere von den Anbietern entsprechender Systeme forciert. Anbieter von ROLAP-Lösungen kritisieren MOLAP-Lösungen und umgekehrt<sup>254</sup>. Firmen, wie z.B. Oracle, fahren doppelgleisig und bieten beide Techniken an. Solche Lösungen werden dann auch unter dem Titel Hybrid OLAP (HOLAP) vertrieben. Zur Zeit verschwimmen die Grenzen zwischen ROLAP und MOLAP immer mehr. So vertreibt Hyperion Solutions

---

<sup>249</sup> Microsoft 1998.

<sup>250</sup> Wagner 1997, S. 282.

<sup>251</sup> Chamoni/Zeschau 1996, S. 73.

<sup>252</sup> Kimball 1996a, S. 10.

<sup>253</sup> Raden 1996, o. S.

<sup>254</sup> Zur Diskussion siehe z.B. MicroStrategy 1997: Relationales OLAP – Die Gründe für Relationales OLAP.

(vormals Arbor Software) als ehemaliger Verfechter reiner MOLAP-Lösungen sein Produkt Essbase inzwischen mit Unterstützung für vier relationale Datenbanksysteme von namhaften Anbietern<sup>255</sup>. Diese Unterstützung geht über einen einfachen SQL-Durchgriff hinaus, so daß schon beim Design der multidimensionalen Datenbank festgelegt wird, welche Daten in welcher Detaillierung wo gespeichert werden. Es bietet sich hierbei an, Daten von hoher Detaillierung in relationalen Systemen abzulegen und nur verdichtete Daten in den OLAP-Server zu übernehmen.

### 3.5.6 Produkte

Der Markt für OLAP-Produkte ist zur Zeit unübersichtlich. Neben den bekannten großen Datenbankfirmen gibt es viele kleine Unternehmen, die teilweise Nischenprodukte anbieten. Schon seit längerem wird eine Konsolidierung des Markts erwartet. Inzwischen kooperieren verschiedene Anbieter miteinander oder sind übernommen worden. So kaufte z.B. Microsoft OLAP-Technologie von der Firma Panorama Software Systems hinzu, die in den SQL-Server von Microsoft integriert wurde. Nach dem Zusammenschluß von Hyperion und Arbor gilt Hyperion Software als Marktführer auf dem OLAP-Markt. Insgesamt hat die Zahl von OLAP-Anbietern dennoch zugenommen, was aufgrund des starken Marktwachstums möglich war. Wurde für 1998 noch ein weltweites Volumen für Produkte und Dienstleistungen im OLAP-Bereich von 2 Milliarden US-Dollar geschätzt, so werden für 1999 schon 2,5 Milliarden US-Dollar und für das Jahr 2002 7,2 Milliarden US-Dollar prognostiziert<sup>256</sup>.

Die Anbieter für OLAP-Produkte verfolgen unterschiedliche Strategien. Einige Anbieter konzentrieren sich auf die Server-Seite, andere dagegen auf Client-Produkte (z.B. Arcplan). Ein Teil der Anbieter wie Hyperion oder Comshare vertreiben nicht nur Produkte aus eigener Entwicklung, sondern auch oder ausschließlich von anderen Unternehmen. Manche Produkte werden als Standardsoftware verkauft, andere stellen aber nur Werkzeuge dar, die vom Anbieter vor Ort implementiert werden. Insbesondere die Integration von Daten aus von ERP-Standardsoftware spielt eine wichtige Rolle. SAP bietet ihr Produkt Business Information Warehouse erwartungsgemäß mit sehr leistungsfähigen Schnittstellenmechanismen zur R/3-Datenbasis an. Diese Schnittstellen sind allerdings nicht nur technologischer sondern auch betriebswirtschaftlicher Art, so daß vorkonfigurierte Standardberichte zum Lieferumfang zählen. Technologisch gibt es weiterhin starke Unterschiede zwischen den Produkten, wie z.B. bei der Diskussion um MOLAP und ROLAP deutlich wird. Einige Anbieter verfolgen nur eine Architektur, wohingegen z.B. Oracle mit Express und Discoverer eine Doppelstrategie verfolgt.

Tab. 8 zeigt eine Auswahlen der Anbieter, die auf einer Marktübersicht von PENSE basiert, der die führenden OLAP-Anbieter nach Umsatz in Produkten und Dienstleistungen

---

<sup>255</sup> Koopmann 1998, S. 20.

<sup>256</sup> Pense 1999, o.S.; Merrill Lynch/International Data Corporation 1999, S. 8.

identifiziert hat<sup>257</sup>. Auf eine Angabe der Reihenfolge nach Umsatz wurde verzichtet, da die Daten nicht in genügender Genauigkeit vorliegen und teilweise geschätzt wurden. Zusätzlich zur Marktübersicht von PENDSE wurden Arcplan, Microsoft, MIS und SAP in die Übersicht aufgenommen, da mit einer steigenden Bedeutung der entsprechenden Produkte auf dem Markt gerechnet werden kann<sup>258</sup>.

Anbieter	Produktauswahl
Applix	TM1
Arcplan	Insight
Brio Technology	Enterprise Server, BrioQuery
Business Objects	Business Objects
Cognos	Impromptu, PowerPlay
Comshare	Comshare FDC
Gentia Software	Gentia
Hyperion Solutions	Essbase
IBM	DB2 OLAP Server
Informix	Metacube
Microsoft	SQL Server, Excel 2000
MicroStrategy	DSS
MIS	Alea
Oracle	Discoverer, Express
Pilot Software	Pilot Decision Support Suite
SAP	Business Information Warehouse
SAS Institute	SAS System
Seagate Software	Holos, Info, Crystal Reports
Sterling Software	Eureka Strategy

Tab. 8 Ausgewählte Anbieter für OLAP-Produkte

### 3.5.7 Bewertung

Die Diskussion um ROLAP oder MOLAP spielt für den Endanwender nur eine untergeordnete Rolle, da sie vorwiegend technischer Natur ist und teilweise auch eher eine Marketingkampagne darstellt<sup>259</sup>. Für den Endanwender ist die Sicherstellung der OLAP-Eigenschaften entscheidend, da die Implementierung vor ihm verborgen werden sollte. Die informationstechnische Realisierung muß sich an den technischen Gegebenheiten unter Berücksichtigung der betriebswirtschaftlichen Problemstellung orientieren. Ob sich MOLAP oder ROLAP im Endeffekt durchsetzt, steht noch nicht fest. Es ist allerdings zu erwarten, daß die Kombination von beiden Ansätzen in Form

<sup>257</sup> Pendse 1999, o.S.

<sup>258</sup> Weitere Anbieterübersichten finden sich bei Schinzer et al.1997, S. 71 ff und Thomson 1997, S. 525 ff.

<sup>259</sup> Darling 1996, o. S.



Es ist allerdings zu erwarten, daß die Kombination von beiden Ansätzen in Form von hybriden Lösungen immer weiter zunehmen wird<sup>260</sup>.

Der Hauptvorteil von den OLAP-Richtlinien entsprechenden Systemen liegt in der inhaltlichen Nähe von Datenstruktur und Benutzersichtweise. Die Daten werden so für Analysen am Bildschirm angezeigt, wie sie auch logisch strukturiert sind, wobei am Bildschirm grundsätzlich immer nur eine zweidimensionale Darstellung möglich ist bzw. mehrere Dimensionen geschachtelt werden müssen. Die Präsentation in Tabellenform entspricht den Anforderungen der an Tabellenkalkulationsprogrammen gewöhnten Benutzern in den Unternehmen.

Der Anwender kann entscheidungsrelevante Informationen in multidimensionalen Modellen schneller erfassen als in konventionellen Modellen. Bestimmte Informationen fallen dem Benutzer durch die spezielle Art der Navigation direkt auf, ohne daß er die dahinterstehende Datenstruktur kennen muß. So entfällt z.B. die Erstellung von Auswertungen quer über verschiedene Tabellen hinweg, wie es im Relationenmodell üblich ist<sup>261</sup>.

Arithmetische Operationen lassen sich bei multidimensional strukturierten Daten sehr schnell durchführen. Die Bildung der Quartalsergebnisse in Abb. 14 kann sehr performant aus den Zeilenwerten berechnet werden, ohne daß die Werte vorher zusammengesucht werden müßten (möglich ist zur Anzeige des Ergebnisses auch ein Roll Up). Allerdings eignet sich nicht jeder Themenbereich dazu, in einem multidimensionalen Modell dargestellt zu werden. Je mehr inhaltlich homogene Zusammenhänge zwischen den verschiedenen Objekten bestehen, desto besser ist das multidimensionale Modell geeignet. Gut verwendbare Bereiche sind Finanzanalyse und -berichtswesen, Budgetierung, Produkterfolgs- oder Vertriebsweganalyse<sup>262</sup>.

### 3.6 Data Mining

Unter dem Begriff Data Mining wird eine Vielzahl von Methoden zusammengefaßt, die von lange bekannten Verfahren der Statistik bis hin zu neuen Techniken aus dem Bereich der Künstlichen Intelligenz stammen, und mit deren Hilfe nicht triviale Informationen aus großen Datenbeständen gewonnen werden können. Data Mining wird auch mit Datenmustererkennung übersetzt, da die Suche nach für den Anwender interessanten Mustern in den Beziehungen zwischen Datensätzen das Ziel ist<sup>263</sup>. Data Mining wird als ein Schritt in einem iterativen Prozeß gesehen, der sich über mehrere Teilschritte erstreckt (siehe Abb. 16). Da eine Vielzahl von Analysemöglichkeiten existiert, ist eine methodische Vorgehensweise unabdingbar, um die richtigen Methoden

---

<sup>260</sup> Soeffky 1997, S. 5.

<sup>261</sup> Kenan Technologies 1995, S. 12.

<sup>262</sup> Kenan Technologies 1995, S. 15.

<sup>263</sup> Bissantz/Hagedorn 1993, S. 481.

für den konkreten Analysebereich auszuwählen und korrekt anzuwenden<sup>264</sup>. Der Gesamtprozeß wird als Knowledge Discovery in Databases (KDD-Prozeß) bezeichnet.

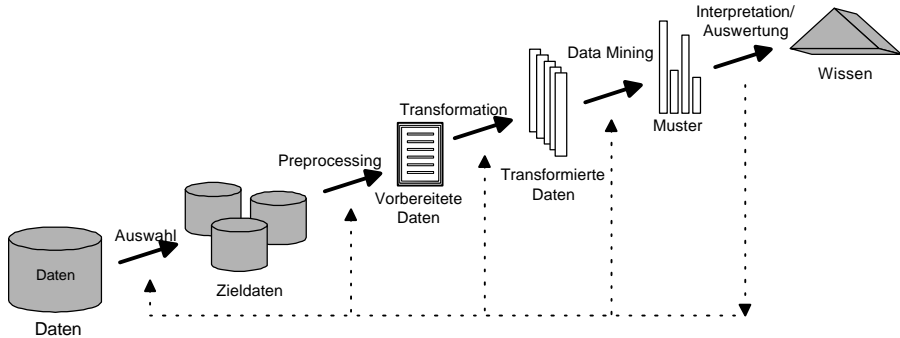


Abb. 16 KDD-Prozeß<sup>265</sup>

Als Datenbasis für einen solchen KDD-Prozeß kommen Daten aus operativen Systemen im Unternehmen oder aus externen Quellen in Frage. Ein Data Warehouse bietet sich besonders als Datenbasis an, da hier die Daten aus den verschiedenen Bereichen in vereinheitlichter Form von definierter Qualität vorliegen und nicht erst zusammengestellt werden müssen. Damit wird eine spezielle Datenintegration und -säuberung für den KDD-Prozeß gespart. Fraglich ist allerdings, ob die Daten in einem Data Warehouse in ausreichender Detaillierung vorliegen, um neue Erkenntnisse zu gewinnen. Gerade für häufig genannte Anwendungsbeispiele von Data Mining, wie z.B. der Warenkorbanalyse<sup>266</sup>, müssen die Daten in niedrigster Granularität vorliegen. Für solche Analysen ist der einzelne Geschäftsvorfall auf Transaktionsebene relevant, da mit Hilfe der Methoden nur so relevante Erkenntnisse gewonnen werden können. Assoziationsregeln, die z.B. aus Beziehungen zwischen Einkaufstransaktionen gewonnen werden sollen, benötigen als Input einzelne Transaktionen auf Artekelebene<sup>267</sup>. Da Daten in einem Data Warehouse in der Regel verdichtet vorliegen, kann dieses nicht in jedem Fall die Ausgangsbasis für Data Mining sein, es sei denn, die Anforderungen von Data-Mining-Analysen wurden bei der Konzeption des Data Warehouse berücksichtigt. Um im vorhinein Aussagen über die Qualität des KDD-Prozesses zu gewinnen, empfiehlt sich der Probelauf mit einer Stichprobe von Daten. Vor der eigentlichen Data-Mining-Phase müssen die Daten weiter aufbereitet werden. Hierzu kann z.B. die Umkodierung von Zeichenketten in numerische Werte oder die Normalisierung von Wer-

<sup>264</sup> Eine Vorgehensweise ist z.B. Semma (Sample – Explore – Modify – Model – Asses) von SAS Institute (Chik 1997, S. 95).

<sup>265</sup> In Anlehnung an Fayyad et al. 1996, S. 10.

<sup>266</sup> Kurz 1998, S. 259.

<sup>267</sup> Bollinger 1996, S. 258.

ten gehören. Erst danach beginnt die eigentliche Mustererkennung. Data-Mining-Methoden sind grundsätzlich in der Lage folgende Funktionen wahrzunehmen<sup>268</sup>:

- Die *Klassifikation* wird zur Erkennung von Mustern und Ableitung von Regeln benutzt. Oft ist man daran interessiert, Mengen von Regeln zu finden, die auf einen möglichst großen Anteil der vorkommenden Objekte zutreffen bzw. deren Verknüpfung erklären.
- Durch *Clustering* werden Objekte in verschiedene Gruppen aufgeteilt. Es wird versucht, über die Merkmalsausprägungen der Objekte eine inhaltliche Nähe zwischen ihnen zu finden. Objekte, die einen geringen Abstand besitzen, werden in einem Cluster zusammengefaßt.
- Durch das *Erkennen von Abhängigkeiten* soll aufgedeckt werden, welche Zusammenhänge zwischen den Merkmalsausprägungen der untersuchten Objekte bestehen. Hierzu zählt auch die Warenkorbanalyse, bei der z.B. Erkenntnisse über die Abhängigkeit des Verkaufs von Kosmetikartikeln und Grußkarten gewonnen werden können<sup>269</sup>.
- Durch *Vorhersage* wird versucht, numerische Werte in Form einer Zeitreihe in die Zukunft zu projizieren. Hierzu muß ein analytisches Modell identifiziert werden, das die Voraussetzung für die Vorhersage ist.

Zur instrumentellen Implementierung der Funktionen existieren eine große Anzahl von Methoden, wie z.B. neuronale Netzwerke, intelligente Agenten, Entscheidungsbäume oder Methoden aus der Statistik sowie der Fuzzy Logic<sup>270</sup>. Die Ergebnisse der Data-Mining-Phase müssen im Allgemeinen sehr sorgfältig analysiert werden. Gerade die Resultate statistischer Methoden müssen von Experten geprüft und interpretiert werden. Die Zusammenstellung und Interpretation der Ergebnisse und deren Visualisierung muß von Personen vorgenommen werden, die die benutzten Methoden genau kennen.

Die Grenzen zwischen OLAP und Data Mining sind nicht trennscharf. Man kann allerdings feststellen, daß bei OLAP die Interaktion des Benutzers mit dem System im Vordergrund steht. Der Benutzer generiert von sich aus Hypothesen und versucht dann durch die Navigation im Würfel diese zu bestätigen oder zu widerlegen. Data-Mining-Werkzeuge sollen dagegen weitgehend selbständig arbeiten, wobei sie von sich aus Hypothesen über mögliche Zusammenhänge, Muster oder Trends erzeugen, diese validieren und ausschließlich gültige Hypothesen an den Anwender zurückliefern<sup>271</sup>.

Eine enge Verbindung von OLAP und Data Mining stellen MERTENS ET AL. her, die in ihrem Betriebsergebnis-Expertisesystem II (BETREX II) bzw. Delta Miner die Mög-

---

<sup>268</sup> Fayyad et al. 1996, S. 13 ff; Martin 1997, S. 231; Nakhaeizadeh et al. 1998, S. 7ff.

<sup>269</sup> Hohensee 1997, S. 118.

<sup>270</sup> Ein ausführlichen Überblick über mögliche Methoden gibt Multhaupt 1998, S. 17 ff.

<sup>271</sup> Breitner et al. 1998, S. 44.

lichkeiten der OLAP-Navigation mit halbautomatischen Top-down-Abweichungsanalyse sowie einer Bottom-up-Mustererkennung verknüpfen<sup>272</sup>. Das Analysesystem setzt auf dem multidimensionalen Datenbanksystem Delta Alea auf und stellt für die Analyse mehrere Methoden aus dem Data Mining bereit. Die Top-down-Navigation wird mit einer auf statistischen Maßen beruhenden Heuristik unterstützt, die die Gesamtabweichung auf die ausschlaggebenden Partialabweichungen herunterbricht und dadurch die Drill-Down-Operation durch Analysevorschlage erganz<sup>273</sup>.

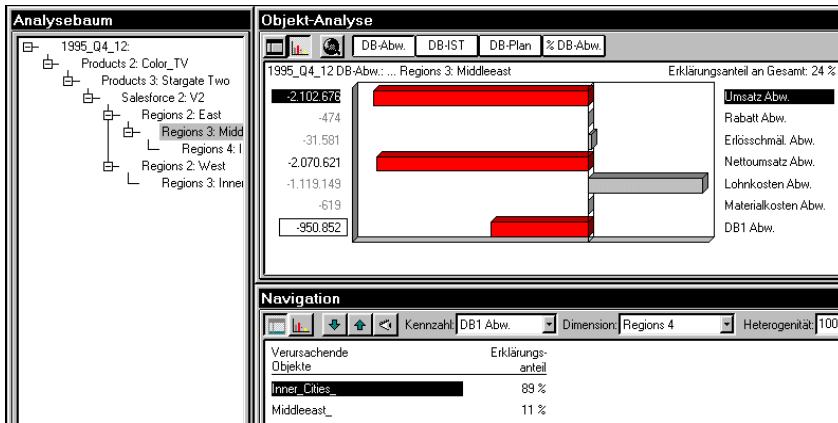


Abb. 17 Systemgestützte Abweichungsanalyse mit Delta Miner

Abb. 17 zeigt dasselbe Beispiel wie für die OLAP-Navigation aus Abb. 14. Im Analysebaum auf der linken Seite erkennt man die Analysehierarchie über die Elemente verschiedener Dimensionen, um die Abweichung des Deckungsbeitrags zu erklären. Zunächst wird das vierte Quartal 1995 als hauptverantwortlich identifiziert (Zeitdimension). Danach schlägt das System mit dem ersten Drill Down den Wechsel in die Artikeldimension vor, zunächst zur Produktgruppe, danach zum Einzelartikel. Der nächste Wechsel geht in die Vertriebsdimension, wo schließlich die Region Middleeast identifiziert wird. Im angezeigten Analyseausschnitt des multidimensionalen Systems beträgt die Abweichung 950.852 DM und hat damit rund zu einem Viertel Anteil an der Gesamtabweichung. Die Bottom-up-Mustererkennung ermittelt durch eine Clusteranalyse Muster in den Ergebnisdatensätzen. Sie dient in der Praxis zum Aufspüren schwacher Signale und zur Erkennung von Auffälligkeiten, selbst wenn diese das Gesamtergebnis nur gering beeinflussen<sup>274</sup>.

<sup>272</sup> Mertens et al. 1997, S. 182 ff.

<sup>273</sup> Zur Abweichungsanalyse nach Ergebniswertigkeit oder statistischen Signifikanzen siehe Huch 1982, Gruppe 11, S. 736 ff.

<sup>274</sup> Bissantz 1996, S. 136.

## 4 Das multidimensionale Modell

Informationen für den betrieblichen Entscheidungsprozeß sind von ihrer Natur her multidimensional. Multidimensionale Auswertungsmöglichkeiten sind daher eine Basisanforderung an Informationssysteme, die für Controllinganalysen dienen. Um diesem Anspruch gerecht zu werden, ist eine entscheidungsorientierte, multidimensionale Strukturierung der zugrundeliegenden Datenbasis zwingend notwendig. Besonders ausgeprägt ist die Diskussion über die entscheidungsorientierte Datenstrukturierung im Bereich der Kosten- und Erlösrechnung. Dies kann auf den intensiven Einsatz von Datenbanksystemen in diesem Bereich zurückgeführt werden, der seit der Anfangsphase der EDV-Verwendung in Unternehmen besteht<sup>275</sup>. Ein wichtiger Beitrag in diesem Bereich ist das Konzept der Grund- und Auswertungsrechnung, das eine getrennte Speicherung von zweckpluraler Datenerfassung und zweckorientierter Datenauswertung vorsieht. Das Konzept stammt aus den fünfziger Jahren und geht auf SCHMALENBACH<sup>276</sup> und GOETZ<sup>277</sup> zurück. Es wurde später von RIEBEL für die Einzelkosten- und Deckungsbeitragsrechnung aufgegriffen, der konkrete Vorschläge zur Datenstrukturierung machte<sup>278</sup>. Das Konzept hat bis heute einen wichtigen Stellenwert in der Diskussion um eine verursachungsgerechte Kostenzuweisung und ist von verschiedenen Autoren angewandt und weiterentwickelt worden<sup>279</sup>. Daher wird in diesem Kapitel zunächst auf die Grundrechnung als Grundlage für die Diskussion von multidimensionalen Controllinginformationssystemen eingegangen. Es folgt die Behandlung von *Kennzahlen*, *Dimensionen* und *Ableitungsregeln* als relevante Modellelemente. Abschließend wird die Modellierung von Informationssystemen unter Berücksichtigung der Besonderheiten des multidimensionalen Modells thematisiert.

### 4.1 Grundrechnung

#### 4.1.1 Anforderungen und Inhalt

Traditionell wird in der Kostenrechnung zwischen Teil- und Vollkostenrechnungssystemen differenziert. In einer Vollkostenrechnung werden sämtliche Kosten auf die Kostenträger umgelegt, innerhalb einer Teilkostenrechnung hingegen nur bestimmte Anteile, jeweils der angewandten Systematik folgend. In der Teilkostenrechnung mit relativen Einzelkosten werden grundsätzlich alle Kosten einzelnen Bezugsobjekten<sup>280</sup> zugerechnet, so daß nicht geschlüsselt zu werden braucht. Kosten, die nicht eindeutig

---

<sup>275</sup> Reichmann 1997, S. 529 ff.

<sup>276</sup> Schmalenbach 1956, S. 267.

<sup>277</sup> Goetz 1949, S. 137.

<sup>278</sup> Riebel 1979, S. 863 ff.

<sup>279</sup> Eine chronologische Übersicht über Ansätze für Kosteninformationssysteme gibt Schmitz (Schmitz 1997, S. 175 ff).

<sup>280</sup> Bezugsobjekte sind „alle selbständigen Maßnahmen, Vorgänge und Tatbestände, die eigenständiges Dispositionsobjekt oder Untersuchungsobjekt sein können“ (Riebel 1979, S. 869). Auswertungs-, Bezugs-, Dispositions-, Entscheidungs- oder Untersuchungsobjekt wird in der Literatur weitgehend synonym verwendet.

einem bestimmten Produkt zugeordnet werden können, sind für dieses Produkt Gemeinkosten und werden im Sinne einer Bezugsobjekthierarchie z.B. der Produktgruppe, der Sparte oder dem Gesamtunternehmen zugerechnet. Es existiert immer eine Ebene für die eine Kostenposition Einzelkosten darstellt<sup>281</sup>. Einzelkosten können in Leistungskosten und Bereitschaftskosten differenziert werden. Leistungskosten sind direkt von den real generierten Leistungen abhängig; sie ändern sich bedingt durch Art, Menge und Wert der Leistung. Die Umgebung zur Erstellung von Leistungen wird zukunftsorientiert geschaffen, so daß Bereitschaftskosten demgegenüber von Planungen und Erwartungen abhängen<sup>282</sup>. Das System von Einzelkosten- und Deckungsbeitragsrechnung nach RIEBEL beruht im wesentlichen auf folgenden Grundprinzipien<sup>283</sup>:

- *Relativität*: Alle Kosten werden in der untersten Hierarchieebene erfaßt, in der sie Einzelkosten sind.
- *Identität*: Kosten und Erlöse dürfen nur denjenigen Bezugsobjekten zugerechnet werden, die für dessen Verursachung unmittelbar verantwortlich sind bzw. durch deren Existenz sie begründet werden.
- *Entscheidungsorientierung*: Kosten sind die in Verbindung mit einem Entscheidungsobjekt ausgelösten zusätzlichen – nicht kompensierten – Auszahlungen und kreditorischen Ausgaben. Erlöse sind demgegenüber die durch die Entscheidung über den Absatz von Leistungen oder Wirtschaftsgütern ausgelösten Einzahlungen oder Ansprüche darauf<sup>284</sup>.

In der Deckungsbeitragsrechnung werden Erlös- und Kostenteile als ein mehrdimensionales zeitlich fortschreitendes System von Erfolgsänderungsrechnungen gegenübergestellt<sup>285</sup>. Ziel ist, daß alle für den Markt bestimmten Leistungen mindestens ihre Einzelkosten tragen und darüber hinaus ein Überschuß zur Deckung der Einzelkosten höherer Ebenen erzielt wird. Zur Abbildung dieser Prinzipien in einem Informationssystem ist ein Konzept für die Datenhaltung erforderlich, das die genannten Anforderungen in korrekter Form berücksichtigt. RIEBEL hat für seine Konzeption die von SCHMALENBACH vorgestellte Differenzierung von Grund- und Auswertungsrechnung übernommen.

Bei der Grundrechnung handelt es sich nicht um eine Rechnung im engeren Sinne, wie der Name vermuten läßt, sondern (Be-)Rechnung ist nur ein Teilaspekt. Vor allem beschreibt eine Grundrechnung die zeitablaufbezogene entscheidungsorientierte Strukturierung der Daten aus operativen Systemen, die als Grundlage für eine Kostenrechnungsdatenbank dient. Grundrechnung und Datenbank sind daher keine Synonyme<sup>286</sup>.

---

<sup>281</sup> Riebel 1959, S. 215.

<sup>282</sup> Riebel 1974a, S. 511.

<sup>283</sup> Haun 1987, S. 19 ff. Ausführlichere Differenzierung in Riebel 1959, S. 218; Riebel 1967, S. 9 ff.

<sup>284</sup> Riebel 1994, S. 15 f.

<sup>285</sup> Riebel 1974b, Sp. 1140.

<sup>286</sup> Schmitz 1997, S. 96.

Die Grundrechnung hat einen stetigen Charakter, der es erlaubt Kostenrechnungsdaten über einen langen Zeitraum zu sammeln<sup>287</sup>. Auswertungs- bzw. Sonderrechnungen sind demgegenüber beweglicher und stärker zweckorientiert. Doch auch die Grundrechnung enthält durchaus prozedurale Elemente wie z.B. für die Disaggregationen oder für die selektive Verdichtungen. Sie muß vor allem folgenden Anforderungen genügen<sup>288</sup>:

- *Mehrdimensionalität*: Eine große Zahl der in multidimensionalen Informationssystemen benötigten Bezugsobjekte müssen berücksichtigt werden, denen die einzelnen (Kosten-) Positionen nach dem Identitätsprinzip zugerechnet werden können. Es dürfen nur homogene Größen zusammengefaßt werden.
- *Zweckpluralität*<sup>289</sup>/*Verrechnungsfreiheit*: Die Daten sollen im Hinblick auf vielseitige Auswertungsmöglichkeiten gespeichert werden und dürfen keine auswertungsabhängigen Verrechnungen enthalten. Die Daten müssen mit höchster Detaillierung bzw. feinsten Granularität abgelegt werden.
- *Einfache Auswertbarkeit*: Die Grundrechnung muß jederzeit für eine Vielzahl von unterschiedlichen Sonder- und Auswertungsrechnungen Daten liefern können.

SCHMALENBACH schreibt hierzu zusammenfassend: „Die Grundrechnung muß die Kosten und Leistungen in einer Detaillierung liefern, daß sich die nötigen Sonderrechnungen mühelos anschließen lassen. Es dürfen nicht Kostenarten zusammengezogen sein, die man zum Zweck der Sonderrechnungen einzeln haben will“<sup>290</sup>.

Bei der Gestaltung der Grundrechnung muß die Art der monetären Bewertung der Elemente festgelegt werden. Die Grundrechnung wäre nur durch eine Mengenrechnung wirklich zweckneutral, diese Möglichkeit besteht in der Regel allerdings nur auf der untersten Detaillierungsebene. Werden allerdings heterogene Größen für Auswertungen zusammengefaßt und die Entscheidung sich nicht an Verbrauchs- oder Leistungsmengen orientiert oder keine MengenkompONENTEN vorhanden sind, muß eine monetäre Bewertung durchgeführt werden<sup>291</sup>. RIEBEL verfolgt mit dem entscheidungsorientierten Kostenbegriff eine Koppelung von Mengen- und Wertkomponenten. Er empfiehlt, in der vergangenheitsorientierten Rechnung nach realisierten Anschaffungsausgaben bzw. Erlösen und analog für die Zukunft nach erwarteten Größen zu bewerten. In der Grundrechnung sollten die Wertarten offengelegt und die Aggregation auf verschiedenen Wertarten basierender Größen vermieden werden. Mengengerüst und Preise sollten getrennt ausgewiesen werden<sup>292</sup>.

---

<sup>287</sup> Schmalenbach 1956, S. 268.

<sup>288</sup> Haun 1987, S. 14 f; Hummel 1970, S. 56 ff; Riebel 1979, S. 863 ff; Schmalenbach 1956, S. 269; Siehe auch GOETZ, der „three basic rules governing the initial recording of cost data“ definierte (Goetz 1949, S. 137 ff).

<sup>289</sup> Manche Autoren fordern sogar die Zweckneutralität der Grundrechnung, wie z.B. Weber 1983, S. 174.

<sup>290</sup> Schmalenbach 1956, S. 269.

<sup>291</sup> Riebel 1979, S. 865.

und Preise sollten getrennt ausgewiesen werden<sup>292</sup>. Dadurch wird eine eventuelle Umbewertung zu einem späteren Zeitpunkt erleichtert.

Zeitlich oder sachlich abgrenzbare Kalkulations- bzw. Untersuchungsobjekte, denen Kosten und Erlöse als Geld- oder Mengengrößen zugerechnet werden können, werden als Entscheidungs- bzw. Bezugsobjekte bezeichnet<sup>293</sup>. Klassische Entscheidungsobjekte sind Kostenträger, wie Produkt oder Artikel, weitere Beispiele sind einzelne Kostenstellen, Aufträge und Auftragsgrößen, Marktgebiete, Kunden oder Vertriebswege<sup>294</sup>. Hinsichtlich Kosten und Erlös bewertete Entscheidungsobjekte dienen als Grundlage von Entscheidungen im Unternehmen, wie z.B. für make-or-buy-Analysen. Entscheidungsobjekte stehen normalerweise in einer hierarchischer Beziehung untereinander. RIEBEL nennt verschiedene Arten von betriebswirtschaftlichen Bezugsobjekthierarchien<sup>295</sup>:

- *Entscheidungshierarchien*: Hierarchien, die hinsichtlich spezieller Problemstellungen unter Berücksichtigung der Dispositionsverkettungen gebildet werden.
- *Merkmalshierarchien*: Hierarchien, die aufgrund von Merkmalsausprägungen der Entscheidungsobjekte bestehen.
- *Periodenhierarchien*: Hierarchien über betrachtete Zeiträume.

In enger Verbindung stehen weitere Hierarchietypen, die angeben, wie Entscheidungshierarchien strukturell aufgebaut sind. Die Abgrenzung dieser Hierarchietypen ist nicht überschneidungsfrei.

- *Aggregations-/Verdichtungshierarchien*: Die Daten unterer Ebene werden auf höherer Ebene verdichtet.
- *Zurechnungshierarchien*: Kosten- und Leistungen werden Entscheidungsobjekten hierarchisch zugerechnet.
- *Abdeckungshierarchien*: Einzelerlöse einer unteren Ebene decken die Kosten einer höheren Ebene.

Die Grundrechnung der Einzelkosten ist nach RIEBEL simultan Kostenarten-, Kostenstellen- und Kostenträgerrechnung, da die Kosten gleichzeitig zu verschiedenen Entscheidungsobjekten gehören können<sup>296</sup>. Sie ist damit das semantische Konzept für eine *universell* auswertbare multidimensionale Datensammlung.

---

<sup>292</sup> Riebel 1979, S. 866.

<sup>293</sup> Fischer/Rogalski 1995, S. 35; Riebel 1994, S. 759.

<sup>294</sup> Witt 1991, S. 20. Diese Beispiele sind typische betriebswirtschaftliche Dimensionen (siehe Abschnitt 4.2.1).

<sup>295</sup> Riebel führt die Hierarchien in einem Glossar auf, ohne diese näher zu erläutern (Riebel 1994, S. 759). Teile der Interpretation der Begriffe stammen von Schmitz 1997, S. 105 f. Siehe auch *strukturelle Dimensionstypen* in Abschnitt 4.2.2.

<sup>296</sup> Riebel 1979, S. 877.



### 4.1.2 Strukturebenen

Die Architektur von Grund- und Auswertungsrechnungen folgt einem mehrstufigen Aufbau (siehe Abb. 18). An unterster Stelle steht die Erfassung aller benötigten Daten, z.B. über eine automatisierte Betriebsdatenerfassung, über Vorgaben oder durch rechnerische Ermittlung. In der Grundrechnung sollen Kosten und Erlösdaten zweckplural, also ohne Bezug auf mögliche Auswertungen, gesammelt werden. Die Grundrechnung nach RIEBEL setzt sich aus drei Bestandteilen zusammen<sup>297</sup>:

- In der urbelegnahen *primären Grundrechnung* sollen nur direkt erfaßte Größen und nur ursprüngliche Kosten- und Erlösarten ausgewiesen werden. Die primäre Grundrechnung enthält nur reine Datenelemente.
- Teilweise werden Gemeinkosten oder -erlöse in bereits vorverdichteter Form in die primäre Grundrechnung übernommen und dabei einem in der Entscheidungshierarchie entsprechend höher stehenden Objekt zugewiesen<sup>298</sup>. Um diese für das Entscheidungsobjekt unechten Gemeinkosten oder -erlöse auf eine niedrigere Ebene herunter zu brechen, werden Kosten oder -erlöse mit Hilfe von sachökonomisch begründeten Schlüsseln disaggregiert und die Ergebnisse gesondert in der *sekundären Grundrechnung* ausgewiesen. Analog wird für Mischkosten<sup>299</sup> verfahren.
- Durch Verdichtungen werden die detaillierten Daten aus primärer und sekundärer Grundrechnung für Auswertungen der Auswertungsrechnung in unterschiedlichen Granularitäten in der *verdichteten Grundrechnung* abgelegt. Dies ist z.B. für eine schnelle Top-down-Betrachtung bei der Ursachenanalyse hilfreich. Auf höchster Detaillierungsstufe ausgewiesene Abweichungen werden durch Herunterbrechen auf Teilansichten bis zu ihren eigentlichen Ursprüngen verfolgt<sup>300</sup>. Die Verdichtung erfolgt selektiv bzw. heterogen bezüglich der qualitativen Merkmale (Deskriptoren) der Entscheidungsobjekte, das heißt, daß nur eine Auswahl von Merkmalsausprägungen bei der Aggregation erhalten bleibt<sup>301</sup>. Je weniger Merkmalsausprägungen bei der Verdichtung erhalten bleiben, desto höher wird die Zahl der Verdichtungsrichtungen<sup>302</sup>. Bei Verdichtungen handelt es sich nicht um Auswertungen im engeren Sinne, da die Werte zwar abgeleitet, nicht aber transformiert werden.

---

<sup>297</sup> Riebel 1979, S. 882 ff.

<sup>298</sup> Ein Beispiel sind Telefongebühren, die evtl. für jeden Apparat getrennt erfaßt werden, aber den Entscheidungsobjekten nicht verursachungsgerecht zugeordnet werden, sondern global für eine Kostenstelle ausgewiesen werden.

<sup>299</sup> Mischkosten sind von einer bestimmten Bezugsgröße teilweise oder unterschiedlich abhängig.

<sup>300</sup> siehe auch Drill Down in Abschnitt 3.5.3.

<sup>301</sup> Riebel 1979, S. 885.

<sup>302</sup> Als Verdichtungsrichtung bezeichnet Riebel ein Merkmal, dessen Ausprägungen beim Verdichten zusammengefaßt werden. Multidimensional gesehen erreicht man die nächst höhere Ebene innerhalb einer Dimension.



Abb. 18 Grundrechnung und Auswertungsrechnung<sup>303</sup>

RIEBEL definiert die Grundrechnung allgemeiner als Schmalenbach, nach dem nur die primäre und gegebenenfalls die sekundäre Grundrechnung eine Grundrechnung im engeren Sinne ist. Dies wird daher auch von HAUN kritisiert, der zwar die Verdichtung zur Verbesserung des Antwortzeitverhaltens für Abfragen befürwortet, aber deren gesonderte Ausweisung außerhalb der Grundrechnung fordert<sup>304</sup>. Die oberste Ebene der Architekturdarstellung in Abb. 18 bilden Auswertungsrechnungen, die sich durch ihre Zweckbezogenheit auszeichnen. Auswertungsrechnungen sind ein Bestandteil von Berichtssystemen, so daß sie sich analog zu Berichtsarten in standardisierte Rechnungen und individuelle Sonderrechnung bzw. Ad-hoc-Auswertungen differenzieren lassen. Als standardisierte Auswertungsrechnung können z.B. die aus der verdichteten Grundrechnung erfolgende Betriebsabrechnung, oder eine Grenzplankostenrechnung angesehen werden. Die Entscheidungsobjekte der Auswertungsrechnung gehen mit der Grundrechnung konform.

#### 4.1.3 Grundrechnung, Auswertungsrechnung, OLAP

BACK-HOCK nimmt 1993 an, daß die Grundrechnung in ihrer „reinsten Form“ für das urbelegnahe, mehrdimensionale Rechnungswesen auch mit modernen IV-Mitteln nicht umsetzbar ist<sup>305</sup>. Demgegenüber weisen FISCHER/ROGALSKI im gleichen Jahr darauf

<sup>303</sup> In Anlehnung an Riebel 1979, S. 889.

<sup>304</sup> Haun 1987, S. 14.

<sup>305</sup> Back-Hock 1993, S. 43.

hin, daß durch die relationale Datenbanktechnik *alle* atomaren Elemente der Grundrechnung nach Mengen- und Wertgerüst redundanzfrei gespeichert werden können<sup>306</sup>. Hieran wird deutlich, daß über die genaue Ausprägung der Grundrechnung keine Einigkeit besteht, und es prinzipiell noch feinste nicht abgebildete Elemente geben kann. Es ist allerdings fraglich, ob es hinsichtlich einer teilweise angestrebten Entfeinerung des Rechnungswesen überhaupt ökonomisch ist, alles auf detaillierterster Ebene zu speichern.

Ordnet man das Data-Warehouse- und OLAP-Konzept in den Kontext von Grund- und Auswertungsrechnungen ein, so erkennt man, daß die Konzepte primär dem Bereich der Auswertungsrechnungen, aber auch der verdichteten Grundrechnung zugerechnet werden können (siehe Abb. 19). Die verdichtete Grundrechnung kann man daher den Basisdatenstrukturen eines Data Warehouse zuzählen, wohingegen Auswertungsdatenstrukturen, also höhere Verdichtungsebenen z.B. für OLAP-Server, den Auswertungsrechnungen zugeordnet werden können. Bei Data-Warehouse- und OLAP-Konzept stehen meist informationstechnische Anforderungen im Vordergrund, wohingegen bei der Grundrechnung die betriebswirtschaftlichen Anforderungen überwiegen. Die Prinzipien der Grundrechnung sollen hier als die konzeptionelle Grundlage für die entscheidungsorientierte Datenstrukturierung von Data Warehouses und OLAP-Systemen angesehen werden. Eigenschaften wie Dauerhaftigkeit, Multidimensionalität oder Entscheidungsorientierung sind dabei allen Ausprägungen gemeinsam.

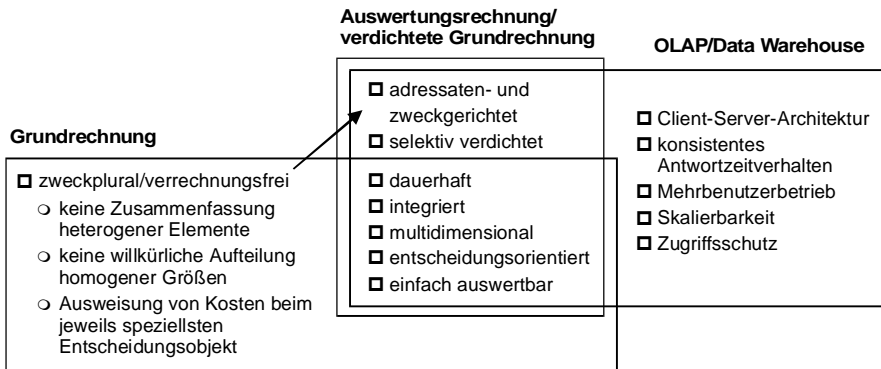


Abb. 19 Anforderungen im Vergleich

Es kann zwar davon gesprochen werden, daß ein Data Warehouse auf dem Grundrechnungsprinzip basiert, dennoch ist der Grad der Verrechnungen im Allgemeinen höher, als bei einer „reinen“ Grundrechnung wie für die Einzelkostenrechnung. Der Grad der Zweckpluralität wird daher als „variabel“ angesehen. Der Pfeil in Abb. 19

<sup>306</sup> Fischer/Rogalski 1993, S. 121.

soll diesen Übergang von einer Grundrechnung in einer theoretisch „reinen“ Form, hin zu einer Implementierung in einem Data Warehouse deutlich machen. Natürlich wird auch in einem Data Warehouse größtmögliche Flexibilität und Anwendungsneutralität durch Zweckpluralität angestrebt. Dennoch sind gerade Verdichtungen ein wesentliches Kennzeichen von Data-Warehouse- oder OLAP-Systemen, so daß die Zuordnung von Werten zu Entscheidungsobjekten nicht unbedingt auf dem niedrigstmöglichen Aggregationsniveau vorgenommen wird, wie in der Grundrechnung gefordert. Der Grad der Verrechnungsfreiheit eines Data-Warehouse-Konzepts ergibt sich vielmehr aus der Balancierung von Wirtschaftlichkeit und theoretischen Anforderungen. Daher sind Abstufungen denkbar, die von der jeweiligen Konzeption abhängig sind.

Die Erfassung der Daten für die Grundrechnung muß auf der Ebene der operativen Systeme angesiedelt werden, da nur hier die Möglichkeit besteht, alle Wertfelder mit den zugehörigen Deskriptoren sowie der genügenden Genauigkeit zu erfassen und zu verarbeiten. Integrierte ERP-Software schaffen mit zentralen – meist relationalen – Datenbanksystemen dafür heute auch eine gute Voraussetzung. Bei der Abbildung von Geschäftsprozessen in solcher Software lassen sich normalerweise alle relevanten Deskriptoren in den betreffenden Anwendungsmodulen als Muß-Eingabefelder konfigurieren, und bestimmte Geschäftsvorfälle, wie z.B. die Fertigstellung eines Auftrags und dessen Bezahlung, werden für die Kosten- und Leistungsrechnung automatisch mitgebucht.

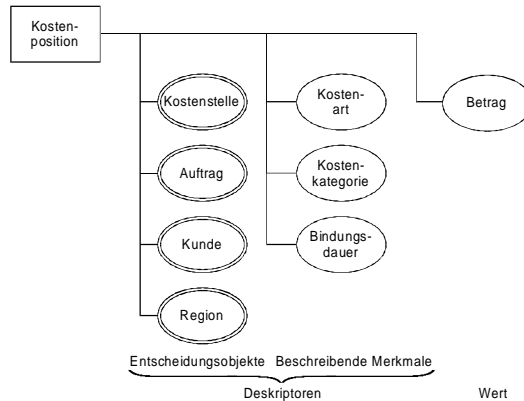


Abb. 20 Kostenposition in der Grundrechnung<sup>307</sup>

Realisiert werden Grund- und Auswertungsrechnung durch eine mehrdimensionale Strukturierung der Daten, die sich durch quantitative, qualitative und chronologische Merkmale beschreiben lassen<sup>308</sup>. Durch quantitative Merkmale werden die Mengen-

<sup>307</sup> In Anlehnung an Haun 1987, S. 82.

<sup>308</sup> Riebel 1979, S. 867.

und Wertkomponenten beschrieben, die sich meßtechnisch erfassen lassen, wie z.B. Arbeitszeit oder Faktorverbrauch, sie stellen die eigentlich interessierenden Werte dar. Durch qualitative Merkmale lassen sich Daten nach verschiedenen Kriterien bestimmten Entscheidungs- bzw. Bezugsobjekten zuordnen, wie z.B. Kostenstellen oder -trägern. Chronologische Merkmale dienen der zeitlichen Festlegung, zeitpunkt- oder zeitraumbezogen. Prinzipiell setzt sich ein Eintrag in der Grundrechnung aus einem Wertfeld und mehreren Deskriptoren zusammen. Speziell in der Kostenrechnung kann man Deskriptoren noch nach Entscheidungsobjekten, für die der zu speichernde Wert den Charakter von Einzelkosten hat, und beschreibenden Merkmalen bzw. Klassifikationskategorien unterscheiden<sup>309</sup>. Abb. 20 zeigt beispielhaft eine Kostenposition mit den dazugehörigen Attributen, getrennt nach Deskriptoren und Wertfeld. Die Entscheidungsobjekte sollen die Kostenposition eindeutig festlegen und dienen daher als Identifikationsschlüssel.

Durch die Deskriptoren läßt sich die Forderung nach Mehrdimensionalität erfüllen: jeder Deskriptor bildet eine neue Dimension. Es lassen sich Werte nach den verschiedenen Dimensionen herausfiltern, z.B. nach Kunden oder Regionen. Eine Zeile der Tabelle entspricht dann einer Kostenposition. Eindeutig beschrieben ist ein Wert nur durch alle Deskriptoren, deren Gesamtheit somit den Identifikationsschlüssel bildet. Verrechnungsfreiheit kann man realisieren, indem alle Werte in unverdichteter Form gespeichert werden, also noch in keinerlei Hinsicht ausgewertet wurden.

1.	Allgemeine Werbung für Produkt a	45 TDM
2.	Werbung für Produkt a beim Großhandel (GH) im Absatzgebiet „Nord“ (N)	5 TDM
3.	Werbung für Produkt a beim Einzelhandel (EH) im Absatzgebiet „Nord“ (N)	15 TDM
4.	Allgemeine Werbung für Produkt b	90 TDM
5.	Werbung für Produkt b im Absatzgebiet „Nord“ (N)	20 TDM
6.	Überregionale Werbung um Kundengruppe Großhandel (GH)	70 TDM
7.	Werbung um Kundengruppe Großhandel (GH) im Absatzgebiet „Nord“ (N)	50 TDM
8.	Werbung um Kundengruppe Einzelhandel (EH) im Absatzgebiet „Nord“ (N)	30 TDM
9.	Allgemeine Werbung im Absatzgebiet „Nord“ (N)	120 TDM
	$\Sigma$	445 TDM

Tab. 9 Grundrechnungsbeispiel für mehrdimensionale Bezugsobjekte<sup>310</sup>

Als Problemstellung beim Ausweis mehrdimensionaler Daten führt RIEBEL ein Beispiel aus dem Marketing für Werbemaßnahmen an, die für ein-, zwei- oder dreidimensionalen Bezugsobjekte ausgewiesen werden (siehe Tab. 9). RIEBEL stellt mehrere Beispiele zur Darstellung in Grundrechnungstabellen vor. Die meisten Vorschläge sind

<sup>309</sup> Haun 1987, S. 82.

<sup>310</sup> Riebel 1979, S. 879.

in ihrer Realisierung sehr aufwendig oder entsprechen nicht den Anforderungen der primären Grundrechnung. Die von ihm favorisierte Lösung weist nicht nur eindimensionale, sondern auch mehrdimensionale komplexe Entscheidungsobjekte aus (siehe Tab. 10). In die Zeilen der Tabelle werden Kostenarten eingetragen. In den Spalten werden alle Bezugsobjekte abgelegt und mehrdimensionale Kombinationen der Bezugsobjekte. Theoretisch ist eine Zurechnung zu allen Kombinationsmöglichkeiten der Bezugsobjekte möglich, so daß die Tabelle eine maximale Spaltenanzahl von  $2^n-1$  besitzen kann, wobei  $n$  für die Anzahl eindimensionaler Bezugsobjekte steht. Praktisch wird die Spaltenanzahl geringer sein, da nicht alle Kombinationen auch reale betriebswirtschaftliche Zusammenhänge abbilden werden.

Die Anforderungen der Grundrechnung sind bei dieser Form der Tabellendarstellung erfüllt. Dennoch geht bei einer solchen Darstellung der Überblick über die betriebswirtschaftlichen Zusammenhänge leicht verloren. Sehr gut läßt sich die von RIEBEL skizzierte Problemstellung durch eine semantische multidimensionale Modellierung darstellen. Abb. 21 gibt im Vorgriff auf die folgenden Kapitel eine Übersicht der Darstellungsweise. Es ergibt sich ein betriebswirtschaftlicher Analysebereich mit einer zentralen Kennzahl Kostenposition, die durch die hierarchischen Dimensionen Kunden, Produkt, Region, Zeit und durch eine Kontenrahmendimension für die Kostenarten beschrieben wird. Die hierarchischen Dimensionen enthalten jeweils zwei Ebenen. Die untere Ebene jeder Dimensionshierarchie enthält neben den spezifischen Ausprägungen auch jeweils eine übergeordnete Ausprägung, wie z.B. kundengruppenübergreifend für Kundengruppe. Betriebswirtschaftlich gesehen könnte man auch eine Zwischenebene für die übergreifenden Ausprägungen anlegen, auf der man die aggregierten spezifischen Einzelkosten den übergeordneten Einzelkosten gegenüberstellt. Darauf wurde hier verzichtet, da im Sinne der primären Grundrechnung die unterste Ebene korrekt nach den jeweiligen Entscheidungsobjekten dargestellt ist und die oberen Ebenen der verdichteten Grundrechnung auch im Rahmen von Auswertungsrechnungen neu strukturiert werden können.

Bezugs- objekte Kosten- art	eindimensionale Be- zugsobjekte				zweidimensionale Bezugsobjekte			dreidimensionale Bezugsobjekte		$\Sigma$
	a	b	GH	N	b/N	GH/N	EH/N	a/GH/N	a/EH/N	
Wer- bung	45	90	70	120	20	50	30	5	15	445
(Fall)	(1)	(4)	(6)	(9)	(5)	(7)	(8)	(2)	(3)	
....	..	..	..	..	..	..	..	..	..	

Tab. 10 Ausweis komplexer Bezugsobjekte in einer einzigen Grundrechnungstabelle<sup>311</sup>

<sup>311</sup> Riebel 1979, S. 880.

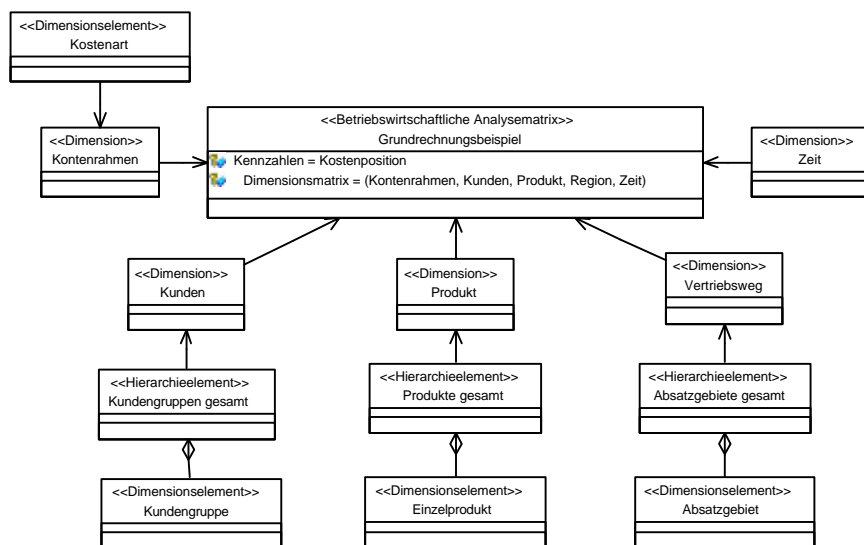


Abb. 21 Multidimensionale Darstellung des Grundrechnungsbeispiels

## 4.2 Kernelemente von multidimensionalen Controlling-informationssystemen

### 4.2.1 Kennzahlen

Da Data-Warehouse- und OLAP-Konzept aus dem angelsächsischen Raum stammen und nicht ausschließlich auf die Kostenrechnung bezogen sind, differiert die Terminologie im Vergleich zum Grundrechnungskonzept. Die „Informationsbausteine“ für Mengen- und Wertgrößen der Grundrechnung werden im Folgenden als Kennzahlen bezeichnet. Die Entscheidungsobjekte der Grundrechnung, die informationstechnisch durch Deskriptoren beschrieben werden, werden in Analogie zum grafischen Verständnis eines Würfels Dimensionen genannt.

Kennzahlen sind die quantitativen Inhalte von OLAP-Würfeln. Sie sind meist in numerischer Form vorliegende Werte, wie die Umsatzdaten in Abb. 12. Multidimensionale Systeme können aber auch textuelle oder multimediale Inhalte speichern, soweit sie sich multidimensional strukturieren bzw. kategorisieren lassen. Ein Beispiel wären Gen-Datenbanken, in denen sich wiederholende DNA-Abschnitte textuell speichern ließen. Im Folgenden steht die betriebswirtschaftlich numerische Anwendung im Vordergrund.

Zum Begriff der Kennzahl in OLAP-Systemen werden einige Begriffe in Veröffentlichungen synonym benutzt. So kann man neben Kennzahl auch häufig den Begriff *Variable* finden, der aber uneinheitlich benutzt wird. In englischen Artikeln wird von *Va-*

*riables, Facts, Measures* oder *Measured Facts*<sup>312</sup> gesprochen. *Variables* und *Facts* lassen sich leicht mit *Variablen* und *Fakten* übersetzen. Viele deutsche Autoren übersetzen *Measure* mit *Kennzahl*, wohingegen einige andere *Measures* teilweise in direkter Anlehnung an Wörterbücher mit Maßeinheiten oder Maßzahlen übersetzen und Stück oder Währung als Beispiel nennen<sup>313</sup>. *Measured Facts* kann man auch mit *Fakten* übersetzen, was der Systematik des Star Schema entsprechen würde und damit ein Synonym für *Variable* wäre. Hierbei wird allerdings die semantische und die logische Ebene der Modellierung vermengt. Weiterhin werden *Kennzahlen* in der Literatur als Dimension betrachtet<sup>314</sup>, was durch die Verwendung des Begriffs *Measure Dimension*<sup>315</sup> zum Ausdruck gebracht wird<sup>316</sup>. Welche Übersetzung korrekt ist, muß dem konkreten Zusammenhang entnommen werden.

Eine ähnliche Uneinheitlichkeit besteht auch bei der deutschsprachigen Definition des Begriffs der betriebswirtschaftlichen Kennzahl selbst, da synonym z.B. Maßzahlen, Meßziffern aber auch Richtzahlen oder Richtziffern benutzt werden<sup>317</sup>. Der Maßaspekt soll hier nicht im Vordergrund stehen, so daß im Folgenden implementierungstechnisch von *Variablen* und konzeptionell von (betriebswirtschaftlichen) *Kennzahlen* gesprochen wird. Informationstechnisch gesehen sind *Variablen* die Behälter, in denen *Kennzahlen* gespeichert werden. Eine Grundeigenschaft von *Kennzahlen* in multidimensionalen Modellen ist die Meßbarkeit ihrer Merkmalsausprägungen. Allgemein lassen sich Merkmale durch folgende Skalierungen messen:

- *Nominalskalierte Merkmale* lassen sich in ihren Ausprägungen nur durch ihre Bezeichnung unterscheiden. Ausprägungen lassen sich durch Klassifizierung bestimmen (z.B. Plan und Ist). Es besteht keine Ordnung zwischen den Ausprägungen.
- *Ordinalskalierte Merkmale* lassen sich in natürlicher Weise ordnen. Es lassen sich Klassen bilden, die untereinander in einer Rangordnung stehen (z.B. Klasseneinteilung bei Automobilen: A00, A0, A, B, C).
- *Kardinalskalierte Merkmale* besitzen zusätzlich zu einer Rangfolge auch einen Abstand zwischen ihren Merkmalsausprägungen (z.B. Kosten in DM oder Maschineneinsatz in Stunden).

Für Kennzahlen kommt im betriebswirtschaftlichen Bereich nur die kardinale Skalierung in Frage, da Quantifizierbarkeit eine wesentliche Eigenschaft von Kennzahlen ist. Nominale und ordinale Skalierung sind dagegen für die Modellierung von Dimensionselementen relevant.

---

<sup>312</sup> Z.B. Kimball 1996a, S. 22.

<sup>313</sup> Z.B. Holthuis 1997, S. 15.

<sup>314</sup> Die Besonderheiten einer Kennzahlendimension werden im folgenden Abschnitt behandelt.

<sup>315</sup> Z.B. Kenan Technology 1995, S. 24.

<sup>316</sup> In einigen OLAP-Produkten werden Variablen dieser Anschauung folgend wie Dimensionen implementiert.

<sup>317</sup> Nowak 1966, S. 708.



## 4.2.2 Dimensionen

### 4.2.2.1 Begriff

In multidimensionalen Datenstrukturen werden in der Regel keine detaillierten Tagesdaten, sondern vorverdichtete Daten abgelegt, die nach bestimmten Gebieten bzw. Entscheidungsobjekten verdichtet sind. Diese Gebiete oder Objekte werden klassifiziert und unter einem gemeinsamen Oberbegriff als Dimension zusammengefaßt. Dimensionsdaten werden auch als Deskriptoren oder Attribute der betriebswirtschaftlichen Kennzahlen bezeichnet. Sie beinhalten aus informationstechnischer Sicht Strukturdaten, z.B. die Zuordnung eines Entscheidungsobjekts zu einer bestimmten Artikelgruppe, und beschreibende Daten, z.B. der Farbcode eines Entscheidungsobjekts. Struktur- oder beschreibende Daten beinhalten daher diskrete numerische oder textuelle Werte.

Die Entscheidungsobjekte werden als Dimensionselemente aufgefaßt. Die wichtigsten Dimensionselemente sind Entscheidungshierarchien, durch die Verdichtungswege strukturell festgelegt werden. Entweder können hierbei mehrere untergeordnete Werte zu einem in der Hierarchie höher liegenden Wert verdichtet werden, oder ein verdichteter Wert kann Einzelwerten zugeordnet werden. Hierarchien bestehen aus unterschiedlichen Hierarchieebenen. Hierbei enthält die oberste Ebene die Daten mit der höchsten Granularität, wohingegen in der untersten Ebene die Daten mit niedrigster Granularität bzw. von höchster Detaillierung hinterlegt werden. Theoretisch kann eine Dimension beliebig viele Hierarchien besitzen. Durch eine Dimension kann z.B. der *Vertriebsweg* beschrieben werden; das Dimensionselement *geographische Vertriebsweghierarchie* könnte dabei die Ausprägungen *Nord-*, *Mittel-* und *Südeuropa* untergliedert sein. Zu *Nordeuropa* gehören mehrere Länder, zu jedem Land mehrere Städte. Die Modellierung von Dimensionen und Dimensionselementen sollte sehr gründlich erfolgen, damit Analysen über möglichst viele Ausprägungen möglich werden.

### 4.2.2.2 Betriebswirtschaftliche Dimensionstypen

Dimensionen sind abhängig vom betriebswirtschaftlichen Anwendungsgebiet und von der Art der jeweiligen Analysen. So werden Anwender unterschiedlicher Bereiche individuelle Dimensionen verlangen. Es existiert allerdings eine Reihe von immer wiederkehrenden Standarddimensionen mit den dazugehörigen Verdichtungswegen. Beispiele für betriebswirtschaftliche Standarddimensionen sind<sup>318</sup>:

□ *Zeit*

Zeit ist ein grundlegender betriebswirtschaftlichen Dimensionstyp, da es praktisch keine Kennzahlen gibt, die nicht zeitpunkt- oder zeitraumbezogen sind. In Controllinginformationssystemen überwiegt die zeitraumbezogene Betrachtung von

---

<sup>318</sup> Siehe auch Holthuis 1997, S. 15; Behme/Schimmelpfeng 1993, S. 7; Tiemeyer 1996, S.112. Fischer/Rogalski unterscheiden grundsätzlich zwischen absatzwirtschaftlichen, produktionswirtschaftlichen und aufbauorganisatorischen Dimensionstypen (Fischer/Rogalski 1995, S. 36 ff).

Bewegungsgrößen<sup>319</sup>. Die Abbildung von Bewegungsgrößen ist daher in multidimensionalen Systemen sehr einfach. Die Behandlung von Bestandsgrößen, bzw. zeitpunktbezogenen Kennzahlen muß demgegenüber genauer geplant werden. Kennzahlen wie Preis oder Lagerbestand können z.B. durch Stichtagsregelung oder Durchschnittsbildung auf einen Zeitraum bezogen werden, um die Kombination von Bestands- und Bewegungsgrößen in Analysen zu ermöglichen.

Die Granularität der kleinsten Intervalle der Zeitdimension ist abhängig von den operativen Quellsystemen. Sie kann nicht feiner sein, als die der Inputdaten und ist in der Regel sogar deutlich gröber. Die feinste Granularität, die in multidimensionalen Informationssystemen benötigt wird, ist anwendungsspezifisch. Eine Vielzahl von Controllingauswertungen beziehen sich auf den Monat. Im Handelscontrolling sind auch der Tag oder die Woche relevante Intervallgrößen. Ein Verdichtungsweg für Zeit kann z.B. „Tag → Woche → Monat → Quartal → Jahr“ lauten. Dieser Verdichtungsweg ist allerdings nicht eindeutig und muß sich strukturell anpassen. Bei der Verdichtung von Woche zu Monat ist zu beachten, daß eine Woche nach westlichem Standard mit einem Montag beginnt. Der Monatserste kann aber jeder beliebige Wochentag sein, so daß Wochen, innerhalb derer ein Monatswechsel stattfindet, auf zwei Monate aufgeteilt werden müssen. Auch besteht ein Monat nicht genau aus vier Wochen. Dadurch entspricht die Verdichtung einer Kennzahl aus vier Wochen nicht automatisch dem Monatsergebnis. Vermieden werden kann dieses Problem, wenn die Woche als Verdichtungsebene innerhalb des Verdichtungswegs weggelassen wird und außerhalb der Hierarchie als eigenständige Verdichtung definiert wird: „Tag → Monat → Quartal → Jahr“ sowie „Tag → Kalenderwoche“.

Weitere Probleme können beim Vergleich von bestimmten Kennzahlen mit dem jeweiligen Vorjaheresergebnis entstehen, da Monate verschiedener Jahre eine unterschiedliche Anzahl von Arbeitstagen bzw. Verkaufstagen haben, z.B. durch bewegliche Feste oder durch die normale jährliche Datumsverschiebung um einen Tag bzw. um zwei Tage bei Schaltjahren. Eine Verschiebung anderer Art betrifft vom Kalenderjahr abweichende Geschäftsjahre. Werden für Marktanalysen externe Datenquellen herangezogen, so beziehen sich diese üblicherweise auf das Kalenderjahr. Dadurch müssen in ein und demselben multidimensionalen Modell parallele Verdichtungshierarchien für das Jahr aufgebaut werden, oder die Daten entsprechend uminterpretiert werden.

Bei Zeit handelt es sich um einen so wichtigen Dimensionstyp, daß sie die meisten OLAP-Datenbanksysteme inklusive von Grundfunktionalitäten standardmäßig implementiert haben<sup>320</sup>. Zum Teil kann man mit solchen Anwendungen ohne Zeitdimension überhaupt kein Analysemodell aufbauen.

---

<sup>319</sup> Kern 1993, Sp. 4783.

<sup>320</sup> Raden 1996, o. S.

- *Ausprägung*  
Mögliche Ausprägungen bzw. Szenarien sind Plan, Soll oder Ist. Die Daten haben in bezug auf die anderen Dimensionen die gleiche Semantik und bilden nur Varianten oder Versionen. Eine weitere Art der Ausprägung in der Kostenrechnung ist Differenzierung in fixe oder variable Kostenanteile.
- *Unternehmen*  
Durch eine Dimension für die Unternehmensstruktur können die betriebswirtschaftlichen Kennzahlen den sie zu verantworteten Einheiten zugewiesen werden. Die Dimension muß daher in der Lage sein, verschiedene organisatorische Modelle abbilden zu können, z.B. von einer streng hierarchischen Struktur bis hin zu Matrixorganisationen. Eine Dezentralisierung der Erfolgsverantwortung in Form von Profit-Centern oder rechtlich selbständigen Einheiten muß ebenso möglich sein, wobei bei letzteren gegebenenfalls die gesetzlichen Bestimmungen bezüglich für die externe Rechnungslegung beachtet werden müssen. In Konzernstrukturen muß z.B. eine Eliminierung von finanziellen oder leistungswirtschaftlichen Beziehungen in Form von entsprechenden Konsolidierungsmethoden innerhalb der Dimension für die Unternehmensstruktur erfolgen.
- *Artikel*  
Im Normalfall wird die Artikel- bzw. Produktstruktur hierarchisch in Baumform aufgebaut. Ein Verdichtungsweg kann z.B. „Marke → Artikelgruppe → Artikel“ lauten. Besonderheiten der Artikelstruktur sind z.B. Sondermodellgruppen bzw. gezielte Marketingaktionen für bestimmte Artikelgruppen oder Artikel, deren Erfolg sich bei Analysen nachvollziehen lassen soll. Diese Aspekte könnten innerhalb der Artikel- oder Vertriebsdimension oder separat in einer neuen Dimension berücksichtigt werden. Vorgeschlagen wird die Generierung einer „kausalen Dimension“, die explizit verkaufsfördernde Maßnahmen wiedergibt<sup>321</sup>.
- *Vertrieb*  
Durch eine Dimension für die Vertriebsstruktur soll das Vertriebscontrolling in die Lage versetzt werden, den Erfolg differenziert nach den einzelnen Verantwortlichen betrachten zu können. Eine vertriebspezifische Gliederung für die unternehmensinterne Hierarchie ist z.B. „Geschäftsleitung → Vertriebsleitung → Verkaufsleitung → Mitarbeiter Vertrieb“<sup>322</sup>. Eine geographisch orientierte Gliederung wäre „Land → Region → Stadt → Filiale“.
- *Geographie*  
Wie beim Vergleich des vorhergehenden Beispiels für eine Vertriebsstruktur mit dem Beispiel für eine geographische Struktur deutlich wird, ähneln sich beide häufig. Dies kann dazu verleiten, beide Sichtweisen in einer Dimension zu integrieren. Bei der Modellierung sollte genau beachtet werden, ob dies wirklich sinn-

---

<sup>321</sup> Kimball 1996c, o.S.

<sup>322</sup> Peters/Schomburg 1998, S. 306.

voll ist, da durch die Vermengung von räumlichen und verantwortungsbezogenen Gliederungsebenen die Analyse erschwert werden kann. Während eine verantwortungsbezogene Hierarchie an der Unternehmensorganisation orientiert ist, muß eine räumliche Hierarchie die Analyse regionaler Unterschiede ermöglichen<sup>323</sup>.

□ *Kunden*

Als ein wichtiges Einsatzgebiet von Data-Warehouse- und Data-Mining-Projekten wird häufig die Analyse des Kaufverhaltens von Kunden genannt<sup>324</sup>. Die Struktur dieses Dimensionstyps sollte daher nach Marketing-Gesichtspunkten festgelegt werden. Gängige Dimensionselemente sind Kundengruppen und Kunden. Eine genauere Kategorisierung einer Kundendimension kann mit Methoden der Marktforschung erfolgen (siehe kategorischer Dimensionstyp im folgenden Abschnitt).

□ *Kontenrahmen*

Ein Kontenrahmen stellt eine sinnvolle Strukturierung einer Dimension dar, wenn Positionen aus Finanzbuchhaltung oder Kostenrechnung in ein multidimensionales System übernommen werden sollen. Kennzahlen sollten aber nur auf Saldenebene aus den abgeschlossenen Konten oder der GuV und Bilanz übernommen werden, da sich multidimensionale Systeme nicht zur Abbildung von Transaktionen, wie z.B. einer Buchung im Sinne der Doppik eignen<sup>325</sup>. Gerade Bilanz und GuV lassen sich durch ihren hierarchischen Aufbau gut als Kontenrahmen abbilden. Operationen wie Drill Down sind innerhalb von Bilanzpositionen möglich. Ist in einem konkreten multidimensionalen Modell die Unternehmensstruktur eine weitere Dimension, so könnte z.B. von der Konzernbilanz zur Unternehmensbilanz und weiter zur Bilanz einzelner Profit Center navigiert werden.

□ *Maßgrößen*

Eine Dimension für Maßgrößen ist dann sinnvoll, wenn sich eine Variable bzw. Kennzahl in verschiedener Weise messen läßt. Viele Kennzahlen aus dem Produktionsbereich lassen sich z.B. mengen- oder wertmäßig darstellen. Meist werden sie zunächst mengenmäßig erfaßt und danach bewertet. Dies hat besondere Relevanz im Konzept der Grundrechnung, da im Rahmen der Zweckneutralität gefordert wird, möglichst viele bzw. ausschließlich Mengeninformationen zu speichern, damit jederzeit eine Neubewertung möglich ist. Es wird sogar eine reine Mengenrechnung vorgeschlagen<sup>326</sup>. In einem multidimensionalen Modell können über eine Maßgrößendimension sowohl mengen- als auch verschiedene Versionen von wertmäßigen Kennzahlen modelliert werden. Strukturell gesehen handelt es sich dabei um einen partitionierenden Dimensionstyp.

---

<sup>323</sup> Bissantz 1998, S. 329.

<sup>324</sup> Z.B. Soeffky 1997, S. 6.

<sup>325</sup> Oehler 1998b, S. 87.

<sup>326</sup> Riebel 1979, S. 865.

□ *Währung*

Modellierungstechnisch gesehen sind Währungsdimensionen ein Untertyp des Maßgrößendimensionstyps. Aufgrund der großen Bedeutung der Währungsumrechnung wird dieser Dimensionstyp noch einmal extra genannt. In der Regel werden in einem multidimensionalen Informationssystem die Daten nur in einer Währung eingelesen und alle anderen über Umrechnungsmethoden abgeleitet. Für die Währungsdimension wird der Vorteil des noch zu behandelnden objektorientierten Modellierungsansatzes deutlich. Die verschiedenen Methoden der Währungsumrechnung werden fest mit dem jeweiligen Dimensionselement gekoppelt, das die betreffende Währung repräsentiert. Im Endeffekt enthält ein Währungsobjekt neben Strukturmerkmalen auch Methoden, und man kann nur über diese Methoden auf den eigentlichen Wert zugreifen.

□ *Kennzahlen*

Dieser Dimensionstyp stellt eine modellierungstechnische Besonderheit dar, da Kennzahlen normalerweise als eigenständiges Kernelement von multidimensionalen Modellen genannt werden. Die Modellierung einer Kennzahlendimension ist dennoch immer dann sinnvoll, wenn mehrere Kennzahlen dieselben Dimensionen besitzen. Dies ist z.B. in der Deckungsbeitragsrechnung bei Bruttoerlös, Nettoerlös und Deckungsbeitrag I der Fall. Zwischen diesen Kennzahlen besteht darüber hinaus sogar ein rechnerischer Zusammenhang, da diese Kennzahlen aufeinander aufbauen.

Die Benutzung einer Kennzahlendimension bietet sich insbesondere dann an, wenn in einem multidimensionalen Modell ein komplettes Kennzahlensystem abgebildet werden soll. Systeme, wie z.B. der ROI besitzen eine hierarchische Struktur von Verdichtungsebenen, in denen Verdichtungen der Typen I, III und VI gleichzeitig verwendet werden. Dies kann bei der Modellierung der Dimension berücksichtigt werden. Für die spätere Implementierung bieten OLAP-Produkte oft vordefinierte Konstrukte für die Verdichtung und die Navigation (Drill-Operationen) im Kennzahlenbaum an. Beachtet werden muß allerdings, daß in Kennzahlensystemen nicht alle Elemente gleichdimensioniert sind, so daß es bei der Implementierung zu dünnbesiedelten Matrizen kommen kann. Kennzahlendimensionen sind eng verwandt mit der Kontenrahmendimension, sofern sie Kennzahlensysteme abbilden.

Unternehmens-, Produkt-, geographische und besonders die Kundendimension sind von ihrem Typ her besonders häufigen Änderungen unterworfen. Die Produktstruktur ändert sich normalerweise dem Produktlebenszyklus folgend. Alte Produkte werden vom Markt genommen und neue plaziert. Je kürzer der Lebenszyklus ist, desto häufiger muß die Produktdimension angepaßt werden. Die Vertriebsstruktur ändert sich durch Personalwechsel der Verantwortlichen oder der Neuzuteilung von Vertriebsregionen. Besonders häufigen Änderungen unterworfen ist die Kundenstruktur. Kontinu-

ierlich werden neue Kunden aufgenommen oder Kundenattribute ändern sich, wie z.B. die Adresse oder die Einstufung des Zahlungsverhaltens.

#### 4.2.2.3 Strukturelle Dimensionstypen

Dimensionen lassen sich neben der betriebswirtschaftlichen Differenzierung auch nach strukturellen Gesichtspunkten charakterisieren. Einige wichtige Dimensionstypen werden im Folgenden erläutert<sup>327</sup>:

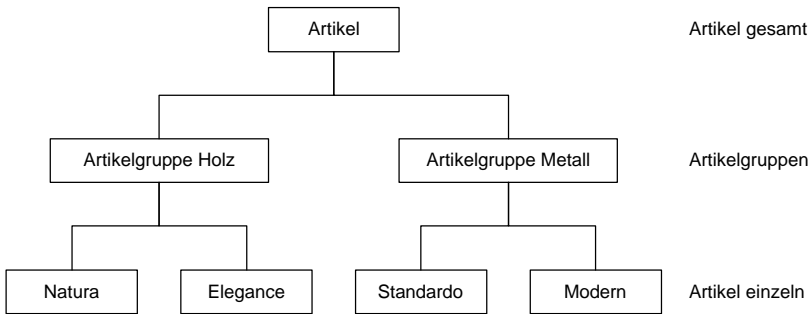


Abb. 22 Hierarchie der aggregierenden Dimension Artikel

#### □ Verdichtender Dimensionstyp

Dimensionen lassen sich vertikal in Ebenen untergliedern. Je nach Dimensionstyp bilden die Ebenen zusammenhängend einen Verdichtungsweg, der aus einer Anzahl von Verdichtungsschritten besteht<sup>328</sup> und sich von der untersten Dimensionsebene bis zur obersten erstreckt. Die Ebenen stehen dabei meist in einem hierarchischen Zusammenhang, so daß man von einer Dimensionshierarchie spricht. Die atomaren Dimensionselemente bzw. Daten der untersten Dimensionsebene besitzen die höchste Detaillierung. Demgegenüber nimmt die Granularität der Daten vertikal nach oben zu. In verdichtenden Dimensionen stehen die Dimensionsebenen in einem direkten hierarchischem Zusammenhang, der die Ebenen meist arithmetisch durch Addition aber auch durch andere Verdichtungsmethoden verbindet. Ein Beispiel für eine verdichtende Dimension ist in Abb. 22 als Baumstruktur<sup>329</sup> dargestellt. Die vier Einzelartikel auf der untersten Ebene gehören logisch zu zwei Artikelgruppen und werden zu diesen gruppiert. Die zwei Artikelgruppen werden zu *Artikel gesamt* zusammengefaßt. Der einfachste Fall für die Struktur einer verdichtenden Dimension liegt dann vor, wenn nur eine Hierarchie in Baumform existiert und sämtliche Blätter dieselbe Tiefe besitzen, das heißt sie

<sup>327</sup> In Anlehnung an Holthuis 1997, S. 16 ff.

<sup>328</sup> Codd 1994, S. 10.

<sup>329</sup> Ein hierarchischer Baum für informationstechnische Darstellungen hat im Gegensatz zur realen Welt seine Wurzel auf oberster und seine Blätter auf unterster Ebene.

haben denselben Abstand zur Wurzel. Jeder Knoten kann dabei eine beliebige Anzahl von Söhnen besitzen.

Bedingt durch spezielle Gegebenheiten und Analysewünsche können Strukturbesonderheiten in verdichtenden Dimensionen auftreten, die sich folgendermaßen typisieren lassen (siehe auch Abb. 23):

- *Typ I: parallele Hierarchien:* Ein Blatt oder ein Knoten besitzt mehrere übergeordnete Knoten (Väter), wobei parallel zu *jeweils* 100% an beide übergeordneten Knoten verdichtet wird (parallele Verdichtungshierarchie). Der Spitzenwert der Wurzel darf nur aus einer Parallel-Hierarchie abgeleitet werden, da er sonst ein Vielfaches des tatsächlichen Spitzenwertes betragen würde. Beispiel: Die Artikelhierarchie kann alternativ über Marktsegmente verdichtet werden, die mit den jeweiligen Produkten anvisiert werden. *Elegance* und *Modern* könnten zum Segment Luxusgüter gehören, wogegen sich *Standardo* und *Natura* zum Segment Standardgüter zählen ließen. Alle parallelen Hierarchien haben dieselben Elemente der untersten Ebene und denselben Spitzenwert gemeinsam. Unterschiede ergeben sich nur in den Zwischenebenen, die ja gerade die unterschiedlichen Sichtweisen repräsentieren.
- *Typ II: anteilige Verdichtung:* Ein Blatt oder ein Knoten besitzt mehrere übergeordnete Knoten (Väter), wobei anteilig zu *insgesamt* 100% an beide übergeordneten Knoten verdichtet wird<sup>330</sup>. Beispiel: Eine Hilfskostenstelle verrechnet 40% ihrer Kosten an die eine und 60% an die andere übergeordnete Kostenstelle.
- *Typ III: mehrere Wurzeln:* Die Struktur besitzt mehrere Wurzeln. Beispiel: Bestimmte Modelle werden neben ihrer normalen Artikelgruppe auch zu einer Sondermodellgruppe gezählt. Diese Sondermodellgruppe kann nicht zum gemeinsamen Spitzenwert weiterverdichtet werden, weil die restlichen Artikel keine entsprechenden Sondermodellgruppen bilden. Dadurch entstehen mehrere Wurzeln
- *Typ IV: ungleiche Tiefe der Blätter*<sup>331</sup>: Die Blätter des Baums haben eine unterschiedliche Tiefe. Beispiel: Der Artikel *Elegance* wird weiter unterteilt in *Elegance mit Armlehne* und *Elegance ohne Armlehne*. Aus Analysegründen soll allerdings *Elegance* (gesamt) auf einer Ebene mit den anderen Modellen bleiben, so daß eine niedrigere Ebene angelegt werden muß.

Ein kombiniertes Auftreten der verschiedenen Besonderheiten ist natürlich möglich. Nicht alle der aufgezeigten Fälle lassen sich in der Praxis in multidimensionalen Datenbanksystemen ausdrücken. In solchen Fällen kann es auf logischer

---

<sup>330</sup> Holthuis 1997, S. 21.

<sup>331</sup> Nur bei diesem Typ handelt es sich um eine echte Baumstruktur. Zur Definition einer Baumstruktur siehe Ottmann/Widmayer 1993, S. 271.

Ebene notwendig werden, die Besonderheiten in einfacherer Form abzubilden. Werden z.B. parallele Verdichtungshierarchien oder mehrere Wurzeln nicht unterstützt, so kann für jede Verdichtungshierarchie bzw. jeden Teilbaum mit eigener Wurzel ein separater Datenwürfel angelegt werden. Ungleiche Tiefen können evtl. durch Platzhalter-Zwischenebenen ausgeglichen werden. Dies kann dann notwendig werden, wenn das Datenbanksystem den Datenimport nur auf unterster Ebene erlaubt.

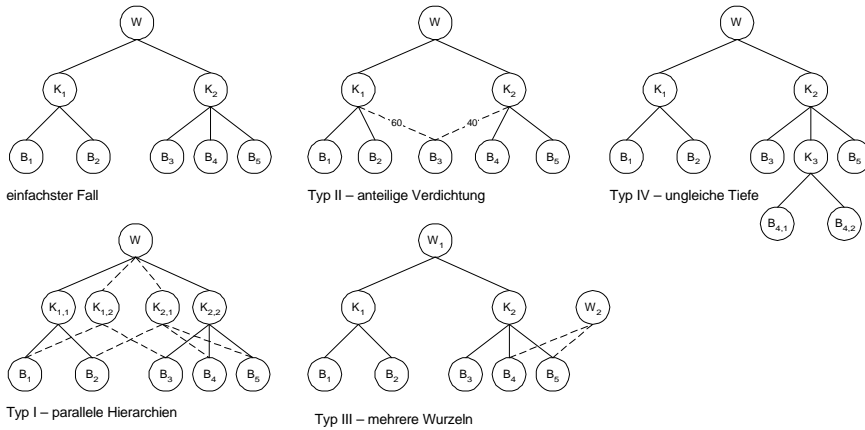


Abb. 23 Strukturbesonderheiten verdichtender Dimensionen in Graphendarstellung

□ *Kategorischer Dimensionstyp*

Daten werden in kategorischen Dimensionen nach Analysegesichtspunkten organisiert<sup>332</sup>. Die klassischen Kundengruppen eines Unternehmens lassen sich z.B. mit Data-Mining-Techniken sehr viel feiner differenzieren. Man stößt auf Zusammenhänge, die man vorher nicht vermutet hat. So könnte das Holzmodell *Natura* aus Abb. 22 einerseits stark von jungen Frauen aus Umweltgründen nachgefragt werden, auf der anderen Seite aber auch gerade von Senioren wegen seiner klassischen Form gekauft werden. Man würde Kategorien als Dimensionsebenen bilden, die Kunden nach Alters-, Geschlechts- oder Einkommensmerkmalen enthalten, die aber nicht in jedem Fall hierarchisch verdichtet werden können. Dennoch besteht eine starke Ähnlichkeit zwischen kategorischem und verdichtendem Dimensionstyp.

□ *Partitionierender Dimensionstyp*

Objekte einer partitionierenden Dimension gehören zwar logisch zusammen, stehen aber parallel nebeneinander ohne Verknüpfung untereinander bzw. zu einer

<sup>332</sup> McGuff 1996, o. S.



höheren Ebene. Eine typische partitionierende Dimension stellt *Ausprägung* bzw. *Szenario* dar. Plan, Soll oder Ist stellen nur unterschiedliche Szenarien der anderen Dimensionen dar.

□ *Versionierender Dimensionstyp*

Einige Dimensionen unterliegen häufigen Strukturveränderungen<sup>333</sup>. Mit Hilfe der schon genannten Zeitdimension lassen sich Kennzahlenwerte chronologisch speichern. Andererseits müssen aber auch die Strukturen, also Entscheidungsobjekte mit ihren Attributen und Beziehungen, zeitorientiert abgebildet werden<sup>334</sup>, so daß z.B. eine Stammdatenänderung im Quellsystem im multidimensionalen Informationssystem nachvollzogen werden kann. Eine Versionsdimension soll die Historie von strukturellen Veränderungen abbilden und damit der Anforderung der Flexibilität hinsichtlich struktureller Veränderungen nachkommen. Hierzu zählt die Veränderung von Entscheidungsobjekten (Produkte werden aus dem Programm genommen oder neue hinzugefügt, Verantwortungsbereiche verändern sich) sowie auch die Veränderung von Kennzahldefinitionen (neue werden benötigt oder alte in anderer Form berechnet).

Mit Hilfe einer Versionsdimension kann ein Analysebereich vollständig versioniert werden. Hierbei besitzt sie den Charakter einer partitionierenden Dimension, da mit jeder Änderung eine vollständig neue Sicht auf den Würfel erzeugt wird. Eine Versionsdimension kann aber auch nur einzelne Dimensionen sowie einzelne Attribute oder Ableitungsregeln versionieren. Die Versionierung wird an späterer Stelle vertiefend behandelt.

Dimensionen lassen sich auch nach weiteren Merkmalen charakterisieren, Es gibt auch eine Reihe von Spezialfällen, die in der Unternehmenspraxis auftreten und berücksichtigt werden müssen. So besteht die Möglichkeit, daß es innerhalb einer Dimension Elementarobjekte anteilig oder jeweils zu 100% über mehrere Verdichtungswege parallel nach oben verdichtet werden. Hierbei kann es zu einer zyklischen Abhängigkeit kommen, die durch eine geeignete Implementierung vermieden werden sollte<sup>335</sup>.

### 4.2.3 Ableitungsregeln

Unter Ableitungsregeln sollen hier alle Operationsfolgen verstanden werden, die zur sachbezogenen, inhaltlichen Transformation von Daten dienen<sup>336</sup>. Die wichtigsten Regeln in multidimensionalen Informationssystemen dienen betriebswirtschaftlich gesehen der Verdichtung von Entscheidungsobjekten bzw. informationstechnisch der Ab-

---

<sup>333</sup> Die meisten Dimensionen bleiben über den Zeitablauf nicht konstant, sondern passen sich Produktprogramm, regionalen Gegebenheiten etc. an (Kimball 1996a, S. 100). Die Abbildung von Strukturveränderungen in „Slowly Changing Dimensions“ ist ein nicht zu unterschätzendes Problem in der Praxis.

<sup>334</sup> Hildebrand/Müßig 1991, S. 239.

<sup>335</sup> McGuff 1996, o. S.

<sup>336</sup> Petsch 1985, S. 273.

leitung von Daten<sup>337</sup>. Hierfür finden alle in Abschnitt 2.6.3 genannten Verdichtungstypen – vor allem Typ I zur Summenbildung – in multidimensionalen Systemen Anwendung. Darüber hinaus sind aber auch statistische, finanzmathematische oder betriebswirtschaftliche Methoden von Relevanz<sup>338</sup>. In praxisorientierten Veröffentlichungen wird anschaulich davon gesprochen, daß durch Ableitungsregeln und den darin implizit enthaltenen betriebswirtschaftlichen Zusammenhängen die eigentliche „Business Intelligence“ in OLAP-Systemen implementiert wird<sup>339</sup>.

Die Generierung bzw. die Aktualisierung der Datenbasis von multidimensionalen Informationssystemen kann in zwei Schritten erfolgen: zunächst werden die grundlegenden Daten eingelesen. Sie sind meist der untersten Hierarchieebene von niedrigster Granularität im Zielsystem zuzuordnen. Es handelt sich allerdings meistens nicht um Daten, die in den Quellsystemen atomar sind, so werden in der Regel nicht einzelne Buchungssätze aus Buchhaltungssystemen extrahiert, sondern Periodensalden. Im zweiten Schritt werden die Grunddaten verdichtet, indem Ableitungsregeln ausgeführt werden<sup>340</sup>. Den überwiegenden Teil der Ableitungen machen dabei Verdichtungen in Form von Additionen aus. Bestimmte Kennzahlen werden allerdings auch mit Hilfe von mathematischen bzw. betriebswirtschaftlichen Methoden berechnet.

Beim Aufbau von Verdichtungswegen und Kennzahlensystemen muß die Reihenfolge der Berechnungsschritte hinsichtlich der mathematischen Distributivgesetze beachtet werden. Die Berechnung eines Verdichtungswegs kann in Spezialfällen von der hierarchischen Struktur einer aggregierenden Dimension abweichen<sup>341</sup>. Die Verdichtung eines multidimensionalen Würfels erfolgt in der Regel auch nicht parallel, sondern sequentiell nach Verdichtungswegen. So kann es vorkommen, daß bei der Verdichtung einer Dimension Werte eines anderen Verdichtungswegs benötigt werden, die aber noch nicht berechnet wurden. Hier können beim Aufbau eines multidimensionalen Würfels leicht Fehler entstehen, wenn die Modellierung zu ungenau ist<sup>342</sup>. Generell sollte versucht werden, solche eher programmtechnischen Details bei der semantischen Modellierung auszuklammern und erst auf logischer oder physischer Ebene zu berücksichtigen. Dennoch gibt es inhaltliche Details, die schon auf der semantischen Ebene berücksichtigt werden müssen. Da die Verdichtung von Daten weit über die einfache Summierung hinausgeht, muß die Verdichtungsmethode schon auf semantischer Ebene festgelegt werden. Ein Beispiel sind Preisinformationen, die in einer Deckungsbei-

---

<sup>337</sup> Zu ableitbaren Objektarten, Beziehungstypen und Attributen siehe Rauh 1992, S. 294 ff und Rauh/Stickel 1997, S. 74 ff.

<sup>338</sup> Siehe auch die Systematisierung von Methoden für ein Budgetinformationssystem in: Petsch 1985, S. 271 ff; Begriff der Methode in: Wirtschaftsinformatik-Lexikon 1997, S. 440.

<sup>339</sup> Z.B. Engels 1996, S.18.

<sup>340</sup> Ob diese Berechnung schon zur Übernahmezeit oder erst zum Aufrufzeitpunkt erfolgt, ist implementierungsabhängig. Viele OLAP-Tools erzeugen Verdichtungshierarchien allerdings automatisch schon bei der Datenübernahme.

<sup>341</sup> Thomsen 1997, S. 91.

<sup>342</sup> Thomsen 1997, S. 98 f.

tragsrechnung dazu dienen, den Bruttoerlös zu berechnen. Der aggregierte Jahres-Bruttoerlös, der aus der Summe der einzelnen Monatsumsätze summiert wird, ist eine relevante Kennzahl. Keinen Sinn macht es allerdings alle Preise zu einem Jahreswert zu addieren. Sinnvoll kann die Bildung eines Jahresdurchschnittspreises sein.

### 4.3 Modellierung

#### 4.3.1 Modellbegriff

Bei der Gestaltung von Informationssystemen müssen Elemente und Strukturen möglichst realitätsnah abgebildet werden. Hierbei dürfen allerdings nur die tatsächlich relevanten Aspekte berücksichtigt werden, da die Abbildung sonst zu komplex werden würde. Durch die Bildung von Modellen werden Realitätsausschnitte vereinfacht dargestellt<sup>343</sup>, wobei durch die Beschränkung auf die interessierenden Elemente und Strukturen eine starke Abstraktion der Wirklichkeit erreicht wird. Insbesondere in der mathematischen Formulierung betriebswirtschaftlicher Probleme spielt die Modellbildung eine wichtige Rolle<sup>344</sup>. Man unterscheidet zwischen *Beschreibungsmodellen* zur Abbildung relevanter Merkmale realer Entscheidungen, *Erklärungsmodellen*, die Ursache-Wirkungsbeziehungen zwischen Modellvariablen berücksichtigen und *Entscheidungsmodellen*, die die bisher genannten Eigenschaften mit einem Zielsystem verknüpfen<sup>345</sup>. Für die Modellbildung bzw. Modellierung von betrieblichen Informationssystemen ist die Abbildung realer Sachverhalte in Daten und Funktionen entscheidend. Die Modellierung kann auf drei Arten erfolgen<sup>346</sup>:

- Bei der *funktionsorientierten Vorgehensweise* stehen die betrieblichen Prozesse im Vordergrund der Modellierung. In Form von Funktionsbäumen oder ereignisgesteuerten Prozeßketten werden Prozesse zuerst modelliert und erst im Anschluß daran die erforderlichen Datenstrukturen.
- Bei der *datenorientierten Vorgehensweise* steht die Datenmodellierung im Mittelpunkt. Das semantische Datenmodell soll unter möglichst starker Einbeziehung der Anwender entworfen werden. Die Analyse erfolgt durch Interviews und sich direkt anschließenden Diskussionen. Die Funktionsmodellierung folgt erst als zweiter Schritt.
- *Integrierende Ansätze* kombinieren funktions- und datenorientierte Vorgehensweise indem Daten- und Funktionsmodell simultan erstellt werden.

Für die Modellierung wird in dieser Arbeit ein objektorientierter Ansatz verfolgt, der Daten- und Funktionsmodellierung integriert. In den folgenden Abschnitten werden die Spezifika der Modellierung von multidimensionalen Controllinginformationssystemen behandelt. Aufgrund des hohen Stellenwertes wird dazu zunächst auf Daten-

---

<sup>343</sup> Eichhorn 1972, S. 283.

<sup>344</sup> Schwarze 1993, Sp.2832 ff.

<sup>345</sup> Hahn/Laßmann 1990, S. 65 f.

<sup>346</sup> Fischer 1992, S. 1.

modelle und die Datenmodellierung operativer Informationssysteme eingegangen, die dann in Abschnitt 4.3.4 im Kontext von funktionaler, organisatorischer und prozeßorientierter Sicht eingeordnet wird. Erst danach wird auf die Spezifika der Modellierung multidimensionaler Informationssysteme eingegangen und abschließend ein Vorgehensmodell für die multidimensionale Modellierung vorgestellt.

### 4.3.2 Datenmodell

Ein semantisches Datenmodell dient zur Begriffsklärung, zur Informationsbedarfsanalyse, zur Dokumentation und zur Datendefinition<sup>347</sup>. Es fungiert dabei als Diskussionsgrundlage zwischen Entwicklern und Mitarbeitern aus den Fachabteilungen. Die erarbeiteten Modelle sind außerdem als Vorgabe für Data Dictionaries oder Navigationshilfe für die Endanwender nutzbar. Allgemein sollten semantische Datenmodelle unabhängig von der physikalischen Implementierung sein. Dadurch behalten sie dauerhaft Gültigkeit und können auch im Falle von Datenbank- oder Releasewechsell wiederverwendet werden<sup>348</sup>.

Die Konzeption von Datenmodellen für betriebliche Informationssysteme nimmt einen breiten Raum in Veröffentlichungen aus dem Bereich der Wirtschaftsinformatik ein. Aber auch andere Fachrichtungen der Betriebswirtschaftslehre beschäftigen sich intensiv mit der Modellierung von geeigneten Datenstrukturen in ihren Anwendungsgebieten, wie z.B. für die Kostenrechnung<sup>349</sup>. Unter einem Datenmodell wird „*ein strukturiertes Abbild der Daten eines fest abgegrenzten Teils der wahrgenommenen Realität, die für eine bestimmte Anwendung bzw. für bestimmte Anwender relevant sind, einschließlich der zwischen ihnen bestehenden Beziehungen*“<sup>350</sup> verstanden. Datenmodelle dienen hauptsächlich zur Unterstützung bei Entwurf und Implementierung von Informationssystemen, sowie als Instrument des Informationsmanagements für die Ermittlung von Informationsangebot und -nachfrage als auch zur Strukturierung und Dokumentation von betrieblichen Zusammenhängen<sup>351</sup>. Aus Sicht des Controlling bildet ein korrektes Datenmodell eine wichtige informationstechnische Anforderung für eine DV-Unterstützung<sup>352</sup>. Die Modellierung von Daten kann neben der semantischen in logische und physikalische Ebene differenziert werden<sup>353</sup>:

---

<sup>347</sup> Hars 1994, S. 29.

<sup>348</sup> Gabriel/Gluchowski 1997, S. 20.

<sup>349</sup> Eine Übersicht über die Ansätze zur Modellierung von Kosteninformationssystemen gibt SCHMITZ (Schmitz 1997, S. 175 ff).

<sup>350</sup> Definition von MAIER (Maier 1996, S. 19) in Erweiterung der Definition von FALKENBERG (Falkenberg 1991, Paragraphen 191, 388).

<sup>351</sup> Hars 1994, S. VII; siehe Tab. 11.

<sup>352</sup> Reichmann 1997, S. 543.

<sup>353</sup> SCHEER unterscheidet demgegenüber die Modellierungsebenen im Rahmen der Architektur integrierter Informationssysteme in Fachkonzept, DV-Konzept und Implementierung (Scheer 1995, S. 14 ff). Diese Ebenen können als weitgehend synonym zu der hier vorgestellten Aufteilung angesehen werden.

- Auf *semantischer Ebene* wird die Bedeutung der handelnden Personen, ihrer Verpflichtungen, Rollen, Handlungen und Mitteilungen interpretiert<sup>354</sup>. Man kann ein semantisches Datenmodell auch als Verfahren bezeichnen, „*das die möglichen Beziehungen zwischen den Begriffen eines beliebigen Anwendungsbereichs generell vorgibt sowie die Regeln zu ihrer Analyse und Darstellung definiert*“<sup>355</sup>. Betriebswirtschaftlich gesehen werden die Geschäftsprozesse auf fachlicher Ebene abgebildet. Semantische Datenmodelle erlauben, die relevanten Sachverhalte der realen Welt ohne Informationsverlust abzubilden<sup>356</sup>. Das semantische Schema bildet damit auch die Schnittstelle zu den Benutzern eines Systems<sup>357</sup>. Daher muß auf dieser Ebene aus Sicht des Anwenders definiert werden, welche Kennzahlen und welche Entscheidungsobjekte relevant sind und welche Zusammenhänge zwischen ihnen existieren.
- Auf *logischer Ebene* werden die semantischen Begriffe umformuliert, so daß sie formalen, logischen Anforderungen von konkreten Datenmodellen bzw. Datenbanksystemen genügen. Hier kann es zu Informationsverlusten kommen, die hinsichtlich des Anwendungszwecks genau abgewogen werden müssen. Mit Hilfe von Umsetzungsregeln lassen sich die semantischen Konstrukte „so gut wie möglich“ transformieren<sup>358</sup>. Bei Data-Warehouse-Projekten wird überwiegend das Relationenmodell als logisches Datenmodell benutzt. Kennzahlen und Dimensionen werden in Verbindung mit der benutzten Technologie gebracht.
- Auf *physischer Ebene* werden die eindeutigen Konstrukte z.B. programmiersprachlich für die verwendeten Produkte umgesetzt bzw. implementiert. Hierbei spielen Zugriffsgeschwindigkeit und Speicherplatzoptimierung eine wesentliche Rolle.

Unterschiede bestehen in der Literatur bei der Einordnung des konzeptionellen Schemas<sup>359</sup>. Die meisten Autoren setzen die konzeptionelle Modellierung auf Datenbankmodellebene mit ER-Modellierung und dadurch mit der semantischen Ebene gleich<sup>360</sup>. Andere Autoren treffen die Einteilung, daß das konzeptionelle Schema in semantische und logische Ebene unterteilt werden kann und damit beide umfaßt<sup>361</sup>. Um Mißverständnisse zu vermeiden, soll hier nur zwischen semantisch und logisch differenziert werden.

Die Trennung von logischem und semantischem Datenmodell spielt bei der Modellierung von MOLAP-Lösungen nur eine untergeordnete Rolle, da die „echten“ multidi-

---

<sup>354</sup> Biskup 1995, S. 46 ff.

<sup>355</sup> Ortner/Söllner 1989, S. 33.

<sup>356</sup> Behme/Ohlendorf 1994, S. 119.

<sup>357</sup> Kaiser 1992, S. 106.

<sup>358</sup> Rauh 1991, S. 92.

<sup>359</sup> Synonym wird auch der Begriff konzeptuelles Schema benutzt.

<sup>360</sup> Z.B. Hars 1994, S. 27 oder Rauh 1992, S. 295.

<sup>361</sup> Z.B. Kaiser 1992, S. 106 oder Vetter 1990, S. 385.

mensionalen Datenbanksysteme vielfach standardmäßig in der Lage sind, die semantischen Konstrukte direkt zu implementieren. Gewisse Besonderheiten, wie z.B. die Modellierung von Kennzahlen in Form einer Kennzahlendimension oder jeweils als extra Variable, lassen sich ohne Informationsverlust auch schon auf der semantischen Ebene berücksichtigen. Daher ist in Abb. 24 auch keine Beispielnotation auf der logischen Ebene für das multidimensionale Modell angegeben. Anders sieht es hingegen für die Umsetzung in ROLAP-Lösungen aus. Die semantischen Modellierungskonstrukte müssen auf der logischen Ebene geeignet umformuliert werden, damit sie in relationalen Datenbanksysteme abgebildet werden können<sup>362</sup>. Als ein vielfach genutztes logisches Modell hat sich hier in der Praxis das Star Schema mit seinen Abkömmlingen etabliert<sup>363</sup>.

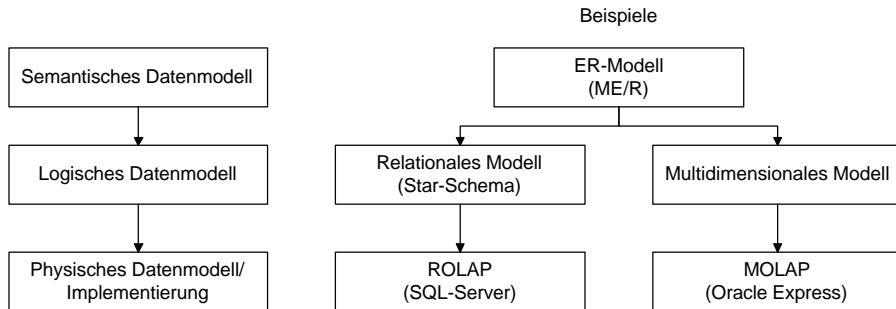


Abb. 24 Modellierungs-/Implementierungsebenen<sup>364</sup>

In der praktischen Data-Warehouse-Modellierung wird die strenge Trennung von semantischem und logischem Modell allerdings oft nicht eingehalten<sup>365</sup>. Dies kann bei MOLAP-Lösungen noch akzeptabel sein, führt aber zu Informationsverlusten, wenn bei ROLAP-Lösungen direkt auf der Ebene des Datenbankschemas in Verbindung mit dem Star Schema gearbeitet wird. Zur Berücksichtigung der besonderen Belange der relationalen Modellierung wurde in den folgenden Abschnitten in semantisch und logisch differenziert.

In einer empirischen Untersuchung befragte MAIER Unternehmen nach den wichtigsten Anwendungsgebieten für Datenmodelle in der Praxis<sup>366</sup>. Tab. 11 zeigt eine Zu-

<sup>362</sup> Zur Transformation von multidimensionalen Modellen siehe McGuff 1996, o.S.

<sup>363</sup> Siehe Kapitel 6.

<sup>364</sup> Zu den Phasen der Datenmodellierung siehe Kaiser 1992, S. 106 ff; Schlageter/Stucky 1983, S. 42 f. Speziell für multidimensionale Systeme: Thomsen 1997, S. 460.

<sup>365</sup> Becker/Holten 1998, S. 483.

<sup>366</sup> Die empirische Untersuchung wurde von Maier am Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik der Wissenschaftlichen Hochschule für Unternehmensführung (Vallendar) durchgeführt. 580 der größten Unternehmen sowie Software und Systemhäuser wurden angeschrieben. Die Rücklaufquote der verwertbaren Fragebogen betrug 15,2% (Maier 1996, S. 180 f).

sammenfassung der in der Untersuchung abgefragten Faktoren in 12 Kategorien<sup>367</sup>. In der Tabelle wurde der Mittelwert über die von den Befragten eingeschätzte Bedeutung der Anwendungszwecke abgetragen. Die Note 5 repräsentiert eine hohe Bedeutung, die Note 1 eine sehr geringe Bedeutung. Die Anwendungsgebiete werden in der Reihenfolge ihrer Bedeutung aufgezählt und sind in vier Bereiche gruppiert, die jeweils eine wertmäßige Nähe aufweisen. Erwartungsgemäß haben Datenmodelle als Basis für den Entwurf von Datenbanksystemen sowie als Instrument zur Standardisierung die höchste Bedeutung. Eine wichtige Bedeutung haben Datenmodelle aber auch als Basis für Managementinformationssysteme, was in der Tabelle durch die dritte Position mit einer Wertung von 4,05 deutlich wird.

Anwendungsbereich	Mittelwert Soll
Basis für den Datenbank-Entwurf bzw. die physische Datenorganisation	4,17
Instrument zur Standardisierung	4,17
Basis für Managementinformationssysteme	4,05
Basis für die Integration im DV-Bereich	3,98
Basis für die Anwendungssystementwicklung	3,96
Organisationsinstrument außerhalb des DV-Bereichs	3,83
Verringerung des Wartungsaufwands	3,79
Basis für des Einsatz von Standardsoftware	3,69
Verbesserung der Kommunikation	3,68
Grundlage für Nutzung der Anwendungssysteme in den Fachabteilungen	3,62
Erhöhung der Motivation/Akzeptanz	3,39
Organisationsinstrument im DV-Bereich	3,18

Tab. 11 Anwendungsbereiche von Datenmodellen<sup>368</sup>

Die Untersuchung differenzierte noch genauer nach den Anwendungsgebieten von Datenmodellen in bezug auf MIS, wie in Tab. 12 dargestellt wird. Der hohe Wert von 4,2 für die Vereinheitlichung der Verdichtung von Daten aus unterschiedlichen Unternehmensbereichen zeigt, daß Datenmodelle eine zentrale Aufgabe bei der Gestaltung von Controllinginformationssystemen besitzen. Damit wird deutlich, daß die Vereinheitlichung von entscheidungsrelevanten Daten in OLAP- oder Data-Warehouse-Systemen über Datenmodelle konzipiert werden sollte. Nur geringfügig weniger wichtig ist das das Anwendungsgebiet „Bildung einer Basis für Auswertungen in Managementinformationssystemen“ mit einem Wert von 3,9. Dies entspricht der Annahme, daß die Gestaltung von Datenmodellen einen großen Einfluß auf die Möglichkeiten zur Datenanalyse hat. Nur ein genau auf die Analyseanforderungen abgestimmtes Datenmodell bietet eine geeignete Grundlage für Controllinginformationssysteme.

<sup>367</sup> Insgesamt wurden in der Untersuchung 64 Faktoren abgefragt.

<sup>368</sup> Maier 1996, S. 204.

Anwendungsbereich	Mittelwert Soll
Vereinheitlichung der Verdichtung von Daten aus unterschiedlichen Unternehmensbereichen	4,2
Bildung einer Basis für Auswertungen in Managementinformationssystemen	3,9

Tab. 12 Anwendungsgebiete von Datenmodellen bezüglich MIS<sup>369</sup>

### 4.3.3 Datenmodellierung operativer Informationssysteme

Im Bereich der semantischen Datenmodellierung von operativen Informationssystemen hat sich das Entity-Relationship Model (ERM) von CHEN<sup>370</sup> als Standard durchgesetzt<sup>371</sup>. Das ursprünglich vorgestellte Entity-Relationship Model besitzt drei Grundelemente (siehe Abb. 25): Ein *Entity*<sup>372</sup> ist ein Objekt aus der realen Welt, das eindeutig identifiziert werden kann<sup>373</sup>, wie z.B. ein Unternehmen, ein Auftrag oder eine Person. Der Begriff *Objekt* wird im Zusammenhang mit dem ERM hier nicht weiter benutzt, um nicht mit dem Objektbegriff der objektorientierten Modellierung in Kollision zu geraten, wie er an späterer Stelle definiert wird (siehe Abschnitt 5.3.1). Stattdessen wird bei der ER-Modellierung immer der Begriff *Entity* benutzt. Entities können durch *Attribute* näher beschrieben werden, wie z.B. durch Name oder Adresse. *Beziehungen* stellen semantische Verknüpfungen zwischen Entities her, wie z.B. zwischen Mutter- und Tochterunternehmen. Die ursprünglichen Grundtypen *Entity*, *Attribut* und *Beziehung* wurden im Laufe der Zeit um Konstrukte für die Abbildung von komplexeren Sachverhalten erweitert. Ergänzt wurde das ERM unter anderem durch die Möglichkeit, mehrere miteinander in Beziehung stehende Entities durch *Aggregation* zu einem übergeordneten Entity zusammenzufassen sowie durch *Spezialisierung* eine Unterklassen-Oberklassen-Beziehung herzustellen<sup>374</sup>. In ARIS wird das ERM auf Fachkonzeptebene der Datensicht eingeordnet (siehe Abb. 29).

Auf logischer Ebene der Modellierung operativer Informationssysteme besitzt das Relationenmodell eine dominierende Stellung. Dies ist auf die weite Verbreitung relationaler Datenbanksysteme zurückzuführen. Auch das semantische ERM besitzt eine starke Ausrichtung auf das relationale Modell in Verbindung mit einer Normalisierung nach der dritten Normalform<sup>375</sup>. CODD legte mit seinen 1970 veröffentlichten Anforder-

<sup>369</sup> Maier 1996, S. 353.

<sup>370</sup> Chen 1976, S. 9 ff.

<sup>371</sup> Mertens et al. 1995, S. 159.

<sup>372</sup> Dem Begriff *Entity* entsprechen in deutschsprachigen Veröffentlichungen z.B. *Entität*, *Seiendes* und besonders häufig auch *Objekt*. Die Benutzung des Begriffs *Objekt* wird hier allerdings vermieden, um ein Entity als Konstrukt des ER-Modells gegenüber einem *Objekt* aus einem objektorientierten Modell abzugrenzen. Objekte besitzen im objektorientierten Sinn neben Daten auch die zugehörigen Methoden (siehe Abschnitt 5.3.1).

<sup>373</sup> Chen 1976, S. 10.

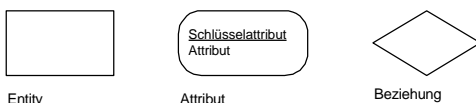
<sup>374</sup> Die vorgestellten Erweiterungen orientieren sich an Biskup 1995, S. 51 ff.

<sup>375</sup> Dies wird insbesondere in den Ausführungen von CHEN deutlich (Chen 1976, S. 10 ff).

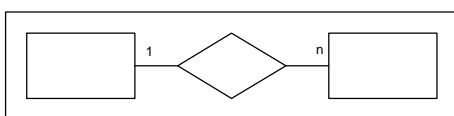


rungen den Grundstein für das relationale Datenmodell<sup>376</sup>. In relationalen Modellen werden die Daten anschaulich in Form von zweidimensionalen Tabellen dargestellt. Jede Zeile der Tabelle enthält einen Datensatz, dessen Aufbau durch die Spalten beschrieben wird. Eine Spalte repräsentiert damit ein Attribut und eine Zeile ein Entity. Abb. 26 zeigt ein kleines Beispiel zur ER-Modellierung und relationalen Umsetzung. Zwischen Kunden besteht eine n-zu-n-Beziehung, das bedeutet, daß ein Kunde beliebig viele Lieferanten und jeder Lieferant auch beliebig viele Kunden haben kann. Zur relationalen Darstellung werden drei Tabellen benötigt: Zwei für Entities und eine für die Beziehung zwischen den Entities. In der Beziehungstabelle werden Kunden und Lieferanten verknüpft. Die Attribute werden in den Spalten abgetragen, wobei Kunden- und Lieferantenummer jeweils die eindeutig identifizierenden Schlüsselattribute sind.

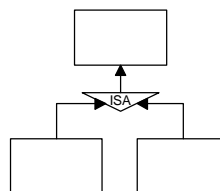
### Grundelemente



### Erweiterungen



Aggregation durch Beziehung, aufgefaßt als Entity mit Kardinalitäten



Spezialisierung

Abb. 25 Ausgewählte Notationselemente des ERM

Bei der Gestaltung von auf dem relationalen Modell basierenden Datenbanksystemen spielt die Beseitigung von Redundanz innerhalb der Datenstruktur eine wichtige Rolle. Durch eine redundanzfreie Struktur z.B. durch die ausschließliche Berücksichtigung von atomaren Attributen wird die Datenmanipulation, wie das Einfügen, Ändern oder Löschen von Datensätzen vereinfacht, so daß Anomalien verhindert werden<sup>377</sup>. Redundanz bestände in Abb. 26 zum Beispiel dann, wenn es keine mittige Beziehungsta-

<sup>376</sup> Codd 1970, S. 377 ff. Später bezog CODD auch die Systeme, die zur Verwaltung von relationalen Daten dienen, mit in seine Überlegungen ein, indem er neun Paragraphen formulierte (in Stichworten): Integration, Operationen, Katalog, Sichten, Konsistenz, Datenschutz, Transaktionen, Synchronisation, Datensicherung (Codd 1982, S. 109 ff).

<sup>377</sup> Anomalien, die in Datenbanktransaktion auftreten können, sind Einfüge-, Löschen- und Änderungsanomalien. Eine Änderungsanomalie tritt auf, wenn ein Attribut in mehreren Tabellen gleichzeitig vorkommt, und es bei einer Änderungsoperation nicht überall modifiziert wird (Fischer 1992, S. 174 f).

belle gäbe und alle Kundennummern mit in der Spalte des jeweiligen Lieferanten in der rechten Tabelle gespeichert würden. Die Überführung von Datenmodellen in redundanzfreie Form wird als Normalisierung bezeichnet. In der Theorie haben sich fünf Normalformen (NF) herausgebildet, die aufeinander aufbauen und die verschiedenen Stufen der Normalisierung beschreiben<sup>378</sup>. Praktische Bedeutung haben vor allem die ersten drei Normalformen.

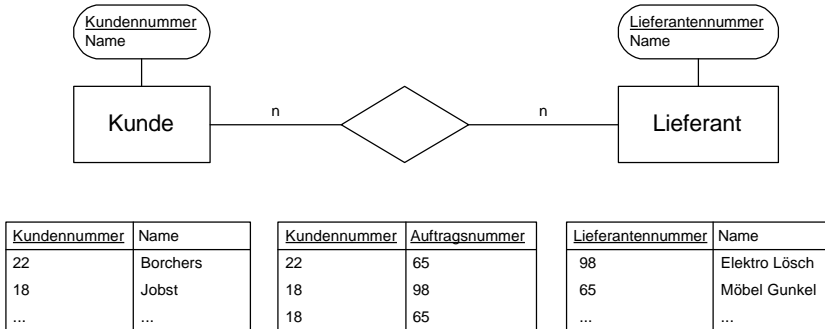


Abb. 26 ERM-Beispiel

Für die Identifikation eines Datensatzes werden dessen Attribute in Schlüssel- und Nicht-Schlüsselattribute unterteilt. Die Bedingung für die erste Normalform lautet, daß der Schlüssel eindeutig sein muß und die Attribute atomar, also nicht zusammengesetzt, sein dürfen (siehe Abb. 27). Damit sind die Nicht-Schlüsselattribute funktional von Schlüsselattributen abhängig. Für die semantische Modellierung bedeutet dies, daß Entities nicht in anderen Entities eingebettet und Merkmale einwertig sein müssen. Der zweiten Normalform folgend wird zusätzlich die volle funktionale Abhängigkeit der Nicht-Schlüsselattribute von den Schlüsselattributen gefordert. Indirekte Abhängigkeiten der Attribute von nur einem Teil des Schlüssels sind nicht erlaubt. Die dritte Normalform verlangt verschärfend, daß keine transitiven Abhängigkeiten zwischen Nicht-Schlüsselattributen bestehen dürfen. Die vierte und fünfte Normalform betreffen mehrwertige und Verbundabhängigkeiten.

Bei der Implementierung führt die normalisierte Modellierung eines operativen Informationssystems zu einer Datenbasis mit einer Vielzahl Tabellen, die über Schlüsselattribute miteinander in Beziehung stehen.

<sup>378</sup> Zur Normalisierung im relationalen Modell siehe Codd 1970, S. 377 ff; Codd 1971.

	Normalisierung	semantische Modellierung
1NF	atomare Attribute, eindeutiger Schlüssel	Ausschluß gegliederter und mehrwertiger Merkmale, eindeutiger Schlüssel, Nicht-Komplexität der Entitytypen
2NF	+ Fremdattribute der Nichtschlüsselattribute vom ganzen Schlüssel	+ Ausschluß indirekter Merkmale und redundanter Beziehungsarten
3NF	+ keine Fremdattribute zwischen Nichtprimärattributen	
4NF	+ keine mehrwertigen Abhängigkeiten	+ Minimalität der Beziehungsarten bzw. Kompositionen
5NF	+ keine schädlichen Verbundabhängigkeiten	

Abb. 27 Normalformen und Modellierungsregeln<sup>379</sup>

#### 4.3.4 Unternehmensmodellierung

Die Unternehmensmodellierung geht auf die Bestrebungen zur Erstellung von unternehmensweiten Datenmodellen Mitte der achtziger Jahre zurück<sup>380</sup>. Unternehmensdatenmodelle (UDM) beinhalten die redundanzfreie Struktur aller im Unternehmen befindlichen Informationssysteme<sup>381</sup>. Ein UDM schafft ein vollständiges Abbild aller Daten und bietet dadurch eine gute Grundlage zur Standardisierung und zum Aufbau eines Data Dictionary. Mit Hilfe eines UDM lassen sich Inkonsistenzen der Datenbanken verschiedener Systeme beseitigen und die Schnittstellengenerierung unterstützen. Mit dem Aufkommen der Geschäftsprozessorientierung Anfang der neunziger Jahre, wie z.B. des Konzepts des Business Process Reengineering nach HAMMER/CHAMPY<sup>382</sup> wurden die Aspekte der Unternehmensmodellierung vielfältiger. Neben der rein statischen Datensicht wurden Funktions- und Organisations- aber auch die dynamische Prozesssicht in die Unternehmensmodellierung integriert.

Eine strukturierte Technik für die Unternehmensmodellierung ist die Architektur integrierter Informationssysteme (ARIS) von SCHEER, die besonders zur Beschreibung von betriebswirtschaftlichen Fachinhalten wie Geschäftsprozessen oder der Aufbau- und Ablauforganisation dient<sup>383</sup>. Als Ergebnis erhält man ein weitestgehend in Diagrammform vorliegendes Unternehmensmodell. ARIS verfolgt einen integrativen Ansatz. Es wird eine Auswahl von Beschreibungsgegenständen und Methoden bereitgestellt, um das betrachtete Unternehmen in ein Unternehmensmodell abzubilden. Das

<sup>379</sup> Rauh 1991, S. 101.

<sup>380</sup> Eicker/Schügel 1998, S. 78.

<sup>381</sup> Kaiser 1992, S. 173 f.

<sup>382</sup> Hammer/Champy 1995.

<sup>383</sup> Scheer et al. 1995, S. 428.

Vorgehen erfolgt ganzheitlich, indem Daten-, Funktions- und Organisationsintegration im Rahmen der Systementwicklung vertikal und horizontal simultan angewendet werden<sup>384</sup>. Auch das Vorgehen nach der objektorientierten Methode wird durch ausgewählte Diagrammtypen unterstützt.

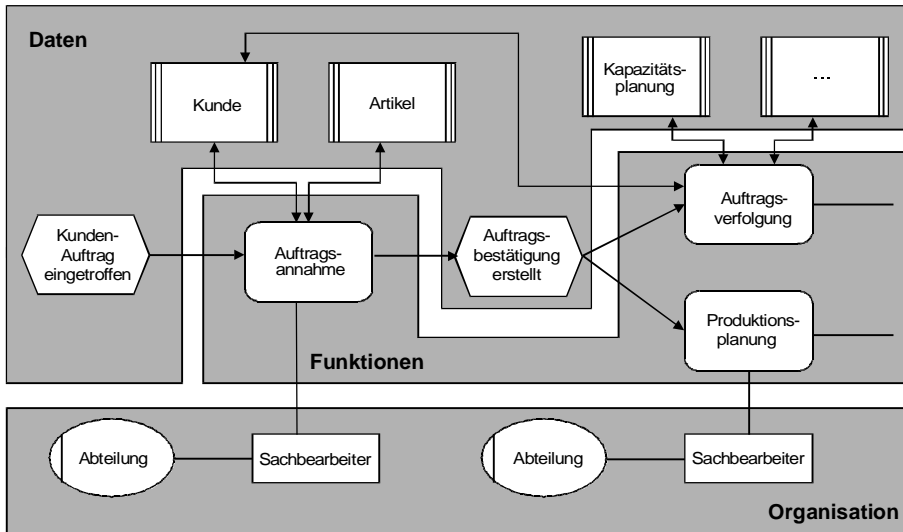


Abb. 28 Sichten des Geschäftsprozesses Auftragsbearbeitung<sup>385</sup>

Im Mittelpunkt der Betrachtung stehen die Geschäftsprozesse, wie z.B. der Prozeß *Auftragsbearbeitung* in Abb. 28. Das Ereignis *Kundenauftrag eingetroffen* stößt den Prozeß an. Zunächst wird die Funktion *Auftragsannahme* ausgelöst. Um die Annahme durchzuführen, sind Kunden- und Artikeldaten notwendig. Als Ergebnis der Annahme werden der Auftrag bestätigt und die nächsten Funktionen angestoßen. Die Bearbeitung des Auftrages hat Auswirkungen auf Lagerbestands- oder Produktionsdaten. Verschiedene organisatorische Einheiten können am Auftrag beteiligt sein, wie Vertrieb, Lager oder Produktion.

Funktionen wie *Auftragsverfolgung* und ihre Zusammenhänge untereinander bilden die Funktionssicht. Ereignisse, wie *Kundenauftrag eingetroffen* oder *Auftragsbestätigung erstellt*, sind Informationen, die durch Daten repräsentiert werden. Gleiches gilt für Zustände, wie der aktuelle Lagerbestand oder der Kundenstatus. Die Datensicht von ARIS bilden Ereignisse und Zustände. *Sachbearbeiter* und *Abteilung* werden zu einer Sicht zusammengefaßt. Ein Beschäftigter ist einer Organisationseinheit fest zugeord-

<sup>384</sup> Scheer 1995, S. 87.

<sup>385</sup> In Anlehnung an Scheer 1995, S. 11 f.

net, und somit bilden diese beiden Teile die Organisationsicht. Die Organisationsicht ist die eigentliche Neuerung, die ARIS vom Unternehmensdatenmodell abgrenzt, das bei SCHEER früher im Mittelpunkt seiner Beschreibung stand.

SCHEER verfolgt eine strikte Trennung der Betrachtungsfelder zur Reduzierung der Kompliziertheit. Die Verbindung zwischen den einzelnen Sichten stellt die Steuerungssicht sicher, die die einzelnen Teilgebiete wieder zusammenführt (siehe Abb. 29). Die Steuerungssicht ist eine wesentliche Komponente von ARIS, die es von anderen (integrierten) Architekturkonzepten unterscheidet.

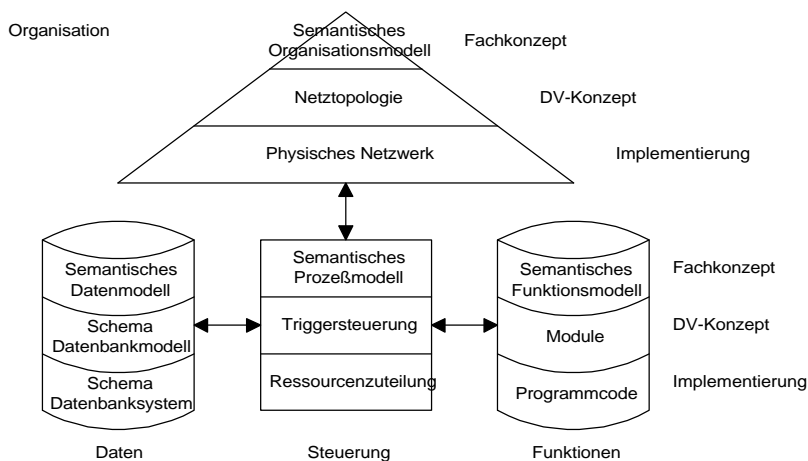


Abb. 29 Unternehmensmodellierung mit ARIS<sup>386</sup>

ARIS umfaßt drei Ebenen zur Spezifikation jeder Sicht. Die höchste und abstrakteste Beschreibungsebene ist das Fachkonzept. Ausgangspunkt ist die betriebswirtschaftliche Problemstellung, die möglichst nahe an den fachlichen Zielsetzungen und der fachlichen Sprachwelt abgebildet werden soll. Im Fachkonzept wird dies mit Hilfe einer formalisierten Beschreibungssprache so abstrakt dargestellt, daß eine konsistente Umsetzung in beliebige Informationssystemarchitekturen folgen kann. Der Ebene des Fachkonzeptes kommt besondere Bedeutung zu, da sie langfristiger Träger des betriebswirtschaftlichen Fachwissens ist. Ein semantisches Unternehmensmodell umfaßt damit ein semantisches Funktions-, Prozeß-, Daten- und Organisationsmodell.

Die zweite und konkretere Ebene ist das DV-Konzept. Hier werden anstelle von fachlichen Funktionen, die sie ausführenden Module oder Benutzertransaktionen definiert. Innerhalb dieser Ebene wird die abstrakte Fachbeschreibung in generelle Fachstrukture der Informationstechnik übersetzt. Das DV-Konzept kann geändert werden,

<sup>386</sup> Scheer 1990, S. 7.

ohne daß dies Auswirkungen auf das Fachkonzept haben muß. Als Beispiel könnte man hier die Umstellung von einer hierarchischen Informationssystemstruktur auf eine relationale nennen.

Die dritte Ebene ist die Implementierung, in der das DV-Konzept auf konkrete Soft- und Hardwarekomponenten übertragen wird. Hier werden also die real existierende oder noch zu beschaffende DV-Struktur, ebenso wie reale Personen abgebildet.

Bei ARIS ist das UDM auf der Fachkonzeptebene der Datensicht angesiedelt. Darüber hinaus wird ein Informationsmodell zur vollständigen Beschreibung der Datensicht benötigt. Ein Informationsmodell ist als Metamodell des UDM zu sehen, da es die Konstrukte enthält, die zur Beschreibung der Anwendungen eingesetzt werden und daher den Methodenrahmen liefert<sup>387</sup>.

### 4.3.5 Modellierung multidimensionaler Informationssysteme

#### 4.3.5.1 Multidimensionale Controllinginformationssysteme

Unter multidimensionalen Controllinginformationssystemen werden hier alle Informationssysteme für das Controlling verstanden, denen ein multidimensionales Daten- und Funktionsmodell zugrunde liegt und deren Kernelemente Kennzahlen, Dimensionen und Ableitungsregeln sind. Im Datenmodell kann zwischen quantifizierenden Daten (Kennzahlen) und den sie beschreibenden qualifizierenden Daten (Dimensionen) unterschieden werden. Qualifizierende Daten enthalten Informationen über den Zugriff auf quantitative Daten; sie referenzieren diese<sup>388</sup>. Ableitungsregeln sind die funktionalen Bestandteile von multidimensionalen Controllinginformationssystemen. Durch sie werden Daten abgeleitet bzw. verdichtet.

Die Daten, die durch multidimensionale Modelle beschrieben werden, sind fast ausschließlich abgeleitete redundante Daten. Die Datentransformation, -vereinheitlichung und -strukturierung sind die wesentlichen Erfolgsfaktoren für multidimensionale Informationssysteme. Die Datenstruktur kann damit hinsichtlich von Datenverfügbarkeit bzw. -generierbarkeit, umgekehrt auch als gestaltender Engpaßfaktor in bezug auf Managementunterstützungssysteme gesehen werden<sup>389</sup>. In multidimensionalen Informationssystemen soll der Anwender beliebige Auswertungen vornehmen können. Analysewege können daher nicht von vornherein fest vorgeschrieben werden. Dennoch muß eine semantische Modellierung gewisse Pfade z.B. innerhalb von aggregierenden Dimensionen vorab festlegen, um die Navigation grundsätzlich zu ermöglichen. Ein weiterer Aspekt ist die Modellierung der Datenherkunft. Daten aus operativen betrieblichen Informationssystemen müssen geeignet extrahiert und transformiert werden, um für Analysen bereit zu stehen.

---

<sup>387</sup> Scheer 1995, S. 699.

<sup>388</sup> Ruf 1997a, S. 158.

<sup>389</sup> Fischer 1992, S. 3.

Die Auswertungsfunktionalität des zu erstellenden Systems muß bei der Modellierung berücksichtigt werden, um bestimmte Analysen überhaupt erst zu ermöglichen. Aus Benutzersicht sind dies vor allem Zeitreihenanalysen für unterschiedliche Kennzahlen, bei wählbarer Granularität der betrachteten Zeiträume sowie Analysen über beliebige Dimensionen, wobei ein flexibler Vergleich von Elementen unterschiedlicher Dimensionen möglich sein sollte<sup>390</sup>. Das Datenmodell von Data-Warehouse- und OLAP-Systemen ist kontinuierlichen Änderungen unterworfen und muß regelmäßig angepaßt werden<sup>391</sup>. Die Entwicklung eines auf Data-Warehouse- oder OLAP-Technologie aufbauenden Controllinginformationssystem ist nie abgeschlossen und weist in inhaltlicher Form nicht die Stabilität auf, wie ein Finanzbuchhaltungs- oder Kostenrechnungssystem<sup>392</sup>.

Da Multidimensionalität eine Basisanforderung an Controllinginformationssysteme ist, sollen in dieser Arbeit ausschließlich die multidimensionalen Aspekte von OLAP- und Data-Warehouse-Konzepten thematisiert werden. Beide Konzepte sind inzwischen so fest miteinander verwachsen, daß die Modellierung zusammenhängend betrachtet werden muß. Dennoch gibt es in der Praxis aber durchaus Bereiche von Data-Warehouse-Systemen, für die eine multidimensionale Strukturierung nicht sinnvoll ist. Dies kann bei Einbeziehung von schlecht- oder unstrukturierten externen Daten in ein Data Warehouse zutreffen. Demgegenüber besitzen OLAP-Systeme definitionsgemäß ein reines multidimensionales Modell. Im Folgenden wird auch bei Data-Warehouse-Systemen generell ein rein multidimensionales Modell angenommen, das durch Kennzahlen, Dimensionen und Ableitungsregeln bestimmt ist.

#### **4.3.5.2 Datenextraktion und -transformation**

Der Datenextraktions- und Transformationsprozeß gilt als anspruchsvollster und aufwendigster Teil einer Data-Warehouse-Implementierung. Dieser integrale Prozeß eines Data-Warehouse-Konzepts ist das Mittel, um den Medienbruch in der Informationssystempyramide zu vermeiden. Entscheidungsorientierte Daten werden daher in der Regel nicht manuell erfaßt, sondern automatisiert aus operativen Systemen übernommen. Daten aus den operativen Quellsystemen lassen sich grundsätzlich in Stamm- und Bestandsdaten auf der einen sowie Änderungs- und Bewegungsdaten auf der anderen Seite differenzieren. Stammdaten betreffen solche Informationen über Objekte, die sich überhaupt nicht oder nur selten verändern<sup>393</sup>, wie z.B. eine Artikelnummer. Die Aktualisierung, Löschung oder das Neu-Hinzufügen von Stammdaten wird durch Änderungsdaten beschrieben. Bestandsdaten weisen Bestände aus und werden laufend aktualisiert. Bewegungsdaten geben die Veränderung der Bestandsdaten an<sup>394</sup>, in der Regel in Form mengen- oder wertmäßiger Zu- und Abgänge. Stamm- und Bestandsdaten

---

<sup>390</sup> Ehrenberg/Heine 1998, S. 504.

<sup>391</sup> Mucksch et al. 1996, S. 427.

<sup>392</sup> Fritz 1993, S. 329.

<sup>393</sup> Mertens 1995, S. 21.

<sup>394</sup> Mertens et al. 1995, S. 54.

beschreiben Zustände, Bewegungs- und Änderungsdaten, Ereignisse. Für den Neuaufbau eines Data Warehouse sind zunächst Stamm- und Bestandsdaten relevant. Für die laufende Aktualisierung hingegen Änderungs- und Bewegungsdaten<sup>395</sup>.

Die Überführung von Daten aus den operativen Systemen in ein Data Warehouse erfordert ein schrittweises Verfahren, das z.B. folgendermaßen gegliedert sein kann<sup>396</sup>:

- Zunächst werden die Daten aus den operativen Systemen extrahiert. Dies kann technisch unter anderem über genormte Schnittstellen (z.B. SQL) oder über sogenannte Flat Files (ASCII-Dateien) realisiert werden. Die Datenextraktion kann zeitlich gesehen periodisch, ereignisorientiert oder auch sofort im Änderungsfall erfolgen.
- Die Daten müssen auf ihre Konsistenz hin überprüft und evtl. gefiltert werden. Einfache Plausibilitätsprüfungen, wie z.B. daß bestimmte Werte niemals ein negatives Vorzeichen haben dürfen, helfen die Datenintegrität zu gewährleisten.
- Die gereinigten Daten werden in eine geordnete Struktur überführt, wie z.B. eine Sortierung nach Artikelnummern oder die Herstellung einer chronologischen Reihenfolge.
- Da die Daten aus den unterschiedlichsten Quellsystemen stammen können, müssen sie abgeglichen werden. Bestimmte Datensätze können nur zusammengeführt werden, wenn ihre verbindenden Merkmale, wie z.B. eine Vorgangsnummer, zueinander passen.
- Vor oder bei der Übernahme werden ausgewählte Daten verdichtet. Bestimmte Daten werden generell nur verdichtet ins Data Warehouse übernommen, bei anderen Daten finden Vorverdichtungen aus Performancegründen statt. Weiterhin werden Kennzahlensysteme vor oder bei der Übernahme generiert.

Eine Möglichkeit, die Konsistenz in Zusammenhang mit Aktualisierungen sicherzustellen, ist die Einrichtung eines Operational Data Store (ODS)<sup>397</sup>. Hierbei handelt es sich um eine zusätzliche Datenbank, die der zentralen Data-Warehouse-Datenbank vorgeschaltet wird. In einen ODS werden die relevanten Daten aus den operativen Systemen im Extremfall direkt bei ihrer Aktualisierung oder in kurzen Abständen übernommen<sup>398</sup>. Für dringende zeitnahe Analysen kann man evtl. schon vor der Datenbereitstellung im Data Warehouse auf den ODS zugreifen. Die Übernahme der Daten in die eigentliche Data-Warehouse-Datenbank erfolgt im Allgemeinen erst zu einem späteren, genau festgelegten Zeitpunkt, nachdem alle erforderlichen Daten aus den ver-

---

<sup>395</sup> Abhängig von der Aktualisierungskonzeption eines Data Warehouse sind aber auch andere Konstellationen denkbar, wie z.B. die jeweils komplette Neu-Überführung von Stamm- und Bestandsdaten, so daß Änderungen und Bewegungen durch Vergleich mit den schon enthaltenen Daten ermittelt werden können.

<sup>396</sup> Hummeltenberg 1998, S. 57.

<sup>397</sup> Gray/Watson 1998, S. 107 f.

<sup>398</sup> Inmon et al. 1996, S. 17.



schiedenen operativen Systemen eingetroffen sind und deren Konsistenz sichergestellt ist.

#### 4.3.5.3 Datenstrukturierung und Denormalisierung

In enger Verbindung mit der Datenextraktion ist die Datenstrukturierung zu sehen. Durch sie sollen die Daten den Anforderungen entsprechend in Data-Warehouse- und OLAP-Systemen abgelegt werden, wobei betriebswirtschaftliche und technische Anforderungen sinnvoll miteinander verknüpft werden müssen. In der Literatur wird die Unterscheidung von Grund- und Zusatzdatenstrukturen vorgenommen, um die Stabilität von Datenstrukturen zu charakterisieren<sup>399</sup>. Als Grunddatenstrukturen werden dabei vorhersehbare Datenkonstrukte zur Abwicklung des Geschäftsverkehrs bezeichnet, wie z.B. Angaben über Geschäftspartner oder ein Kontenrahmen. Zusatzdatenstrukturen werden demgegenüber fallweise zur Beantwortung spezifischer Fragestellungen aufgebaut. Diese Aussage muß hinsichtlich des Data-Warehouse-Konzepts angepaßt werden, da gerade durch ein Data Warehouse Daten für spezifische Auswertungen möglichst nicht fallweise, sondern nicht-volatil aufgebaut werden sollen. Daher werden die betrieblichen Datenstrukturen bei EICKER ET. AL. modifiziert eingeordnet. Die für ein Data Warehouse relevanten Datenstrukturen werden zweckorientiert in Lade-, Basis- und Auswertungsdatenstrukturen differenziert<sup>400</sup>:

- *Ladedatenstrukturen* umfassen alle Datenstrukturen, die aus operativen Systemen übernommen werden.
- *Basisdatenstrukturen* enthalten Daten in einer konsistenten und vorverdichteten Form wie z.B. in einem Operational Data Store.
- *Auswertungsdatenstrukturen* beinhalten die Daten aus dem Basisbereich, wobei diese für das Data Warehouse weiter verdichtet oder anderweitig aufbereitet werden, wie z.B. für ein mit OLAP-Technologie realisiertes Data Mart.

Die Daten aus den Quellsystemen lassen sich durch einen mehrstufigen Abbildungsprozeß in eine entscheidungsorientierte Struktur überführen. Dieser Prozeß ist allerdings nicht losgelöst vom Unternehmensmodell zu sehen. Vielmehr existieren enge Beziehungen zwischen der Modellierung von Geschäftsprozessen in operativen Systemen und der Modellierung von multidimensionalen Informationssystemen für den dispositiven Entscheidungsprozeß. Die Interdependenzen zwischen Geschäftsprozeßmodellen und Modellen für den Entscheidungsprozeß auf Basis eines Data Warehouse lassen sich durch die Verknüpfung der Entscheidungsobjekte verdeutlichen. Ein Entscheidungsobjekt *Fahrzeugtyp* kann in den Geschäftsprozessen verschiedener operativer Systeme relevant sein, wie z.B. im Fakturierungs- oder PPS-System. Der Übergang zum einmaligen Auftreten des Fahrzeugtyps innerhalb einer Produktdimension eines multidimensionalen Informationssystems kann durch Beziehungstypen in einem

---

<sup>399</sup> Fischer 1992, S. 3; Maier 1996, S. 37; zur Flexibilität von Datenstrukturen siehe Czap 1992, S. 807.

<sup>400</sup> Eicker et al. 1997, S. 454.

Übergangsdiagramm dargestellt werden, das Entities aus beiden Systemsichten enthält<sup>401</sup>. Ein multidimensionales Datenmodell sollte die Flexibilität besitzen, eine Beziehung von Ladedatenstrukturen zu Basisdatenstrukturen, bis hin zu Auswertungsdatenstrukturen herstellen zu können.

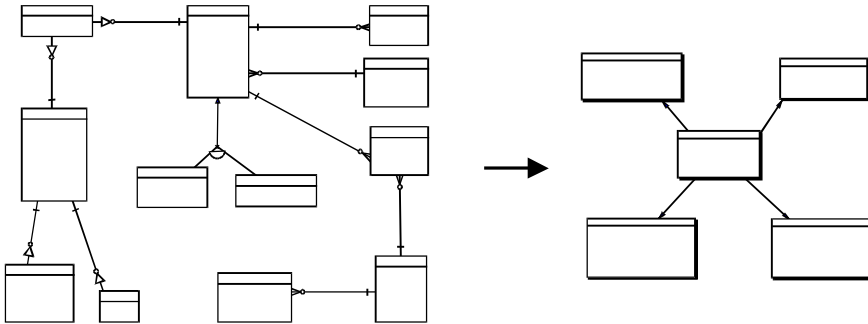


Abb. 30 Operative und multidimensionale Datenmodellierung auf logischer Ebene

Mit dem Übergang von Ladedaten-, Basisdaten- bis hin zu Auswertungsdatenstrukturen findet ein Wechsel der Strukturierungsmethode statt. Spiegelt sich in Ladedatenstrukturen noch die Normalisierung nach der dritten Form der operativen Systeme, so sind Auswertungsdatenstrukturen in der Regel denormalisiert. In operativen Systemen wird durch Normalisierung versucht, ein möglichst atomares und redundanzfreies Datenmodell zu erhalten, das sich an den operativen Geschäftsvorfällen orientiert. Demgegenüber wird in multidimensionalen Informationssystemen durch den gezielten Einsatz von Redundanz, der Verdichtung quantifizierender Daten und der speziellen Anordnung durch qualifizierende Daten versucht, die managementrelevanten Informationsobjekte in einer schnellen und einfachen Form verfügbar zu machen. Dieser Schritt wird auch als Denormalisierung bezeichnet. Die Denormalisierung erfolgt auf logischer Ebene durch die Zusammenfassung von Tabellen; wie viele und welche Tabellen allerdings zusammengefaßt werden, ist die entscheidende Frage<sup>402</sup>. Ermittelt werden muß der optimale Punkt zwischen verbesserter Zugriffszeit und Speicherplatzmehrerbrauch. Eine Möglichkeit der logischen Denormalisierung speziell für die Abbildung von multidimensionalen Strukturen in das Relationenmodell ist das Star Schema, das in Abschnitt 5 vorgestellt wird. Semantische multidimensionale Datenmodelle spiegeln die Denormalisierung durch eine direkte Beziehung von Kennzahlen, Dimensionen und Ableitungsregeln wider. Damit werden die Entscheidungsobjekte im Modell in einer Form angeordnet, wie sie auch vom Anwender für Analysen benötigt

<sup>401</sup> Zur Darstellung des Übergangs von Entscheidungsobjekten aus operativen hin zu multidimensionalen Informationssystemen siehe Heine 1998, S. 81 ff, Eicker et al. 1996, S. 8 und Abschnitt 5.1.5 (dort insbesondere Abb. 41).

<sup>402</sup> Inmon 1996, S. 100.

werden<sup>403</sup>. In Abb. 30 wird dies in schematischer Form für das relationale Modell dargestellt.

#### 4.3.5.4 Datenableitung und -verdichtung

Bei der Übernahme von Daten in Data-Warehouse- und OLAP-Systeme werden die Fragen gestellt, welche Daten übernommen werden, und in welche Form sie abgeleitet werden sollen. Die Verdichtung ist eine Form der Datenableitung. In der Regel werden nicht alle Daten aus den operativen Quellsystemen in atomarer Form benötigt. Es bietet sich aus Speicherplatzgründen an, gewisse Daten schon bei der Übernahme mit Hilfe von Funktionen abzuleiten bzw. zu verdichten. Granularität der Daten bezeichnet in diesem Zusammenhang den Verdichtungsgrad der Daten. Verdeutlicht werden kann dies mit Abb. 31, die die Darstellung der Dimension Zeit als Verdichtungskriterium beinhaltet. Auf der untersten Ebene werden Daten tagesweise erfasst. Dies ist in einem Data Warehouse meist schon die detaillierteste Ebene – im Gegensatz zu operativen Systemen, wo Daten stunden-, minuten- oder sogar sekundengenau aufgezeichnet werden. Die Ebene *Tag* besitzt in dem Beispiel die niedrigste Granularität, aber auf der anderen Seite die höchste Detaillierung. Die Ebene *Jahr* bildet die Spitzenposition mit höchster Granularität und niedrigster Detaillierung.

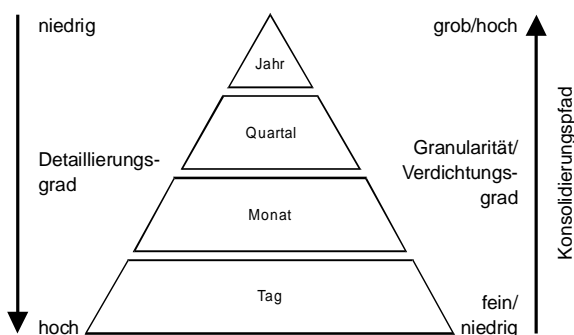


Abb. 31 Verdichtungsebenen der Dimension Zeit

Nicht nur bei der Datenübernahme werden Daten verdichtet, eine Verdichtung erfolgt auch zeitraumbezogen. So rechnet man allgemein bei den vergangenheitsorientierten Daten in einem Data Warehouse mit einem Zeithorizont von 5-10 Jahren<sup>404</sup>. Eine Verdichtung ist daher für Daten nach Altersstufe sinnvoll, da Daten, die mehrere Jahre zurückreichen, nicht mehr in höchster Detaillierung vorzuliegen brauchen. Dadurch sollte die Granularität mit dem Alter der Daten zunehmen. Die Granularität der Daten in einem Data Warehouse wird als ein wesentlicher Gestaltungsfaktor angesehen, da

<sup>403</sup> Gray/Watson 1998, S. 68.

<sup>404</sup> Inmon 1996, S. 36.

die Effizienz des Data Warehouse direkt von ihr abhängt<sup>405</sup>. Einerseits wird durch eine hohe Granularität Speicherplatz eingespart, andererseits können unter Umständen allerdings auch nicht mehr alle Anfragen beantwortet werden.

#### 4.3.5.5 Vereinheitlichung des Datenformats

Für die Integration von Daten aus den verschiedensten Systemen muß nicht nur eine einheitliche Datenstruktur, sondern auch ein einheitliches Datenformat geschaffen werden, das nicht mehr an den Belangen der operativen Systeme orientiert ist, sondern als multidimensionale Datenbasis für Controllinginformationssysteme dient. Die Schaffung einer unternehmensweit einheitlichen Semantik ist eine Grundvoraussetzung für die Datenbasis im Data Warehouse. Probleme, die auf unterschiedlichen Datenformaten der Quellsysteme beruhen, können folgendermaßen aussehen<sup>406</sup>:

- Gleiche Fakten können in operativen Systemen unterschiedlich kodiert sein (z.B. „j“ oder „n“ gegenüber „0“ oder „1“).
- Die Namensgebung von Datenfeldern ist nicht einheitlich.
- Gleiche Attribute können mit unterschiedlichen Maßeinheiten bzw. Werten versehen sein.
- In bestimmten Datenfeldern stehen andere Inhalte als im Datenmodell vorgesehen ist.

Weiterhin können die Datenbestände der verschiedenen Systeme auch eine unterschiedliche Aktualität besitzen, z.B. kann in einem System die Adresse eines Kunden schon geändert worden sein, während dies im anderen System erst zwei Wochen später erfolgt. Ähnliche Probleme können auch für das Aktualisierungsintervall von Data Warehouses wichtig sein. Ein gängiges Aktualisierungsintervall in Kostenrechnungs- und Controllingssystemen stellt die Berichtsperiode dar, die meist einen Monat umfaßt. Bei Einsatz des Data Warehouse für die Informationsbereitstellung für sehr kurzfristige Entscheidungen, wie z.B. die Auswirkung von wöchentlichen Werbeaktionen, müssen diese Daten entsprechend öfter aktualisiert werden. Sicherergestellt werden muß, daß es aufgrund von unterschiedlicher Aktualität der zu vergleichenden Daten nicht zu Inkonsistenzen kommt. Der Aktualitätsgrad der im Data Warehouse vorhandenen Daten sollte genau festgelegt werden.

Datumsfelder spiegeln das Problem der Formatvereinheitlichung besonders gut wider. Hat man z.B. Software für den englischsprachigen Raum im Einsatz, so werden Tag und Monat im Vergleich anders als im deutschsprachigen Gebiet dargestellt. Für die Datenbasis des Data Warehouse muß ein einheitliches Format festgelegt werden, in das alle anderen überführt werden können (siehe Abb. 32). Ein aktuelles Problem von Datumsfeldern in operativen Systemen stellt der Jahrtausendwechsel dar, da bei älteren Systemen oftmals nur zweistellige Jahreszahlen verwendet wurden, um Speicher-

---

<sup>405</sup> Inmon 1996, S. 46 ff.

<sup>406</sup> Inmon 1996, S. 34.

platz zu sparen. Dadurch arbeiten diese Systeme ab dem Jahr 2000 gegebenenfalls fehlerhaft. Bei der Übernahme von zweistelligen Jahreswerten ab dem Jahr 2000 muß der Importfilter des Data Warehouse entsprechend zwischen den Jahrhunderten unterscheiden können.

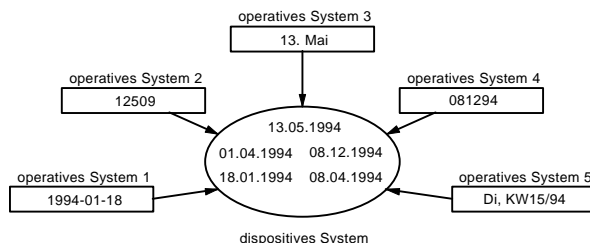


Abb. 32 Datumsformat als Integrationsproblem

Der Prozeß der Datenübernahme findet in der Schicht der Middleware statt. Die Übernahme kann unterschiedliche Formen besitzen. Als klassischer Bruch in der Informationssystempyramide gilt die manuelle Eingabe von Daten aus den operativen Systemen für Controlling und Unternehmensplanung<sup>407</sup>. Dies stellt den ungünstigsten Fall für ein Data Warehouse dar und sollte nur in Einzelfällen durchgeführt werden. Eine Mindestanforderung ist die Übernahme der Daten in einem einfachen Format (z.B. ASCII) mit Disketten. Der Normalfall sollte der automatische Datentransfer und die Datentransformation über genormte Schnittstellen wie ODBC<sup>408</sup> oder CORBA<sup>409</sup> im Computernetzwerk sein.

### 4.3.6 Vorgehensmodell für die Entwicklung von multidimensionalen Informationssystemen

Vorgehensmodelle für die Erstellung von Data-Warehouse- und OLAP-Umgebungen unterscheiden sich nicht grundsätzlich von den traditionellen Modellen für die Softwareentwicklungen<sup>410</sup>. Es existieren allerdings einige Spezifika, auf die näher eingegangen werden soll. Abb. 33 zeigt ein Beispiel für ein Vorgehensmodell für die Erstellung von Data Warehouses, das in der Praxis entstanden ist. Es fällt auf, daß die Dimensionierung der Kennzahlen und die Festlegung der Granularität dem logischen

<sup>407</sup> Becker et al. 1994, S. 423.

<sup>408</sup> Der Open Database Connectivity Standard (ODBC) ist eine genormte Schnittstelle für den Datenbankzugriff.

<sup>409</sup> Die Common Object Request Broker Architecture (CORBA) ist eine von der Object Management Group (OMG) standardisierte Infrastruktur für verteilte Objekte und Komponenten, die am Client/Server-Modell orientiert ist (Riehm/Vogler 1996, S. 93).

<sup>410</sup> Die traditionellen Vorgehensmodelle sind in der Literatur intensiv diskutiert worden. Eine ausführliche Beschreibung findet sich z.B. in: Biethahn et al. 1991, S. 18 ff.

Modell zugeordnet werden. Dies hängt sicherlich damit zusammen, daß in der Praxis vor allem Performanceerwägungen die logische Gestaltung beherrschen. Demgegenüber stehen auf der semantischen Ebene (in der Abbildung „Informationsbedarf“) die betriebswirtschaftlichen Anforderungen im Vordergrund. Die Teilschritte zur Implementierung des Datenextraktions- und Transformationsprozesses nehmen eine dominierende Stellung im physischen Modell ein. Dies unterstreicht die herausragende Bedeutung dieses Prozesses in einem Data-Warehouse-Projekt.

An dieser Stelle soll nicht vertiefend auf die Gestaltung einer kompletten Data-Warehouse-Umgebung eingegangen werden. Vielmehr eignet sich die folgende Vorgehensweise zur multidimensionalen Modellierung eines abgegrenzten Bereichs, wie z.B. zur Erstellung von Data Marts. Hardwareaspekte und systemspezifische Details werden nicht berücksichtigt.

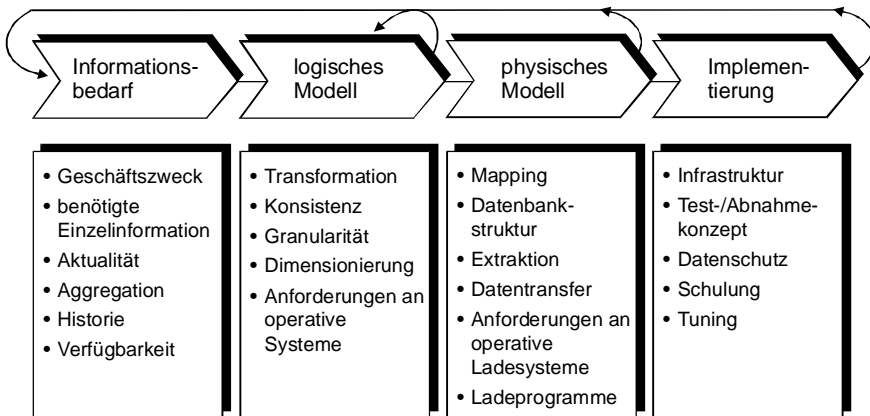


Abb. 33 Vorgehensmodell für die Erstellung von Data Warehouses<sup>411</sup>

In Veröffentlichungen differenzieren Vorgehensmodelle in der Abfolge der Modellierung von Kennzahlen und Dimensionen. Besonders Praktiker stellen die Identifikation der Dimensionen in den Vordergrund<sup>412</sup>. Andere Autoren nennen demgegenüber den Kennzahlenbedarf an erster Stelle<sup>413</sup>. Weiterhin kann unterschieden werden, ob der Entwurf top-down von den Anforderungen der Fachabteilung oder bottom-up von den existierenden Daten ausgeht<sup>414</sup>. Als Erkenntnis aus durchgeführten Projekten, wird hier ein kennzahlenorientiertes Vorgehen präferiert, so daß zunächst die Kennzahlen als wesentliche Inhalte definiert werden sollten. Bei der Definition wird gleichzeitig die

<sup>411</sup> Software AG 1996, S. 42.

<sup>412</sup> Z.B. Gruner 1996, o. S.

<sup>413</sup> Z.B. Gabriel/Gluchowski 1997, S. 21 ff.

<sup>414</sup> Alur 1995, S. 22. Eicker et al. 1997, S. 452; Parsaye 1995, S. 51 ff; Rauh/Stickel 1997, S. 294.

Datenherkunft berücksichtigt, um zu ermitteln, ob die Daten für die benötigten Kennzahlen im Unternehmen verfügbar sind. Weiterhin kann ermittelt werden, welche Deskriptoren in den Quellsystemen zur Beschreibung der Kennzahlen vorhanden sind und welche Ableitungen benötigt werden. Die eigentliche Dimensionierung der Kennzahlen erfolgt allerdings erst in einem späteren Schritt.

#### 4.3.6.1 Anforderungsanalyse

Im Vorfeld der Anwendungsentwicklung stellen sich unter anderem die Fragen<sup>415</sup>:

- Welche Ziele werden mit der Anwendung verfolgt.
- Wer benutzt die Anwendung?
- Welche Probleme sollen gelöst bzw. Fragen beantwortet werden?
- Wie arbeitet der Anwender mit der Anwendung?
- Welche Daten benötigt der Anwender und in welchem Detaillierungsgrad?
- Wie sollen die Daten strukturiert sein?
- Welche Quellsysteme liefern welche Daten?
- Welche Schnittstellen werden benötigt?
- Welche zukünftigen Anpassungen sind vorhersehbar?

Um diese Fragen zu beantworten, ist im Rahmen der Ist-Analyse zunächst eine Tätigkeitsanalyse durchzuführen. Bei dieser muß geklärt werden, welche Analysen der Anwender standardmäßig mit welchen betriebswirtschaftlichen Größen vornimmt. Außerdem sind die Analyserichtungen zu dokumentieren, nach denen die relevanten Größen untersucht werden. Im Anschluß an die Tätigkeitsanalyse sollte eine Untersuchung der Systemlandschaft erfolgen. Hierbei sind die bisher bestehenden Datenflüsse und deren Datenquellen zu beschreiben. Das Ergebnis dieser Phase ist ein grobes Soll-Konzept, das aufzeigt, wie das vorliegende Problem zu lösen ist.

#### 4.3.6.2 Ermittlung des Kennzahlenbedarfs

Zunächst muß der Gegenstandsbereich des Modells abgesteckt werden. Im weiteren sind die Erwartungen der Anwender an das System und die Fragen, die damit beantwortet werden sollen, zu spezifizieren. Dies geschieht, indem die Aspekte dokumentiert werden, die durch das System abgedeckt werden sollen. Entscheidend sind die kritischen Erfolgsfaktoren des Unternehmens bzw. Bereiches, für den das System erstellt wird. Anhand dieser Informationen läßt sich der Kennzahlenbedarf festlegen, mit dem der Untersuchungsgegenstand am besten charakterisiert wird. Erschwerend kommt jedoch hinzu, daß in großen Unternehmen verschiedene betriebswirtschaftliche Begriffe oft semantisch unterschiedlich benutzt werden. Es ist daher notwendig, alle im Problembereich anfallenden Begriffe zu erfassen und zu beschreiben<sup>416</sup>. Durch dieses Vorgehen entsteht ein einheitlicher Begriffspool durch den Anwendungsentwickler und Mitarbeiter aus den Fachabteilungen in die Lage versetzt werden, eindeutig mit-

---

<sup>415</sup> Menninger 1996, o. S.

<sup>416</sup> Siehe Abschnitt 2.6.4.

einander zu kommunizieren. Anhand des Begriffspools kann sich der Entwickler außerdem schneller in das Fachproblem einarbeiten. Erst nach der eindeutigen Begriffsdefinition können die realen Gegebenheiten in ein semantisches Datenmodell überführt werden.

Die Sammlung der Kennzahlen muß systematisch erfolgen und sollte tabellarisch dargestellt werden. Tab. 13 zeigt beispielhaft die strukturierte Definition des Absatzes. Der Begriff *Absatz* besitzt die systemweit eindeutige Abkürzung „A“ und wird generell in tausend Stück angegeben. Aus Sicht des multidimensionalen Informationssystems besitzt *Absatz* den Status „originäre Kennzahl“, da die Werte aus den Quellsystemen in das multidimensionale Datenbanksystem importiert werden. Im Beschreibungsfeld werden Metainformationen über Absatz in einer umgangssprachlichen Form hinterlegt. Demgegenüber wird im Definitionsfeld eine möglichst mathematisch genaue Beschreibung hinterlegt. Unter Datenherkunft werden die datenliefernden Systeme aufgeführt. Aus der letzten Zeile der Tabelle kann man Informationen über die Aktualität der Daten entnehmen<sup>417</sup>.

Bezeichnung:	<b>Absatz</b>
Abkürzung:	A
Maßeinheit:	Tausend Stück
Status:	Originäre Kennzahl
Beschreibung:	Absatz umfaßt Liefermengen an Händler, Werksangehörige und Direktabnehmer ZP 8 bedeutet auslieferungsfähiger Zustand
Definition:	= Lagerbestand (Ist)+Produktion ZP8 (Ist)-Lagerbestand (Neu)
Datenherkunft:	Gesammelt aus operativen Systemen der Marken Excel-Format
Aktualisierung:	Täglich, 24.00 Uhr

Tab. 13 Begriffsdefinition Absatz<sup>418</sup>

#### 4.3.6.3 Abgeleitete Kennzahlen

Nach der Identifizierung der originären Kennzahlen, sind die funktionalen Zusammenhänge der Größen aufzuzeigen. Hierfür werden die Verknüpfungen der Kennzahlen untereinander als Ableitungsregel festgehalten. Zur besseren Übersicht werden die betriebswirtschaftlichen Kennzahlen in der Statuszeile in die Kategorien originäre oder berechnete Kennzahl eingeteilt. Originäre Kennzahlen werden als Datenbasis direkt aus Werten der vorgelagerten Systeme z.B. aus der Finanzbuchhaltung importiert. Ab-

<sup>417</sup> In der Praxis müssen Datenquelle, Datenformat sowie die Art der Aktualisierung noch sehr viel genauer spezifiziert werden. Darauf soll hier allerdings aus Gründen der Übersichtlichkeit verzichtet werden.

<sup>418</sup> Struktur in Anlehnung an Gabriel/Gluchowski 1997, S. 23.



geleitete Kennzahlen dagegen sind mathematische Verknüpfungen, die durch das multidimensionale Informationssystem durchgeführt werden. Bei abgeleiteten Kennzahlen, findet im Gegensatz zu originären Werten im Normalfall traditionell auch keine feste Speicherung der Werte statt; diese werden stattdessen dynamisch berechnet und temporär im Speicher gehalten. Diese Unterscheidung ist für den Daten- und Schnittstellenbedarf der Anwendung sehr wichtig. Ziel ist die Entwicklung eines strukturierten Kennzahlengerüsts, von dem aus weitere Betrachtungen und Überlegungen durchgeführt werden können.

#### 4.3.6.4 Dimensionierung der Kennzahlen und Granularität

Die benötigten Kennzahlen sollten aus Flexibilitätsgründen nach möglichst vielen Dimensionen auswertbar sein. Aus praktischen Gründen sollte man allerdings darauf achten, daß die Dimensionsanzahl möglichst gering gehalten wird, da ansonsten der Speicherbedarf der Anwendung stark ansteigt. Für den Dimensionsbedarf ist also häufig ein Kompromiß zu suchen. Nicht alle Kennzahlen sind für alle Dimensionen relevant, so gibt es Kennzahlen, die nur in zwei Dimensionen, die partiell über mehrere oder vollständig über alle Dimensionen analysiert werden können<sup>419</sup>. Abhängig ist die Dimensionierung von der Kennzahlenart (Gliederungs-, Beziehungs-, Indexzahlen), vom Verdichtungstyp (I-VI) und dem Angebot von originären Daten aus den Quellsystemen.

Die ermittelten Dimensionen müssen auf ihre Struktur hin untersucht und Dimensionselemente sowie gegebenenfalls Dimensionshierarchien festgelegt werden. Die *Granularität* der Dimensionselemente ist in Abhängigkeit von der Hierarchiebildung zu bestimmen. Hierbei sind die schon in Abschnitt 2.6.3 vorgestellten Parameter zur Bestimmung des Verdichtungsgrades heranzuziehen. Entlang der Verdichtungswege der Dimensionselemente sind die *Verdichtungsmethoden* zu ermitteln. Es ist dabei durchaus möglich, daß mehrere Verdichtungswege innerhalb einer Dimension bestehen. Die Verdichtungsmethoden sind von der zu verdichtenden Kennzahl und vom jeweiligen Verdichtungsweg abhängig. Weiterhin müssen die Attribute festgelegt werden, die einzelne Dimensionen oder Dimensionselemente näher beschreiben, wie z.B. der Name eines Kostenstellenverantwortlichen. Besonders im Rahmen von Marketinganalysen kann die umfangreiche Attributierung eine wesentliche Anforderung sein.

#### 4.3.6.5 Physisches Design der Datenwürfel

Mit der Zuordnung unterschiedlicher Dimensionen zu den Kennzahlen werden deren vorher analysierte Aufgliederungsrichtungen festgelegt und somit konkrete Datenwürfel generiert (Abb. 34 zeigt eine solche Zuordnung in einem OLAP-System)<sup>420</sup>. Dabei stellt sich jedoch die Frage des Designs des Datenwürfels. In der Praxis lassen sich Multicube- und Singlecube-Prinzip als gegensätzliche Ansätze unterscheiden. Nach

---

<sup>419</sup> Nölken 1998, S. 17 f.

<sup>420</sup> Gabriel/Gluchowski 1997, S. 25 f.

dem Multicube-Prinzip wird für jede Kennzahl ein separater Datenwürfel generiert, so daß für jede Kennzahl alle relevanten Dimensionen angegeben werden müssen. Es besteht hierbei die Möglichkeit, einzelne Datenwürfel über gleiche Dimensionen miteinander zu verknüpfen. Diese Operation wird als OLAP-Join bezeichnet. Das Singlecube-Prinzip kennt demgegenüber nur einen einzigen Datenwürfel, der für alle Kennzahlen nach allen Dimensionen aufgespannt wird. Einträge für ungültige Dimensionen bezüglich einer Kennzahl werden einfach leer gelassen. Im Prinzip ist die Unterscheidung zwischen beiden Prinzipien nur eine physikalische Feinheit, die für den Nutzer völlig transparent bleiben sollte. Leider ist dies in der Praxis nicht der Fall, so daß z.B. betriebswirtschaftlich unsinnige Analysekombinationen in Singlecubes möglich sind. Ein Vorteil des Singlecube-Prinzips ist, daß sich Beziehungen zwischen Kennzahlen sehr einfach ausdrücken lassen, da sich alle Operationen nur auf einen Würfel beziehen.

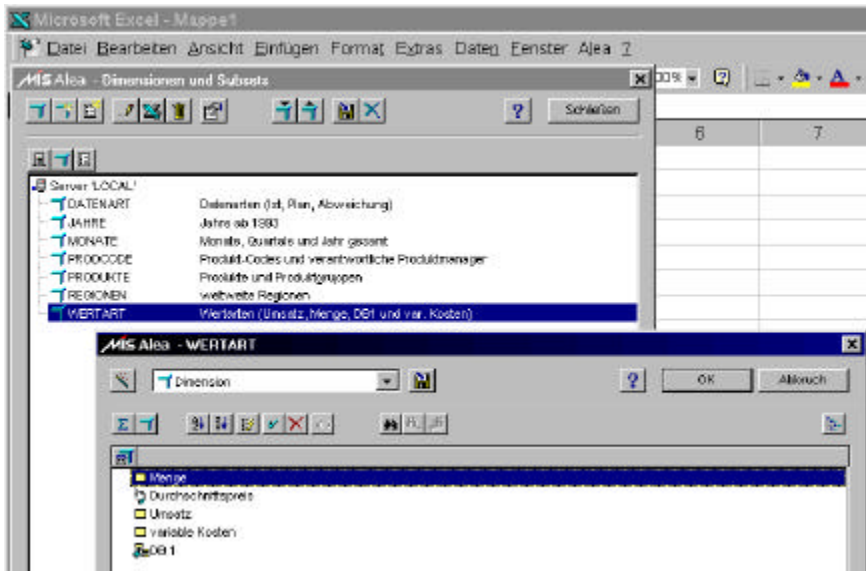


Abb. 34 Verwaltung von Dimensionen in Alea<sup>421</sup>

Im Anwendungsbeispiel für ein Produktanalysesystem in Abschnitt 7.1 dieser Arbeit wurde das Multicube-Prinzip modifiziert. So wurde jeweils für mehrere gleichdimensionierte Kennzahlen ein gemeinsamer Würfel angelegt. In diesem Fall kann eine Kennzahlendimension vereinbart werden, in der betriebswirtschaftliche Kennzahlen die Dimensionselemente sind. So könnten beispielsweise die Größen einer Deckungs-

<sup>421</sup> Alea ist ein Produkt der MIS AG.

beitragsrechnung in einer Kennzahlendimension eingegliedert werden<sup>422</sup>. Würde trotz der unterschiedlichen Dimensionierung der Kennzahlen der Singlecube-Ansatz verfolgt, wären unsinnige Kombinationen wie Stück-Absatzzahlen in EURO möglich. Dies wird durch den Multicube-Ansatz vermieden. Darüber hinaus hat dieser Ansatz den Vorteil, daß bei der physischen Umsetzung des Modells Speicherplatz gespart wird, da jede Kennzahl nur die benötigten Dimensionen besitzt.

Anhand der vorgestellten Vorgehensweise läßt sich erkennen, daß die Modellierung multidimensionaler Datenstrukturen ein anspruchsvoller Vorgang ist. Daher werden zur Abbildung realer Gegebenheiten in multidimensionale Strukturen geeignete leicht verständliche Abbildungstechniken gesucht. Diese sollten sich am Begriffsverständnis und Vorstellungsvermögen der Endanwender orientieren und die Komplexität der Datenmodelle abbilden können<sup>423</sup>.

---

<sup>422</sup> Totok 1998, S. 173.

<sup>423</sup> Gabriel/Gluchowski 1997, S. 28.



## 5 Semantische Modellierung

### 5.1 Ansätze auf Basis des Entity-Relationship Model

#### 5.1.1 ERM ohne Modifikationen

Die Eignung des ERM zur Modellierung von multidimensionalen Datenstrukturen wird zu Zeit intensiv diskutiert. Die Meinungen über die Anwendbarkeit differieren. Schwierigkeiten gibt es z.B. bei der Abbildung von Dimensionshierarchien<sup>424</sup>, von datenstrukturinhärenten Regeln<sup>425</sup> oder auswertungsbezogenen Funktionen und Sichten. Einige Autoren sehen keine Notwendigkeit, das ERM um neue Konstrukte zu erweitern, sondern modifizieren nur die Anordnung der Notationselemente<sup>426</sup>. Ein zweite Gruppe von Veröffentlichungen behandelt die Erweiterung des ERM um spezielle multidimensionale Notationselemente<sup>427</sup>. Eine dritte Gruppe schließlich hält das ERM für nicht ausreichend und benutzt objektorientierte Ansätze<sup>428</sup> oder generiert völlig neue Notationen<sup>429</sup>. Zunächst soll in diesem Abschnitt gezeigt werden, wie man multidimensionale Konstrukte mit dem ERM in seiner „reinen“ Form abbilden kann. In den folgenden Abschnitten wird eine Übersicht über weitere ERM-orientierte Ansätze aus ausgewählten Veröffentlichungen gegeben. Abschnitt 5.2 behandelt ADAPT als nicht vom ERM abgeleitete Notation. In Abschnitt 5.3 wird auf objektorientierte Ansätze eingegangen. Den Schwerpunkt des Kapitels bildet Abschnitt 5.6, in dem ein objektorientierter multidimensionaler Modellrahmen entwickelt wird, mit dem Kennzahlen, Dimensionen und Ableitungsregeln eindeutig abgebildet werden können.

In Abb. 35 wird gezeigt, wie mit den Konstrukten des ERM das schon in Abschnitt 3.5 vorgestellte Beispiel aus dem Vertriebscontrolling modelliert werden kann. Ansätze, die eine multidimensionale ER-Modellierung verfolgen, unterscheiden in Anlehnung an die logische Modellierung mit Hilfe des Star Schema meist zwischen zentraler Faktrelation und mehreren Dimensionstabellen<sup>430</sup>. Im ERM kann man ein multidimensionales Modell als Verknüpfung eines zentralen Beziehungstyps mit einer Entity-Menge von Dimensionen interpretieren. Im Mittelpunkt der Darstellung in Abb. 35 steht daher die zentrale Beziehung *Vertriebsergebnis*, die die Verbindung zwischen vier Dimensionen herstellt. Die Kennzahlen des Modells sind die Attribute der zentralen Beziehung, wobei allerdings nicht abgebildet wird, daß *Bruttoerlös*, *Erlösschmäle-*

---

<sup>424</sup> Gabriel/Gluchowski 1997, S. 30.

<sup>425</sup> Holthuis 1998, S. 136.

<sup>426</sup> Z.B. Altenpohl et al. 1997, S. 12.

<sup>427</sup> Z.B. das bayrische Forschungszentrum für wissensbasierte Systeme (Sapia et al. 1998, S. 1 ff).

<sup>428</sup> Z.B. Holthuis 1998, S. 164 ff.

<sup>429</sup> Z.B. Golfarelli et al. 1998, o. S.

<sup>430</sup> Bulos/Forsman 1998, S. 2.

*rungen* und *Variable Kosten* originäre Kennzahlen<sup>431</sup> sind, wohingegen *Nettoerlös* und *Deckungsbeitrag I* abgeleitet werden.

Die Dimensionen des Modells werden als Entities von unterschiedlicher Ausprägung modelliert. Dimensionen, die über mehrere Verdichtungshierarchien oder weitere Elemente verfügen, können mit Hilfe einer Spezialisierung modelliert werden. Das übergeordnete Entity der Artikeldimension stellt eine Oberklasse dar, die auf diese Weise zu einer Sondermodellgruppe oder zu einer Artikelhierarchie spezialisiert wird. Zur Darstellung einer Hierarchie werden alle entsprechenden Hierarchieebenen top-down über 1-zu-n-Beziehungen miteinander verbunden. Dadurch wird für die Verdichtung gewährleistet, daß jedes untergeordnete Element genau ein übergeordnetes Element besitzt. Die Artikel-, Zeit- und Vertriebswegdimension sind Beispiele hierfür. Es sind allerdings auch Fälle, wie z.B. eine n-zu-m-Beziehung, denkbar, was bedeuten würde, daß anteilige Verdichtungen mögliche wären (siehe Abb. 23). Um eine Hierarchie nach außen hin als eine Einheit erscheinen zu lassen, können Hierarchien durch das Konstrukt Aggregation zu einem einzigen Entity uminterpretiert werden.

Die Sondermodellgruppe der Artikelhierarchie umfaßt ausgewählte Einzelartikel. Dies kann in Form einer Beziehung ausgedrückt werden, die auf die entsprechenden Einzelartikel verweist. Diese Beziehung wird zu einem Entity uminterpretiert, um als Spezialisierung der Artikelhierarchie dargestellt werden zu können. Dimensionselemente, deren Ausprägungen eine logische Reihenfolge besitzen, können durch eine rekursive Beziehung mit sich selbst verknüpft werden. Innerhalb der Zeithierarchie besitzt jedes Entity eine solch rekursive Beziehung, so daß z.B. auf Tagesebene die Reihenfolge Montag bis Sonntag festgelegt werden kann. Durch die Attributierung von Dimensionselementen lassen sich Entscheidungsobjekte beschreiben. So besitzen in der Vertriebsweghierarchie die Elemente jeder untergeordneten Ebene einen Namen und einen Erfolgsverantwortlichen. Aus Gründen der Übersichtlichkeit werden nicht alle Attribute aufgeführt, und es wurde auf die Attributierung der anderen Dimensionen verzichtet. Durch die Attribute *Plan*, *Ist* und *Abweichung* werden die drei Ausprägungen der Szenariodimension differenziert, wobei analog zu den Kennzahlenattributen nicht deutlich wird, daß *Abweichung* ein abgeleiteter Wert ist.

Hierarchische Dimensionen wurden hier mit Hilfe des Konstrukts der Aggregation modelliert. Dadurch besitzt z.B. die Zeitdimension die Entities Jahr, Quartal, Monat und Tag. Alternativ können Dimensionen aber auch als generalisierte Entitytypen modelliert werden, so daß nur ein Entitytyp Zeit existiert, der mit sich selbst in Beziehung steht. Diese Möglichkeit wird z.B. von BECKER/WIESE verfolgt<sup>432</sup> und in Abschnitt 5.1.5 dargestellt.

---

<sup>431</sup> Als originäre Kennzahlen eines multidimensionalen Modells werden hier Kennzahlen bezeichnet, die die Basis für alle weiteren Ableitungen bilden. Auf physischer Ebene sind dies gerade die Werte, die von den Vorkontrollsystemen bereitgestellt werden. Es kann sich auch schon um abgeleitete Zahlen handeln, die allerdings die Basis für die Auswertungsrechnung bilden.

<sup>432</sup> Becker/Wiese 1998, S. 19.

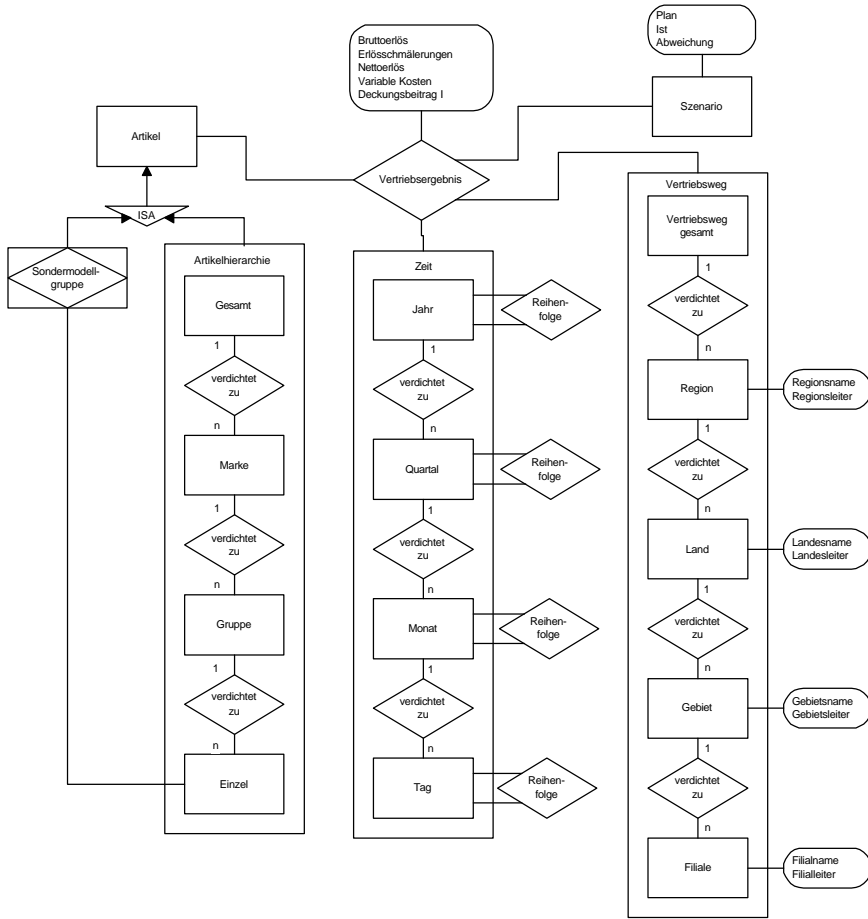


Abb. 35 Multidimensionale Strukturen in ER-Notation

### 5.1.2 Multidimensionales Entity-Relationship Model

Das multidimensionale Entity-Relationship Model (ME/R Model) ist eine Modellierungsnotation, die von der Forschungsgruppe Wissensbasen des bayrischen Forschungszentrums für wissensbasierte Systeme (FORWISS) im Rahmen des Projekts System 42 entwickelt wurde. Im Teilprojekt Babel Fish wird eine Methodik zum modellgestützten Entwurf und Betrieb von repository-getriebenen Data-Warehouse-Systemen entwickelt<sup>433</sup>. Das semantische Datenmodell soll die zentrale Stellung zwi-

<sup>433</sup> Sapia 1998, o. S.

schen logischen Abfrage-, Benutzer-, Sicherheits-, Transformations- und Updatemodell besitzen.

Für die semantische Modellierung wird die ER-Notation um die drei neuen Elemente *Faktenrelation*, *Dimensionsebene* und *hierarchische Beziehung* ergänzt (siehe Abb. 36). Bei Faktenrelation und hierarchischer Beziehung handelt es sich um spezialisierte Beziehungstypen. Dimensionsebenen sind eine besondere Ausprägung von Entities. Grundsätzlich wurde für die Notation ein minimalistisches Prinzip angewendet, was bedeutet, daß das konventionelle ERM um nur so wenig Notationselemente wie nötig erweitert wird<sup>434</sup>. Daher gibt es auch keine Elemente für bestimmte Dimensionstypen oder -elemente. Ebenso werden normale und hierarchische Beziehungen nicht durch das traditionelle Rautensymbol dargestellt, sondern werden vom Verbindungselement impliziert.

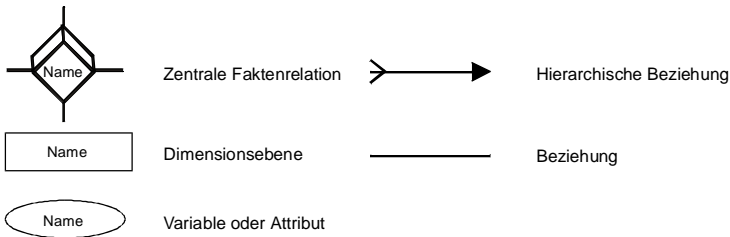


Abb. 36 Notationselemente des ME/R-Modells<sup>435</sup>

Abb. 37 zeigt ein Beispiel von FORWISS für den Werkstattkostenvergleich aus dem Servicewesen eines Automobilproduzenten. Reparaturkosten lassen sich nach Kundenkategorie und Fahrzeugmodell zwischen den verschiedenen Werkstätten der Niederlassungen miteinander vergleichen. Hierfür werden die Kennzahlen Material-, Lohn-, Gesamtkosten sowie Mitarbeiteranzahl und Bearbeitungsdauer erhoben<sup>436</sup>. Wie im Star Schema steht eine zentrale Faktentabelle im Mittelpunkt des Modells. Die Kennzahlen werden als Attribute der zentralen Faktentabelle modelliert. Die Dimensionen werden bottom-up verknüpft, was bedeutet, daß die unterste Hierarchieebene jeder Dimension mit der Faktentabelle verbunden ist. Pfeile verbinden die Hierarchieebenen in ihrer Verdichtungsfolge. Dimensionselemente werden durch Attribute näher beschrieben, wie z.B. Kunden hier durch Alter und Einkommen kategorisiert werden. Kunden und Werkstätten werden nach den gleichen geographischen Regionen und Ländern weiterverdichtet, wobei Werkstätten parallel nach Typen verdichtet werden.

<sup>434</sup> Sapia et al. 1998, S. 5.

<sup>435</sup> In Anlehnung an Sapia et al. 1998, S. 7.

<sup>436</sup> Aus Controllingsicht müßte zur Abrundung des Beispiels allerdings zumindest noch die Art der Reparatur berücksichtigt werden, damit sinnvolle Analysen möglich werden.



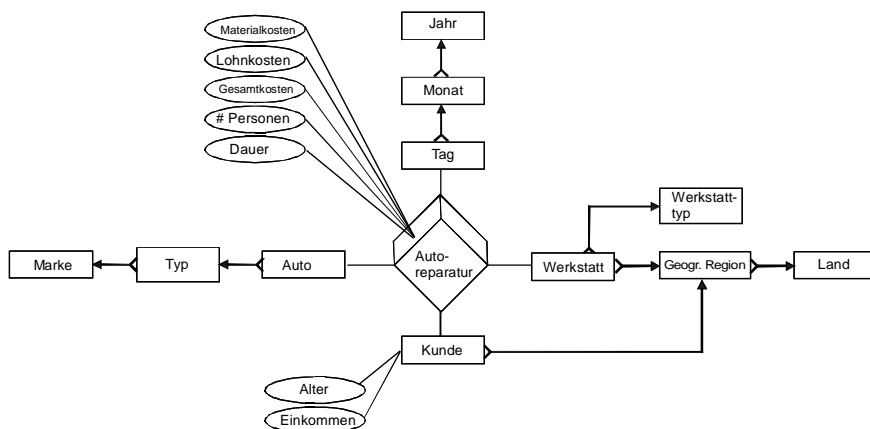


Abb. 37 Beispiel für das ME/R Model<sup>437</sup>

Das angewendete Prinzip der Minimalität hat Vor- und Nachteile. Auf der einen Seite bleiben die Grafiken sehr übersichtlich und die Modellkonstrukte sind leicht vermittelbar. Auf der anderen Seite ist die Semantik von bestimmten Notationselementen nicht immer eindeutig und wird nur im konkreten Zusammenhang klar. Nicht unterschieden wird z.B. zwischen Attributen der zentralen Faktabelle, die größtenteils betriebswirtschaftliche Kennzahlen (in Abb. 37 Kosten) enthält und Attributen von Dimensionselementen, die zusätzliche Informationen zu Stammdaten bzw. betriebswirtschaftlichen Entscheidungsobjekten enthalten (z.B. Kundenalter). Die Verdichtung von Werkstätten und Kunden nach denselben Regionen und Ländern wirkt in der Darstellung nicht unmittelbar einsichtig und könnte durch eine andere Anordnung der Elemente verbessert werden.

### 5.1.3 Modifizierte Objekttypenmethode

Bei der Objekttypenmethode (OTM) nach WEDEKIND und ORTNER<sup>438</sup> handelt es sich keinesfalls um einen objektorientierten Ansatz, der Daten und Methoden eng miteinander verknüpft und z.B. von BOOCH oder COAD/YOURDON verfolgt wird<sup>439</sup>. Vielmehr ist die OTM eine methodische Vorgehensweise, die auf dem Objekttypenmodell basiert, dessen Ausprägungen notationsmäßig eng mit dem ERM verwandt sind. Das primäre Ziel der OTM ist die formale Begriffsbildung, die durch eine Rekonstruktion der Fachbegriffe im Unternehmen erreicht wird<sup>440</sup>. Eine Modifikation der OTM für die Modellierung von Data Warehouses stammt von RAUTENSTRAUCH. Für die multidi-

<sup>437</sup> In Anlehnung an Sapia et al. 1998, S. 9.

<sup>438</sup> Ortner 1983; Wedekind 1981.

<sup>439</sup> Das hier zugrundeliegende Verständnis vom objektorientierten Begriff setzt eine Klassenbasierung inklusive Vererbungskonzept voraus (Stein 1993, S. 319; Wegner 1990, o. S.).

<sup>440</sup> Ortner 1983, S. 18.

mensionale Modellierung werden die Sprachkonstrukte *Objekttyp*, der synonym für Entitytyp benutzt wird, *Konnexion*, also ein Beziehungstyp für die Verbindung von Objekten sowie *Aggregation* verwendet<sup>441</sup>. Neu eingeführt wird ein komplexer Objekttyp, der Dimensionselemente, die in einer hierarchischen Beziehung zueinander stehen, zusammenfaßt. Ebenso wie beim ME/R Modell gibt es keine besonderen Symbole für bestimmte Dimensionstypen; im Gegensatz dazu allerdings auch kein Symbol für eine zentrale Faktentabelle. Der Aufbau der Modelle orientiert sich an Star, Snowflake und Galaxy Schema. Abb. 38 zeigt ein Beispiel für den Bereich Vertrieb. Für die Modellierung von Integritätsregeln schlägt RAUTENSTRAUCH die Verwendung der Event-Condition-Activity-Regeln nach DAYAL, BUCHMANN und MCCARTY vor<sup>442</sup>.

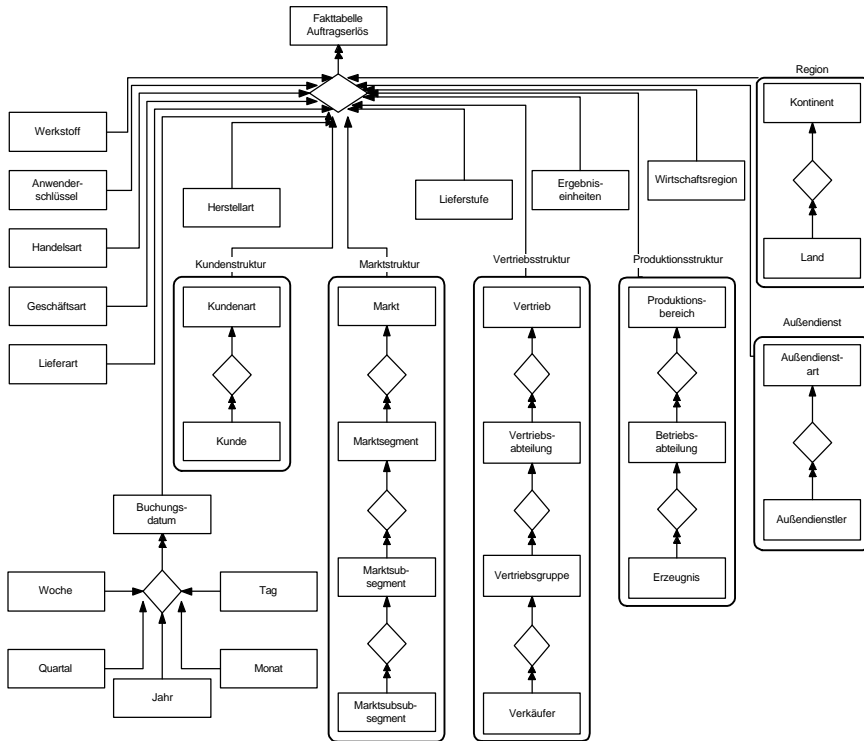


Abb. 38 Beispiel für die OTM<sup>443</sup>

<sup>441</sup> Rautenstrauch 1997, S. 7 ff. Siehe zu Einzelheiten der modifizierten OTM auch eine Diplomarbeit der Universität Konstanz (Inan 1997, S. 42 ff).

<sup>442</sup> Rautenstrauch 1997, S. 10; Dayal/Buchmann/McCarty 1988, S. 129 ff.

<sup>443</sup> Rautenstrauch 1997, S. 9; auch bei Inan 1997, S. 62.

### 5.1.4 Datenmodellierung Data Warehouse – ein Lösungsvorschlag mittels ER-Modellierung

Dieser Modellierungsansatz wurde von der Arbeitsgruppe Enterprise Modelling der IBM-Anwendergruppe Guide/Share Europe erstellt. ALTENPOHL ET AL. benutzen für ihre Modelle ausschließlich Entity- und Beziehungstypen, wobei ähnlich wie beim ME/R-Ansatz das Rautensymbol nicht verwendet wird, sondern Beziehungen zwischen Entities durch eine beidseitige Pfeilnotation impliziert werden<sup>444</sup>. Das Modell konzentriert sich auf die logischen Belange von Star und Snowflake Schema, wobei die Modellierung von Dimensionshierarchien und zentralen Faktenentity im Vordergrund steht. Aussagen zu Dimensionstypen oder Formeln werden wie bei den vorher genannten Ansätzen nicht getroffen. Abb. 39 zeigt wiederum ein Beispiel aus dem Vertriebsbereich. Als ergänzende Information sieht man im Diagramm die erwartete Anzahl der Datensätze pro Relation, so daß sich die Mächtigkeit der Datenbank schnell abschätzen läßt.

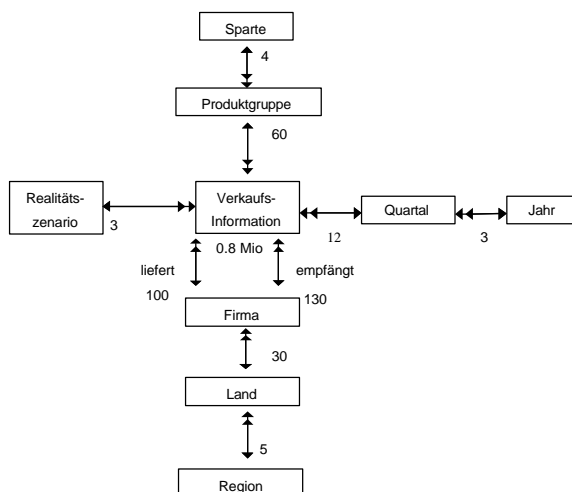


Abb. 39 Beispiel für ERM<sup>445</sup>

### 5.1.5 ER-Modellierung von Controlling-Systemen

Bereits 1994 haben BECKER ET AL. eine Erweiterung des ERM zur Modellierung von aggregierten Daten vorgestellt<sup>446</sup>. Inzwischen wurde der Ansatz hinsichtlich der Modellierung von Data-Warehouse-Systemen von BECKER/WIESE weiterentwickelt.

<sup>444</sup> Altenpohl et al. 1997, S. 8 ff.

<sup>445</sup> Altenpohl et al. 1997, S. 20.

<sup>446</sup> Becker et al. 1994, S. 422 ff.

Grundsätzlich wird die Benutzung des „etablierten Instrumentariums“ der ER-Modellierung als sinnvoll erachtet<sup>447</sup>. Der Ansatz verfügt über drei Sichtweisen zur Beschreibung von Controlling-Systemen. Die erste Sicht dient zur Beschreibung von Dimensionen. Im Gegensatz zu den anderen hier vorgestellten ERM-orientierten Notationen, werden Dimensionshierarchien allerdings nicht als Verdichtungsbeziehungen zwischen Entities dargestellt, sondern als generalisierte Entitytypen einer Dimension, die alle Entities einer Dimension, wie z.B. die Ebenen einer Hierarchie, aufnehmen können. Abb. 40 verdeutlicht diese Vorgehensweise für eine Zeit- und eine Artikeldimension. Nachteilig an dieser Darstellungsart ist, daß es nicht möglich ist, im grafischen Modell einen Überblick über die verschiedenen Verdichtungsstufen zu erhalten.

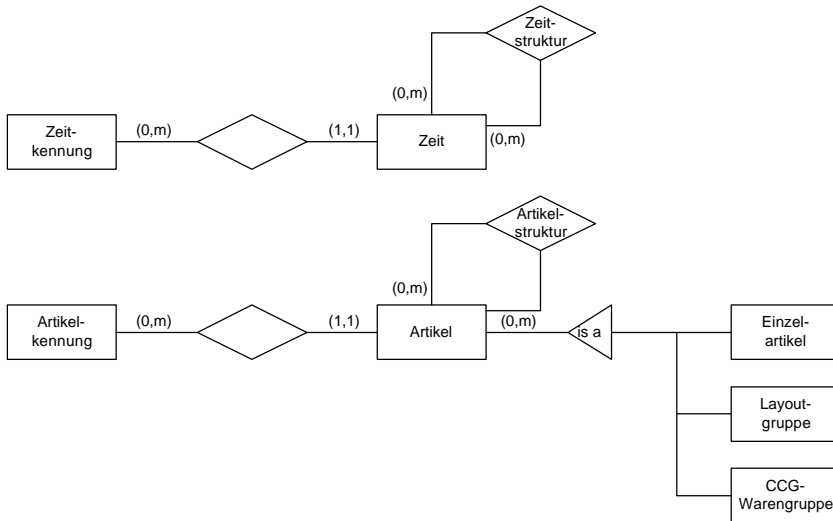


Abb. 40 Dimensionsbeschreibung<sup>448</sup>

Eine zweite Sichtweise beschreibt die Herleitung aggregierter aus atomistischen Daten. Gefolgt wird der Auffassung von RAUH, der eine Differenzierung im ERM zwischen originären und abgeleiteten Daten fordert<sup>449</sup>. Ziel der Erweiterung soll es daher sein, in einem ERM zu erkennen, welche Daten atomar und welche verdichtet sind<sup>450</sup>. Dabei muß in der Darstellung deutlich werden, welche Informationen auf Entities und welche auf Beziehungen beruhen. Als zusätzliche Beschreibungselemente werden hierzu ein Verdichtungs Pfeil (Doppellinie durchgezogen und gestrichelt) sowie ein

<sup>447</sup> Becker/Wiese 1998, S. 18.

<sup>448</sup> Becker/Wiese 1998, S. 19.

<sup>449</sup> Rauh 1992, S. 295.

<sup>450</sup> Becker et al. 1994, S. 423.

Verdichtungs-Entitytyp, der aufgrund verdichteter Daten entsteht (uminterpretierter Beziehungstyp mit zusätzlicher Strichelung), eingeführt.

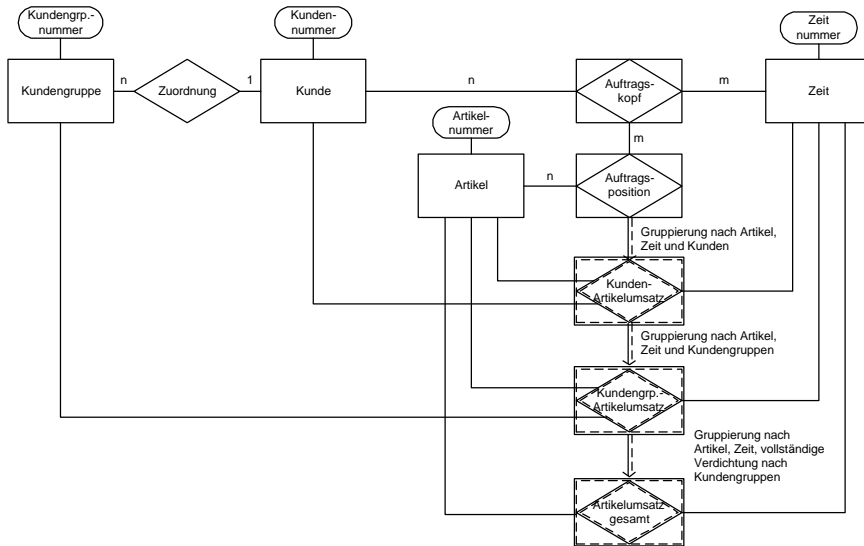


Abb. 41 Herleitung aggregierter Daten<sup>451</sup>

Im Beispiel in Abb. 41 lässt sich gut nachvollziehen, wie aus einzelnen Auftragspositionen zunächst der kundenbezogene Artikelumsatz über einen Zeitraum gewonnen wird. Im nächsten Schritt werden kundengruppenbezogene Artikelumsätze gebildet und schließlich der Gesamtumsatz pro Artikel und Zeitraum. BECKER ET AL. unterscheiden in einer Verdichtungshierarchie die *Gruppierung* (im Beispiel nach *Kunden* und *Kundengruppen*), und die *vollständige Verdichtung*, bei der kein Bezug mehr auf die Entities der Kundendimension hergestellt werden kann. Daher existiert im Beispiel auch keine Verbindung zwischen *Artikelumsatz gesamt* und *Kunde* oder *Kundengruppe*. Die Darstellung wird um so umfangreicher, je mehr Dimensionselemente in die Aggregation einbezogen werden. Allein die Hinzunahme von Artikelgruppen oder unterschiedlichen Zeitelementen würde ein einzelnes Diagramm überfrachten, da das Beziehungsgeflecht sehr umfangreich werden würde. Positiv fällt in der Darstellungsweise die Kombination von operativem und entscheidungsorientiertem Datenmodell auf. Auftragskopf und Auftragsposition kann man z.B. einem ERP-System zuordnen, wohingegen der nach Kunden gruppierte Artikelumsatz zur entscheidungsorientierten Ebene gezählt werden kann. Durch die explizite Anbindung z.B. an ein unternehmensweites Datenmodell der operativen Systeme lässt sich der Übergang von operati-

<sup>451</sup> In Anlehnung an Becker et al. 1994, S. 425.

ven hin zu entscheidungsorientierten Daten nachvollziehen. SCHEER stellt z.B. mit seinen Referenzmodellen für industrielle Geschäftsprozesse im Rahmen der Architektur integrierter Informationssysteme ein solches unternehmensweites Modell vor. Das hier gezeigte Beispiel ließe sich sehr einfach als Erweiterung der allgemeinen Datenstruktur der Vertriebslogistik integrieren<sup>452</sup>.

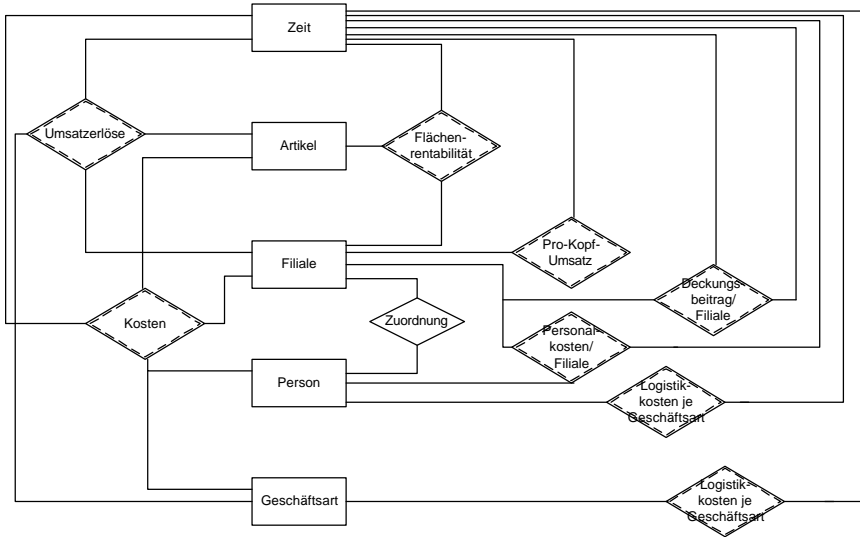


Abb. 42 Kennzahlenbeschreibung<sup>453</sup>

Eine dritte Sichtweise beschreibt schließlich die Bildung von Kennzahlen (siehe Abb. 42). Kennzahlen werden als Beziehungen zwischen den sie identifizierenden Dimensionselementen bzw. Bezugsobjekten dargestellt. So besitzen *Umsatzerlöse* in Abb. 42 die Dimensionen bzw. Dimensionselemente *Zeit*, *Artikel*, *Filiale* und *Geschäftsart*. Der Beziehungstyp für Kennzahlen wird simultan wie der Verdichtungs-Entitytyp mit einer zusätzlichen gestrichelten Linie versehen. Dadurch wird gekennzeichnet, daß sich die Kennzahlen aus atomistischen Daten der operativen Systeme ableiten. Die Umsatz-Beziehung soll alle Hierarchiestufen der zugeordneten Dimensionshierarchien umfassen, z.B. von Tagen bis zu Jahr. Nicht erkenntlich wird in dieser Darstellungsweise, welche Verdichtungsstufen dies in einem konkreten Anwendungsfall sind. Auch die Sichtweise zur Herleitung aggregierter Daten vermittelt keinen Gesamtüberblick über den konkreten Dimensionsaufbau. In ihrer Veröffentlichung führen BECKER/WIESE zur zusätzlichen Verdeutlichung des Dimensionsaufbaus relationale Ta-

<sup>452</sup> Zur Datenstruktur der Vertriebslogistik siehe Scheer 1995, S. 444 f.

<sup>453</sup> Becker/Wiese 1998, S. 20.

bellen an, die die konkreten Ausprägungen und Schlüsselbeziehungen des logisch abgebildeten ERM beinhalten. Dadurch wird allerdings der Vorteil eines grafisch intuitiven Verständnisses des multidimensionalen Modells auf semantischer Ebene nicht genutzt.

## 5.2 Application Design for Analytical Processing Technologies

Das Application Design for Analytical Processing Technologies (ADAPT) ist eine von BULOS für die multidimensionale Datenstrukturierung entwickelte grafische Modellierungsnotation, die ihren Ursprung in der Unternehmensberatungspraxis hat<sup>454</sup>. ADAPT ist auf mehreren Modellierungsebenen einzuordnen, da es sowohl semantische, logische und physikalische Aspekte umfaßt. Motiviert wird die Entwicklung einer neuen Notation durch die Unzulänglichkeit traditioneller Modellierungstechniken<sup>455</sup>. Hierzu wird angeführt, daß in ERM keine Möglichkeit besteht, die Verarbeitungslogik für Analyseprozesse abzubilden. Mit Datenflußdiagrammen können zwar dynamische Aspekte berücksichtigt werden, sie reichen allerdings für Darstellung von Berechnungen nicht aus. Benötigt wird eine Modellierungstechnik, welche die Verarbeitungslogik für Analyseprozesse in Beziehung zu multidimensionalen Datenstrukturen darstellen kann.

### 5.2.1 Kernelemente

Die grundsätzlichen Notationselemente von ADAPT entsprechen den vorher genannten semantischen Elementen von multidimensionalen Modellen, wobei Kennzahlen durch *Würfel* bzw. *Hyperwürfel* repräsentiert werden<sup>456</sup>. *Ableitungsregeln* werden im englischen Originaltext als *Model* bezeichnet. Hier wird die sinngemäße Übersetzung gewählt, damit es zu keiner Verwechslung mit dem betriebswirtschaftlichen Modellbegriff kommt. Der Begriff *Dimension* wird übereinstimmend benutzt. Eine Übersicht über die Kernelemente gibt Abb. 43.

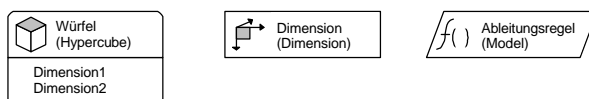


Abb. 43 Kernelemente<sup>457</sup>

*Würfel* sind die zentralen Elemente der Notation. Für jede Kennzahl kann ein eigenes Würfelsymbol angelegt werden, in dessen oberen Bereich die Kennzahl und im unteren

<sup>454</sup> ADAPT hat inzwischen einige Reaktionen in wissenschaftlichen Veröffentlichungen erfahren. Die Erstveröffentlichung von BULOS (Bulos 1996) wurde z.B. in Chamoni/Gluchowski (Hrsg.): Analytische Informationssysteme, Berlin et al. (Springer) 1998 nachgedruckt.

<sup>455</sup> Bulos 1996, S. 34.

<sup>456</sup> Bulos/Forsman 1998, S. 3.

<sup>457</sup> In Anlehnung an Bulos 1996, S. 34.

ren Bereich alle relevanten Dimensionen eingetragen werden. BULOS unterscheidet zwischen separaten Ansichten zur Definition von Kennzahlen auf der einen und Dimensionen auf der anderen Seite. Kennzahlen werden generell in separaten Würfeln modelliert, selbst wenn sie gleichdimensioniert sind<sup>458</sup>. Abb. 44 zeigt zur Verdeutlichung von ADAPT beispielhaft die Kennzahlenwürfel und Dimensionen einer Vertriebsergebnisrechnung. Die Kennzahlenwürfel *Bruttoerlös*, *Erlösschmälerungen* und *Variable Kosten* besitzen *Artikel*-, *Szenario*-, *Vertriebsweg*- und *Zeitdimension*. *Ableitungsregeln* sind ein wesentlicher Bestandteil von multidimensionalen Informationssystemen. In Abb. 45 wird der Rechenweg von *Nettoerlös* und *Deckungsbeitrag I* dargestellt.

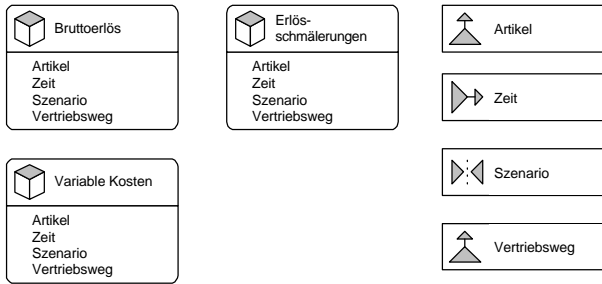


Abb. 44 Kennzahlen und Dimensionen einer Vertriebsergebnisrechnung

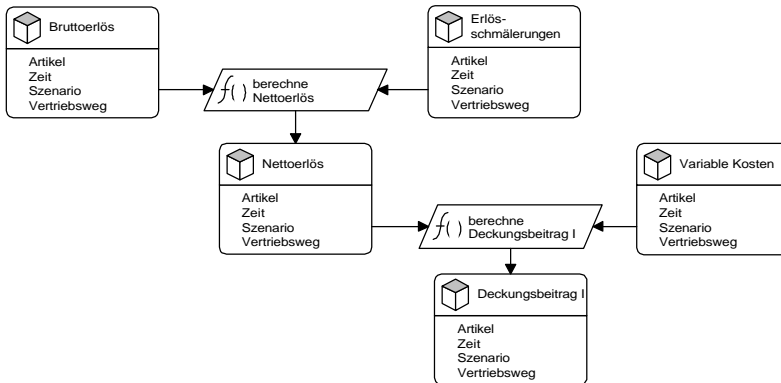


Abb. 45 Ableitung von Kennzahlen für eine Vertriebsergebnisrechnung

<sup>458</sup> Diese Vorgehensweise wurde zugunsten einer besseren Übersichtlichkeit von TOTOK/JAWORSKI modifiziert, die gleichdimensionierte Kennzahlen als gemeinsamen Würfel mit einer Kennzahlendimension modellieren (Totok/Jaworski 1998, S. 20 ff).



## 5.2.2 Dimensionstypen

Der Schwerpunkt der ADAPT-Notation liegt auf der Beschreibung der Dimensionsstrukturen, was durch die vielfältigen, im Folgenden beschriebenen Symbole deutlich wird. Bulos stellt sechs Notationselemente zur Beschreibung von strukturellen Dimensionstypen bereit (siehe Abb. 46). *Aggregierende Dimensionen* wurden schon in Abschnitt 4.2.2.3 unter dem Synonym *verdichtender Dimensionstyp* behandelt. Auch der *partitionierende Dimensionstyp* wurde bereits dort behandelt.

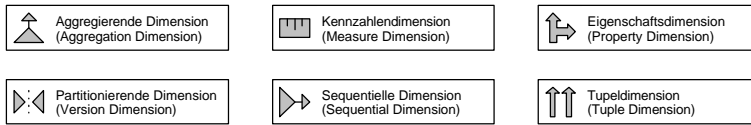


Abb. 46 Dimensionstypen<sup>459</sup>

BULOS definiert *Measure Dimension* im Sinne einer Dimension für *Maßgrößen*, die wert- oder mengenmäßig erfaßt werden können, wie z.B. Absatz in Stück oder in DM. Horizontale Reihenfolgebeziehungen der Elemente innerhalb einer Dimensionsebene lassen sich durch den *sequentuellen Dimensionstyp* ausdrücken. Beispiel ist die Zeitdimension, innerhalb derer die Reihenfolge von Jahren oder Monaten logisch vorgegeben ist (siehe Abb. 47). *Eigenschaftsdimensionen* ergänzen Dimensionselemente von aggregierenden oder sequentiellen Dimensionen um Attribute, nach denen zusätzlich analysiert werden kann. So lassen sich Automodelle neben ihrer Zuordnung zu Marken auch bestimmten Segmenten zuordnen, was sich durch eine Eigenschaftsdimension modellieren ließe<sup>460</sup>.

*Tupeldimensionen* kombinieren Elemente aus zwei anderen Dimensionen miteinander und bilden dadurch eine neue Dimension. Die Bildung von Tupeldimensionen kann z.B. dann sinnvoll sein, wenn bestimmte Dimensionskombinationen für gewisse Kennzahlen überhaupt nicht auftreten. Im Automobilbereich werden z.B. bestimmte Modelle nur auf bestimmten Märkten angeboten. Würde man die Dimension aller vom Unternehmen belieferten Märkte mit der Dimension aller Modelle für eine Kennzahl kombinieren, so wäre der resultierende Würfel nur dünnbesiedelt. Durch die Bildung von Tupeln in einer neuen Dimension kann man die Besetzung des resultierenden Würfels optimieren.

Die Vielzahl der Dimensionstypen hat aber auch Nachteile, da sich Dimensionen nicht immer eindeutig klassifizieren lassen. Die sequentielle Zeitdimension besitzt eine aggregierende hierarchische Beziehung zwischen ihren Ebenen. Aggregierende Dimen-

<sup>459</sup> Bulos 1996, S. 34.

<sup>460</sup> Möglich ist allerdings auch die Darstellung in Form einer parallelen Verdichtungshierarchie wie in Abb. 83 gezeigt wird.

sionen können neben Hierarchien auch weitere Elemente enthalten und damit einen partitionierenden Charakter erhalten.

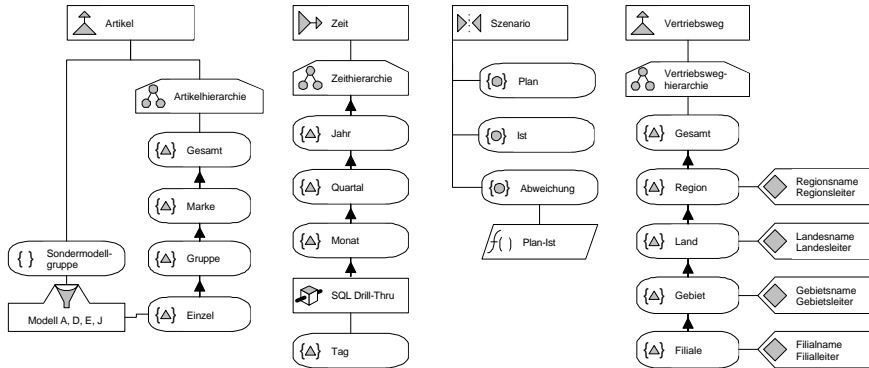


Abb. 47 Dimensionen einer Vertriebsergebnisrechnung

### 5.2.3 Dimensionselemente

Eine aggregierende Dimension kann eine oder mehrere *Hierarchien* beinhalten (siehe Abb. 48). Eine *Hierarchieebene* beschreibt die Position eines Dimensionselements innerhalb einer Hierarchie<sup>461</sup>. Dabei sollte jede Hierarchiestufe so benannt werden, daß alle Elemente dieser Stufe entsprechend charakterisiert werden. Als Beispiele sind hier die Hierarchiestufen Einzelprodukte und Produktgruppen einer Artikeldimension zu nennen. Partitionierende Dimensionen besitzen dagegen *Dimensionselemente*, die in keinem hierarchischen Zusammenhang stehen wie bei einer Szenariodimension mit Plan und Ist.

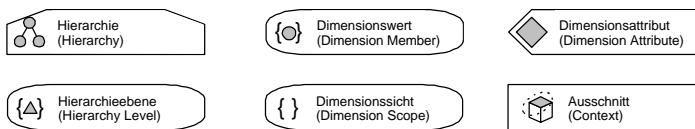


Abb. 48 Dimensionselemente<sup>462</sup>

Mit *Dimensionssichten* lassen sich alternative Blickwinkel auf Dimensionswerte oder Hierarchiestufen definieren. Die Sondermodellgruppe aus Abb. 47 stellt nur eine alter-

<sup>461</sup> Zusammenhängende Hierarchieebenen werden im Unterschied zu BULOS (Bulos 1996, S. 36) hier direkt durch Linien mit einem Pfeil in Aggregationsrichtung miteinander verbunden. Diese Möglichkeit wird in der Visio-Schablone von ADAPT angeboten und ist sinnvoller, da dies besser der Semantik von Verdichtungsstufen entspricht.

<sup>462</sup> Bulos 1996, S. 34.

native Sicht auf die Einzelartikel dar und ist nicht in die Artikelhierarchie eingebunden. Mit *Dimensionsattributen* lassen sich andere Dimensionselemente näher beschreiben. Filialname und -leiter sind ergänzende Beschreibungen für jede Filiale. Die Kombination von Sichten aus ausgewählten Dimensionen ergibt bildlich gesehen einen neuen kleineren evtl. auch minderdimensionierten Würfel, der sich in der Notation als *Ausschnitt* (des größeren Ursprungswürfels) darstellen läßt. Dimensionsausschnitte beschreiben daher Teilmengen des Wertebereichs einer Dimension, die in einem logischen Zusammenhang stehen. In der Praxis werden bei Analysen eine Vielzahl von Dimensionssichten und Würfelausschnitten gebildet. Es sollten mit ADAPT nur die wichtigsten oder immer wiederkehrenden Ausschnitte modelliert werden.

### 5.2.4 Beziehungstypen

Mit Beziehungstypen können Abhängigkeiten der Dimensionen untereinander dargestellt werden (siehe Abb. 49). Die *Dimensionsbeziehung* wird im Prinzip analog zum Beziehungstyp in ER-Modellen definiert. Kardinalitäten können mit Hilfe der 1-zu-n- oder der Krähenfußnotation dargestellt werden. In Abb. 50 wird als Beispiel die Beziehung zwischen Produkten und Märkten gezeigt. Bestimmte Produkte werden auch nur auf bestimmten Märkten vertrieben. Gibt es nur wenige Kombinationen zwischen zwei Dimensionen, so deutet dies auf einen später dünn besetzten Würfel hin. Die Analyse von Abhängigkeiten zwischen Dimensionen kann frühzeitig Hinweise für die Implementierung liefern: gegebenenfalls kann aus der genauen Betrachtung einer Beziehung aufgrund einer prognostizierten dünnen Besiedlung die Bildung einer Tupeldimension resultieren.

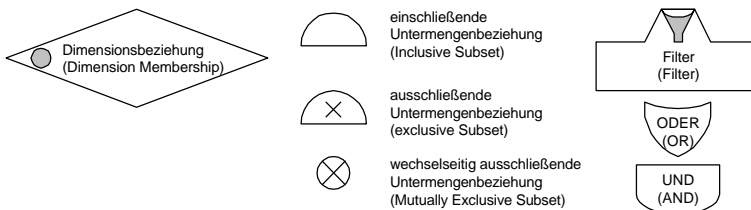


Abb. 49 Beziehungstypen<sup>463</sup>

Mit Hilfe von drei Symbolen lassen sich *Untermengen- und Teilmengenbeziehungen* modellieren. Eine wechselseitig ausschließende Teilmengenbeziehung liegt dann vor, wenn zwei Mengen eine gemeinsame Obermenge besitzen, ihre Elemente aber disjunkt sind. Für logische Verknüpfungen gibt es *UND* und *ODER*.

<sup>463</sup> Bulos 1996, S. 34.

Das *Filterelement* wird hier auch unter Beziehungstypen aufgeführt. Es stellt eine Beziehung innerhalb einer Dimension intern dar und dient zur Definition von Auswahlkriterien für Dimensionssichten wie bei der Sondermodellgruppe in Abb. 44.

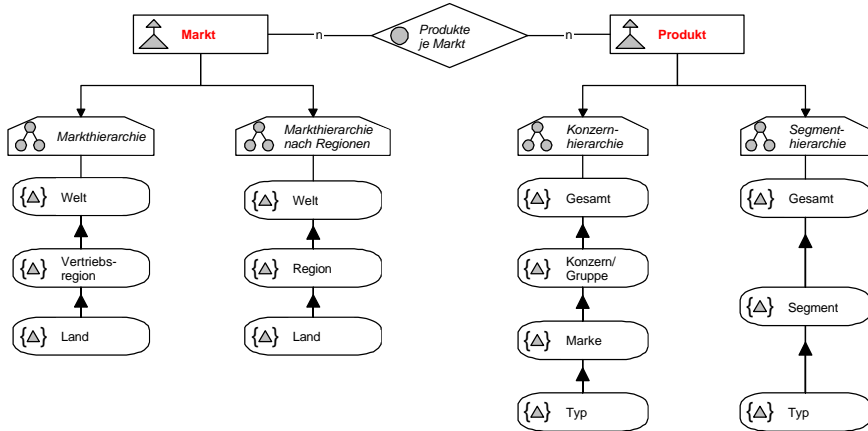


Abb. 50 Abhängigkeit zwischen Märkten und Produkten

### 5.2.5 Weitere Elemente

Ergänzend werden an dieser Stelle die restlichen Elemente aufgezählt, die eher zur physikalischen Ebene und nur in bestimmten Fällen zur semantischen Modellierung gehören (siehe Abb. 51).

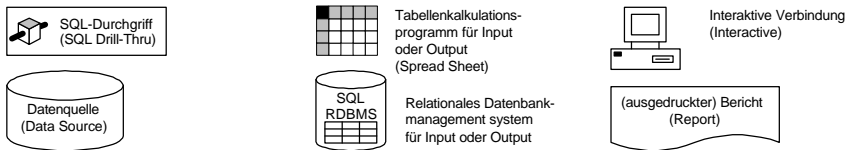


Abb. 51 Weitere Elemente<sup>464</sup>

Werden detailliertere Daten benötigt als im Würfel vorhanden sind, so kann ein *SQL-Durchgriff* notwendig sein. Die benötigten Daten liegen hierbei nicht in der OLAP-Datenbank vor. Somit muß von der OLAP-Datenbank mittels einer SQL-Anfrage auf Daten aus den operativen Systemen bzw. auf Daten aus einem relationalen Data Warehouse zugegriffen werden. Hierarchien sind also notwendig, um aggregierende Berechnungen aufzuzeigen; sie werden aber auch als Navigationshilfe im Datenwürfel

<sup>464</sup> Bulos 1996, S. 34.

benötigt. Erst nach der Einrichtung von Hierarchien stehen dem Anwender nämlich Drill-Down- bzw. Drill-Up-Funktionalitäten zur Verfügung. Aufgrund dieser Verwendungsmöglichkeiten von Hierarchien enthalten OLAP-Produkte schon vordefinierte Funktionen zur Datennavigation und Datenaggregation in Hierarchien.

Mit Hilfe von Symbolen für *Tabellenkalkulationsprogramme*, *Datenquellen*, *Relationale Datenbanksysteme* oder für eine *interaktive Verbindung* können weitere physikalische Aspekte beschrieben werden. Tabellenkalkulationsprogramme und relationale Datenbanksysteme können dabei sowohl Input- als auch Output-Daten enthalten. Mit *Datenquelle* wird allgemeine ein operatives Datenbanksystem bestimmt, das als reiner Lieferant dient. In Form von *Berichten* können periodische Standardanalysen angegeben werden, die normalerweise ausgedruckt werden.

### 5.3 Ansätze auf Basis der objektorientierten Modellierung

#### 5.3.1 Objektorientierte Modellierung

Der objektorientierte Ansatz hat in diesem Jahrzehnt breiten Einzug in die Systemanalyse, -gestaltung und -implementierung gefunden. Die Idee des Ansatzes besteht in der wirklichkeitsnahen Abbildung von realen Gegenständen oder Sachverhalten in Objekte der Systemwelt. Im Gegensatz zur ER-Modellierung und konventionellen Programmierung werden mit Objekten allerdings nicht nur Daten, sondern zusätzlich auch die Operationen betrachtet, mit denen auf die Daten zugegriffen wird bzw. diese bearbeitet werden. In der Unterscheidung zu funktionsorientierten Ansätzen wird bei der objektorientierten Vorgehensweise nicht primär die Dekomposition der Systemfunktionalität verfolgt, sondern die Identifikation der Objekte und erst darauf folgend die Betrachtung der Operationen<sup>465</sup>.

Daten und Operationen werden in Objekten „gekapselt“, so daß sie nach außen als eine Einheit erscheinen. Die Grundkonstrukte des objektorientierten Ansatzes sind neben Kapselung Klassifizierung, Vererbung und Nachrichtenaustausch, wie im folgenden noch näher ausgeführt wird. Mit dem objektorientierten Ansatz wird versucht, eine Durchgängigkeit über die verschiedenen Phasen der Softwareentwicklung zu erreichen. Die Trennung zwischen semantischem, logischem und physikalischem Modell ist daher weniger scharf bzw. nicht mehr vorhanden. Vielmehr besteht eine eng vernetzte Beziehung zwischen Analyse-, Design- und Implementierungsphase von Anwendungssystemen. Ein großer Vorteil des objektorientierten Ansatzes ist die besondere Form der Vorgehensweise, die eine systematische Wiederverwendung von Bausteinen für alle Phasen der Systementwicklung ermöglicht.

In den letzten zehn Jahren wurde eine Vielzahl von objektorientierten Methoden vorgestellt<sup>466</sup>. Zu den bekanntesten Autoren, die sich mit objektorientierten Analyse- und Designmethoden beschäftigen und deren Entwicklung vorantreiben, gehören BOOCH

---

<sup>465</sup> Rumbaugh et al. 1993, S. 7.

<sup>466</sup> Vergleiche der Methoden finden sich z.B. bei Heß/Scheer 1992, Stein 1993 oder Stein 1994.

(Object Oriented Design (OOD))<sup>467</sup>, COAD/YOURDON (Object-Oriented Analysis (OOA))<sup>468</sup>, HAREL<sup>469</sup>, JACOBSEN (Object-Oriented Software Engineering (OOSE))<sup>470</sup>, MARTIN/ODELL (Object-Oriented Analyses and Design (OOA&D))<sup>471</sup>, RUMBAUGH (Object-Modeling Technique (OMT))<sup>472</sup>, SHLAER/MELLOR (Object-Oriented Systems Analysis (OOSA))<sup>473</sup> sowie WIRFS-BROCK (Responsibility Driven Design (RDD))<sup>474</sup>.

Die von BOOCH und RUMBAUGH entwickelten Methoden gehörten von Beginn an zu den am meisten diskutierten, da sie zu den mächtigsten zählen<sup>475</sup>. 1995 wechselten BOOCH und RUMBAUGH zu Rational und entwickelten dort mit der Unified Method einen gemeinsamen Ansatz. Die von JACOBSEN entwickelten Anwendungsfälle wurden später integriert, nachdem dieser ebenfalls zur Firma Rational wechselte, und es entstand die Unified Modelling Language (UML), die nicht zuletzt aufgrund des Bekanntheitsgrades ihrer Autoren einen Quasi-Standard bildete. Die UML ist eine objektorientierte Methode. Sie beinhaltet eine Notation allerdings bewußt keine Vorgehensweise, da dies die Standardisierung verzögert hätte. Stattdessen verfügt sie über eine Modellierungssprache, die Syntax und Semantik verbindet<sup>476</sup>. Inzwischen wurde die UML von der Object Management Group in die Object Management Architecture aufgenommen und ist damit in diesem Rahmen standardisiert<sup>477</sup>. Neben den Ideen der drei Autoren finden sich auch die Konzepte von WIRFS-BROCK (CRC-Karten) und HAREL (Zustandsdiagramme) im Modell wieder. Die UML wird von ihren Schöpfern primär als grafische Modellierungssprache positioniert<sup>478</sup>, die die Grundlage für verschiedene Methoden bilden kann wie z.B. für *Fusion*<sup>479</sup> von COLEMAN<sup>480</sup>.

## 5.3.2 Unified Modeling Language

### 5.3.2.1 Objektorientierte Grundkonstrukte

Für den objektorientierten Begriff existiert keine eindeutige Definition in der Literatur<sup>481</sup>. Vielmehr gibt es einen Kern von Merkmalen, die in fast allen objektorientierten Methoden verwendet werden. In der UML wurde dieser Kern umgesetzt und durch die

---

<sup>467</sup> Booch 1991: Object Oriented Design with Applications.

<sup>468</sup> Coad/Yourdon 1990: Object-Oriented Analysis.

<sup>469</sup> Harel 1988: On Visual Formalisms.

<sup>470</sup> Jacobsen et al. 1992: Object-Oriented Software Engineering.

<sup>471</sup> Martin/Odell 1992: Object-Oriented Analyses and Design.

<sup>472</sup> Rumbaugh et al. 1991: Object-Oriented Modelling and Design.

<sup>473</sup> Shlaer/Mellor 1991: Object Lifecycles – Modelling the World in States.

<sup>474</sup> Wirfs-Brock/Wilkerson/Wiener 1990: Designing Object-Oriented Software.

<sup>475</sup> Stein 1993, S. 331.

<sup>476</sup> Burkhardt 1997, S. 5.

<sup>477</sup> OMG 1997, o. S.

<sup>478</sup> Rational 1997a, S. 11.

<sup>479</sup> Fusion ist eine sogenannte Second-Generation-Methode, in welcher die Vorteile verschiedener objektorientierter Methoden zusammengefaßt werden.

<sup>480</sup> Coleman 1994: Object-Oriented Development – The Fusion Method.

<sup>481</sup> Ohlendorf 1998, S. 155.

Standardisierung zusätzlich gewürdigt. Aufgrund der Standardisierung und der weiten Verbreitung werden die wichtigsten objektorientierten Konstrukte in Verbindung mit der UML vorgestellt.

### *Objekt – Objekttyp – Klasse*

Objekte sind als unterscheidbare Sachverhalte der realen Welt zu verstehen, die direkt in die Systemwelt abgebildet werden. Sie besitzen einen inneren Zustand, der durch Attribute definiert wird<sup>482</sup>, sowie Operationen, die das Verhalten des Objekts wiedergeben. Ein konkretes Objekt kann z.B. der Artikel *Elegance* mit Artikelnummer 33833 sein. Ein Objekttyp ist die gedankliche Vorstellung von einer Gruppe von gleichartigen Objekten, die während der Analyse benutzt wird, wie alle im Sortiment befindlichen Artikel. Kommt es in der Designphase zur Spezifizierung von Objekttypen, so spricht man von Klassen<sup>483</sup>. Klassen definieren die reale Umsetzung der Datenstrukturen und Operationen, die zu einem Objekt gehören. Grundsätzliche Operationen, die jede Klasse besitzen sollte, dienen der Erzeugung, Änderung, Speicherung, Löschung von Objekten sowie dem Zugriff auf die Inhalte. Beispielsweise kann eine *Artikelklasse* die Attribute *Name*, *Artikelnummer* und *Preis* besitzen. Die Abfragemethode für die Preisinformation verlangt immer auch die Eingabe einer Menge, da die Preisangaben mengenabhängig ist, wie Einzelartikel, Fünferpack oder Palette. Methoden werden in Klassen in Form von Operationen definiert. Komplexe Objekte können sich selbst wiederum aus weiteren Objekten zusammensetzen.

Wie man aus Abb. 52 ersehen kann, besitzt ein Klassensymbol in der UML getrennte Definitionsteile für Attribute und Operationen. Attribute und Operationen können als privat, geschützt oder öffentlich deklariert werden, was durch kleine Symbole verdeutlicht wird. Private Elemente sind nur von der Klasse selbst und von explizit als befreundet gekennzeichneten Klassen zugänglich. Auf geschützte Elemente kann zusätzlich von Unterklassen aus zugegriffen werden, wohingegen öffentliche Elemente für alle zugänglich sind. Zusätzlich zur Klassenbezeichnung kann auch eine Stereotypenbezeichnung angegeben werden, die eine zusätzliche Klassifikation hinsichtlich des übergeordneten Metamodells darstellt (diese Möglichkeit wird bei der Vorstellung des Modellrahmens in Abschnitt 5.6 aufgegriffen und in Kapitel 7 benutzt, um die multidimensionalen Modellelemente kenntlich zu machen). Ein Objekt ist eine Instanz einer Klasse. Objektnamen werden nach UML-Notation kleingeschrieben und durch Unterstreichung gekennzeichnet<sup>484</sup>, wie rechts in der Abbildung ersichtlich ist. Bei den Attributen wurde auf die Angabe von Datentypen verzichtet, und stattdessen werden nur die Werte angegeben. Wie bereits erwähnt, handelt es sich bei *Preis* um kein einfaches Attribut, sondern um eine Operation, die mengenabhängig und auf einem *Grundpreis* basiert, der als privates Attribut deklariert ist.

---

<sup>482</sup> Booch 1991, S. 78 f.

<sup>483</sup> Martin/Odell 1992, S. 21; 75ff.

<sup>484</sup> Rational 1997b, S. 46.

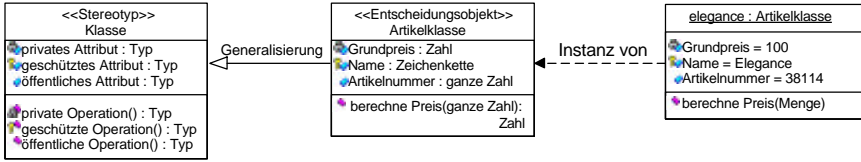


Abb. 52 Objekt und Klasse

### Beziehungen

Für Beziehungen zwischen Klassen bzw. Objekten existiert in der UML eine Vielzahl von Notationselementen<sup>485</sup>. In Abb. 52 ist das Objekt *elegance* eine Instanz der *Artikelklasse*, was durch den gestrichelten Pfeil deutlich wird. Zwischen *Klasse* und *Artikelklasse* besteht eine Generalisierungsbeziehung, die durch einen durchgezogenen Pfeil mit einem nicht ausgefüllten Pfeil dargestellt wird. Mit Hilfe einer Generalisierungsbeziehung wird auch eine Vererbung gekennzeichnet. Ungerichtete Beziehungen zwischen Klassen werden durch eine durchgezogene Linie dargestellt, gerichtete Beziehungen durch einen durchgezogenen Pfeil. Aggregationen können durch eine Linie mit einer Raute in Richtung der Aggregation beschrieben werden<sup>486</sup>. Weiterhin lassen sich Beziehungen analog zum ERM mit Kardinalitäten versehen.

### Vererbung und Polymorphie

Ein Objekttyp, der auf einer hohen Abstraktionsebene angesiedelt ist, kann spezialisiert werden zu Objekttypen auf niedrigerem Niveau – er kann Untertypen besitzen. Einem Objekttyp *Mitarbeiter* können z.B. die Untertypen *Außendienstmitarbeiter* und *Innendienstmitarbeiter* zugeordnet werden. *Innendienstmitarbeiter* könnte wiederum die Untertypen *Angestellter* und *Arbeiter* haben. So kann eine komplexe Klassenhierarchie aufgebaut werden. Eine Klasse kann die Eigenschaften einer oder mehrerer (multiple Vererbung) übergeordneter Klassen besitzen bzw. nach objektorientierter Sprechweise erben. Sie kann die geerbten Eigenschaften verändern (überschreiben) oder ergänzen.

Die Eigenschaft, daß gleichnamige Methoden für unterschiedliche Tochterklassen unterschiedlich implementiert werden, wird als Polymorphie bezeichnet. So kann die Methode zur Gehalts- bzw. Lohnberechnung für Innendienst- und Außendienstmitarbeiter unterschiedlich implementiert werden, abhängig vom Tarifmodell der entsprechenden Klasse. In Abb. 53 werden die verschiedenen Möglichkeiten der Vererbung deutlich gemacht. Vererbung wird in der UML durch einen Pfeil von der Unter- in Richtung der Oberklasse gekennzeichnet<sup>487</sup>. Unterklasse 1 und 2 erben unterschiedliche Elemente von Oberklasse 1. Unterklasse 3 erbt Attribute und Operationen von

<sup>485</sup> Rational 1997b, S. 50 ff.

<sup>486</sup> Für die Anwendung von gerichteter Beziehung und Aggregation siehe Abb. 69.

<sup>487</sup> Booch et al. 1999, S. 70 f.



Oberklassen 1 und 2 gleichzeitig. Die Implementierung von Operation 1 kann in Unterklassen 1 und 3 unterschiedlich sein.

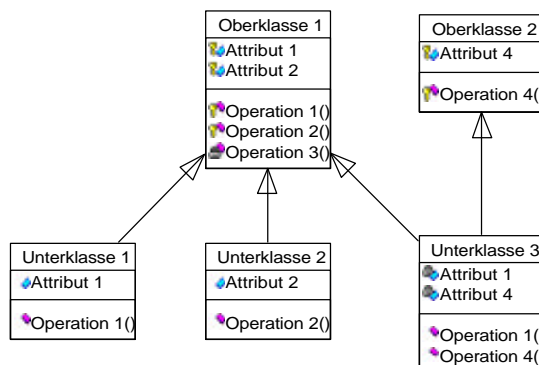


Abb. 53 Vererbung

### *Kapselung und Nachrichtenaustausch*

Durch Kapselung werden bestimmte Eigenschaften von Objekten vor anderen Objekten verborgen<sup>488</sup>. Ein Objekt kann eine Anzahl von Botschaften verstehen, bei deren Empfang vordefinierte Operationen ausgeführt werden. Alle Kontakte zu anderen Objekten laufen über wohldefinierte Schnittstellen ab. Das Objekt verbirgt seine Daten vor anderen Objekten und erlaubt den Zugriff nur den eigenen Operationen. Durch Kapselung werden somit die Daten eines Objekts vor unerlaubtem Zugriff und vor Veränderung geschützt. Die interne Implementierung eines Objekts wird vor dem Benutzer eines Systems transparent gehalten, der nur das Verhalten des Objekts und seine Zugriffsoperationen kennt. Das Konzept der Kapselung ist wichtig, da es das Verhalten eines Objekts von seiner Implementierung trennt. Man wird in die Lage versetzt, die Implementierung eines Objekts zu verändern, ohne das Anwendungsprogramm anzutasten

### **5.3.2.2 Sichten**

In den verschiedenen Phasen der Systementwicklung wird auch bei objektorientierten Ansätzen zwischen unterschiedlichen Sichten unterschieden. Für jede Sicht gibt es abgegrenzte Diagrammtypen für die Modellierung. Vertikal wird meist zwischen semantischer, logischer und Implementierungsebene unterschieden, wohingegen horizontal zwischen statischem und dynamischem Verhalten differenziert wird.

#### *Anwendungsfallsicht*

Am Beginn einer objektorientierten Entwicklung steht die Systemanalyse. Mit ihrer Hilfe werden die für das zu erstellende Anwendungssystem relevanten Elemente, ihre

<sup>488</sup> Coad/Yourdon 1990, 14 f.

Beziehungen und das Verhalten ermittelt<sup>489</sup>. Die UML unterstützt die Analyse durch Anwendungsfalldiagramme. Ein Anwendungsfall beschreibt die Interaktion eines abstrakten Akteurs mit dem System. Hierzu gehören die grundlegenden Handlungen, die ein Anwender zur Bearbeitung eines Geschäftsvorfalles benötigt<sup>490</sup>. Ein Akteur repräsentiert die Menge von Rollen, die Anwender annehmen, wenn sie mit dem Anwendungssystem arbeiten<sup>491</sup>. Ein Anwendungsfallmodell beschreibt damit die funktionalen Anforderungen, die aus Anwendersicht, also von extern, an ein Informationssystem gestellt werden. Anwendungsfalldiagramme dienen als Diskussionsgrundlage für Gespräche zwischen Entwicklern und Fachabteilung.

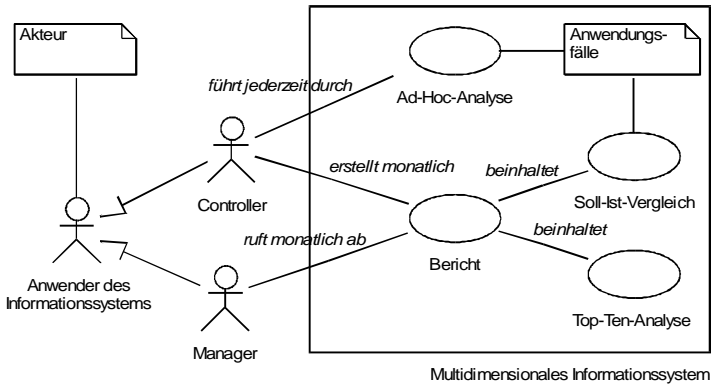


Abb. 54 Anwendungsfalldiagramm

Abb. 54 zeigt ein Beispiel für ein Anwendungsfalldiagramm auf hohem Detaillierungsgrad. Controller und Manager sind die Anwender eines multidimensionalen Informationssystems. Ein Manager benötigt einen monatlichen Standardbericht, der Soll-Ist-Vergleiche und eine Top-Ten-Analyse über den Produktabsatz enthalten soll. Der Controller erstellt mit Hilfe des Systems den Monatsbericht und führt Ad-hoc-Analysen für spezielle Fragestellungen durch. Anwendungsfälle lassen sich noch feiner detaillieren bis zur Beschreibung eines Geschäftsvorfalles, der mit einem betrieblichen Informationssystem abgewickelt werden soll. Die Grenze der Darstellung liegt bei einzelnen Schritten oder Aktivitäten innerhalb eines Geschäftsprozesses, die besser in einem nächsten Schritt in einem dynamischen Interaktionsdiagramm spezifiziert werden. Zur Auswahl für die Modellierung dynamischer Aspekte stellt die UML Aktivitäts-, Kollaborations- oder Sequenzdiagramme zur Verfügung. Kollaborations- und Sequenzdiagramme dienen zur Modellierung der Interaktion zwischen Objekten. Bei Aktivitätsdiagrammen steht dagegen die Abbildung des Kontrollflusses von Operatio-

<sup>489</sup> Gronau 1996, S. 5.

<sup>490</sup> Oesterreich 1997b, S. 1.

<sup>491</sup> Booch et al. 1999, S. 221.

nen im Vordergrund. Die Semantik von Aktivitätsdiagrammen entspricht der von Ereignisgesteuerten Prozeßketten bzw. kann auf die Petri-Netz-Theorie zurückgeführt werden<sup>492</sup>. Aktivitätsdiagramme werden im folgenden Modellrahmen für die Modellierung von dynamischen Aspekten in den Anwendungsbeispielen benutzt. Eine Anwendung für ein Aktivitätsdiagramm zeigt Abb. 88, in der die einzelnen Schritte bei der Erstellung eines Würfelausschnitts für Preisindexanalysen dargestellt werden.

### *Gestaltungssicht*

Klassendiagramme bilden den Schwerpunkt der Gestaltungssicht. Durch sie werden die statischen Strukturen des zu erstellenden Systems dargestellt. Hierzu zählt die Vereinbarung von Klassen und Klassenhierarchien sowie die Festlegung der Beziehungen zwischen ihnen (siehe Abb. 52 und Abb. 53). Dynamische Aspekte, wie das Verhalten von Objekten, werden mit den gleichen Diagrammtypen wie in der Anwendungsfall-sicht modelliert. Zusammengehörige Beschreibungsbereiche eines Anwendungssystems können in Form von Paketen zusammengefaßt werden<sup>493</sup>, die hierarchisch schachtelbar sind (siehe Abb. 55). Eine derartige Aufteilung in Teilsichten dient der Reduzierung der Komplexität.

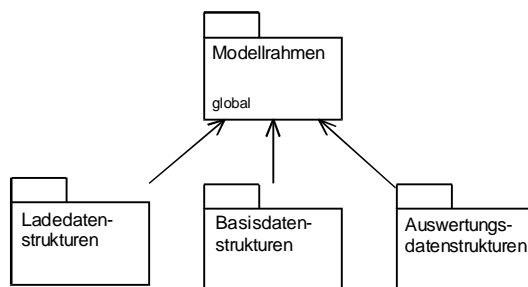


Abb. 55 Aufteilung der logischen Modellierung durch Pakete

### *Implementierungssicht*

Die Implementierungssicht soll konkrete Hinweise für die Codierung des zu entwickelnden Anwendungssystems geben. Hierfür werden hauptsächlich zwei Diagrammtypen vorgeschlagen: Mit Komponentendiagrammen wird ein physisches Stück Programmcode abgegrenzt<sup>494</sup>, um die Implementierung von Schnittstellen, ausführbaren Programmen, Bibliotheken sowie der Benutzeroberfläche strukturiert darzustellen. Der zweite Diagrammtyp dient zur Einsatzplanung, indem die Verteilung von Komponenten und Objekten auf die konkrete Hardware vorgezeichnet wird. Die Implementierungssicht wird im Folgenden nicht tiefergehend behandelt.

<sup>492</sup> Scheer et al. 1995, S. 428.

<sup>493</sup> Burkhardt 1997, S. 146.

<sup>494</sup> Oesterreich 1997a, S. 237.

### 5.3.3 Anwendung der Object-Oriented Analysis

Die Object-Oriented Analysis ist eine Analysemethode von COAD/YOURDON, die zur Anforderungsdefinition von Informationssystemen kreiert wurde<sup>495</sup>. Die OOA beinhaltet eine grafische Notation und eine methodische Vorgehensweise. Die Modellierung erfolgt auf fünf Ebenen differenziert nach Klassen- und Objekten, Struktur, Attributen, Methoden und Fachgebieten. Alle Aspekte werden dabei gemeinsam in einem Diagramm modelliert, so daß die Ebenen ähnlich wie Klarsichtfolien übereinandergelegt werden<sup>496</sup>. In Abb. 56 werden einige Grundkonstrukte der Notation verwendet. Klassen werden durch abgerundete Rechtecke dargestellt, wobei Klassen mit eigenen Instanzen durch ein doppelt gezogenes Rechteck gekennzeichnet sind. Abstrakte Klassen ohne Instanzen werden demgegenüber durch ein einfaches Rechteck beschrieben. Wie auch in anderen Notationen üblich werden Beziehungen durch Verbindungslinien gezeichnet. Generalisierungen besitzen zusätzlich ein Halbkreis-Symbol und Spezialisierungen ein Dreiecks-Symbol<sup>497</sup>. Die Stärken der Methode liegen in Unterstützung der Modellierung von Attributen, Operationen, Klassen, Vererbung, Aggregation, Assoziation, Kommunikation, Abstraktion und Botschaft durch geeignete Konstrukte. Als Schwäche wird das Fehlen geeigneter Elemente für Instanz, freies Unterprogramm, Parallelität und für das Echtzeitverhalten gesehen<sup>498</sup>.

Eine durchgehend objektorientierte Modellierung und Implementierung von Data-Warehouse-Systemen wird von OHLENDORF vorgeschlagen. Neben den schon genannten Vorteilen einer objektorientierten Vorgehensweise weist OHLENDORF auf den Vorteil hin, auch unstrukturierte Daten sowie komplexe Datenstrukturen in objektorientierten Datenbanksystemen verwalten zu können<sup>499</sup>. Dadurch wird die Einbeziehung von externen, evtl. auch multimedialen Inhalten, in multidimensionale Analysen erleichtert. Für die Modellierung wird die Object-Oriented Analysis benutzt. Abb. 56 zeigt die Klasse *Würfel* als zentrales Element des Ansatzes, deren Instanzen mit den für sie relevanten Dimensionen in Verbindung stehen. Ausprägungen der Klasse *Würfel* stehen mit Ausprägungen der Klasse *Kenngröße* über Objekte der Klasse *Atom-Datum* in Verbindung, so daß die semantische Objektidentifikation für jedes atomare multidimensionale Objekt gegeben ist<sup>500</sup>. Verdichtungen werden in der Dimensionsklasse durch die Operation *dim\_falten* angedeutet. Die Operation *dim\_falten* wird an die verschiedenen Dimensionen vererbt, wo sie dann auch überschrieben werden kann.

OHLENDORF bleibt allerdings nicht nur bei der semantischen Modellierung, sondern verfolgt auch die objektorientierte Implementierung multidimensionaler Strukturen. Er

---

<sup>495</sup> Coad/Yourdon 1990, S. 5, 18.

<sup>496</sup> Ohlendorf 1998, S. 162.

<sup>497</sup> Coad/Yourdon 1990, S. 88.

<sup>498</sup> Stein 1997, S. 154.

<sup>499</sup> Ohlendorf 1997, S. 225.

<sup>500</sup> Ohlendorf 1997, S. 223.

gibt daher ein konkretes Beispiel für die Verknüpfung der verschiedenen Instanzen über Objektidentifikatoren, um damit die Realisierbarkeit des Ansatzes durch objektorientierte Datenbanksysteme zu zeigen. Gerade in den dynamischen Fähigkeiten objektorientierter Datenbanksysteme wird eine Stärke gesehen, da OLAP-Funktionalitäten wie betriebswirtschaftliche Kalküle oder Navigationsmechanismen direkt abgebildet werden können<sup>501</sup>. Kritisch hinterfragt werden muß allerdings, ob objektorientierte Datenbanksysteme heute in der Lage sind, multidimensionale Analysen mit der nötigen Performance zu unterstützen. Hier bleibt die zukünftige technologische Entwicklung abzuwarten.

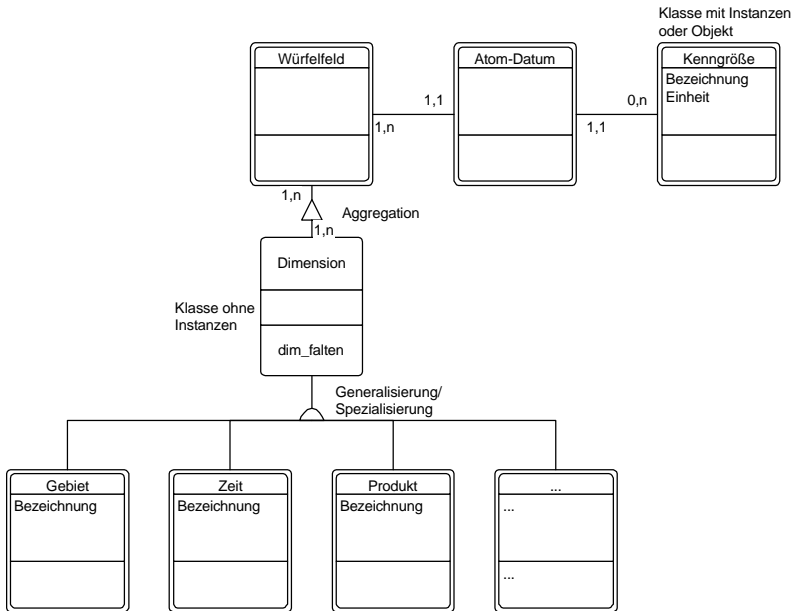


Abb. 56 Mehrdimensionale Datenstruktur mit der OOA<sup>502</sup>

### 5.3.4 Anwendung der Object Modeling Technique

Die Object Modeling Technique (OMT) ist eine Analyse- und Design- Methode von RUMBAUGH ET AL.<sup>503</sup>. Ebenso wie die OOA beinhaltet auch die OMT eine Notation und eine Vorgehensweise. Die Methode verfügt über drei Modellsichten zur Beschreibung eines Systems: In der Objektsicht werden Objekte bzw. Klassen und ihre Bezie-

<sup>501</sup> Ohlendorf 1997, S. 224.

<sup>502</sup> In Anlehnung an Ohlendorf 1997, S. 224.

<sup>503</sup> Rumbaugh et al. 1991.

hungen in statischen Objekt- bzw. Klassendiagrammen beschrieben. Die dynamische Sicht berücksichtigt Veränderungen im Zeitablauf und drückt diese durch Zustands- oder Ereignisflußdiagramme aus. Die funktionale Sicht beschreibt Änderungen der Datenwerte durch Datenflußdiagramme oder Operationsspezifikationen. Die verschiedenen Diagrammtypen lassen sich überschneidungsfrei den einzelnen Sichten zuordnen. Die Kapselung von Daten und Operationen wird durch die Notation nicht direkt unterstützt, da Objekte und Funktionen in getrennten Sichten modelliert werden<sup>504</sup>. Die Stärken der Methode werden in der Unterstützung von Attributen, Operationen, Vererbung, Assoziation, Objektlebenszyklus, Simulation, Parallelität und schneller Reaktion gesehen. Nicht unterstützt werden hingegen freies Unterprogramm, Kommunikation, Zeitanforderung und Priorität<sup>505</sup>.

Die Evaluation von objektorientierten Konstrukten zur Abbildung multidimensionaler Elemente steht im Mittelpunkt einer Betrachtung von HOLTHUIS. Überprüft werden Klassen- und Zustandsdiagramme sowie funktionale Modelle für die Modellierung multidimensionaler Konstrukte. Unterschieden wird grundsätzlich zwischen Makro- und Mikrosichten<sup>506</sup>. Analog zur Architektur integrierter Informationssysteme<sup>507</sup> wird die Makrosicht in Daten-, Funktions-, Organisations- und Geschäftsprozesseicht differenziert. Die Mikrosichten sind ein Unterpunkt der Datensicht und dienen zur Definition von statischen Strukturen, Funktionen und Verhalten. Benutzt werden Objektklassen und Klassenhierarchien zur Modellierung von Dimensionen mit Ebenen und Verdichtungsstufen, die sich direkt der Mikro-Modellierungssicht zuordnen lassen.

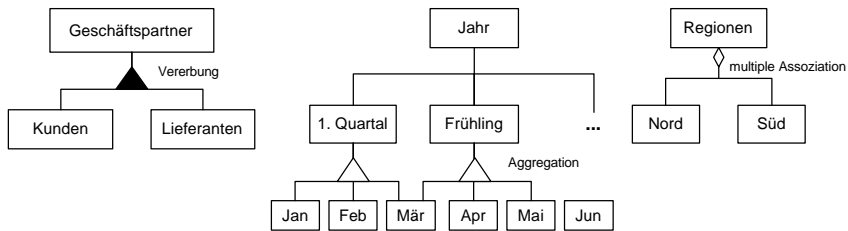


Abb. 57 Modellierung von Dimensionen mit der OMT<sup>508</sup>

Abb. 57 zeigt Anwendungen von Klassendiagrammen für Vererbung, Aggregation und Assoziation von Dimensionselementen. Klassen werden wie in anderen Notationen auch durch Rechtecke dargestellt. Vererbungsbeziehungen werden durch ein ausgefülltes Dreieck dargestellt, Aggregationen durch nicht-ausgefüllte Dreiecke und multiple Beziehungen durch nicht-ausgefüllte Rauten. Die Darstellung der Zeitdimension

<sup>504</sup> Rumbaugh et al. 1993, S. 186 und 217 f.

<sup>505</sup> Stein 1997, S. 198.

<sup>506</sup> Holthuis 1998, S. 135 ff.

<sup>507</sup> Scheer 1995, S. 11 ff.

<sup>508</sup> Holthuis 1998, S. 177.

hat als Besonderheit eine Überlappung von Quartal und Jahreszeit. Nicht deutlich wird allerdings, wie diese Überschneidung aufgelöst wird. Prinzipiell wäre dies über die Modellierung paralleler Verdichtungswege möglich, die nur Elemente der untersten Ebene und das oberste Element gemeinsam besitzen. Weiterhin werden Zustandsdiagramme und funktionale Modelle zur Abbildung von Mikro-Prozeß- und Mikro-Funktionssicht untersucht. Exemplarisch wird die zeitliche Reihenfolge von Verdichtungen der Zeitdimension mit beiden Diagrammtypen gezeigt. Die Modellierung von Kennzahlen und Dimensionen gehören der Makro-Datensicht an<sup>509</sup>; auf deren objekt-orientierte Modellierung wird allerdings nicht näher eingegangen.

#### 5.4 Weitere Ansätze

Neben den vorgestellten existieren noch eine Reihe von weiteren Ansätzen, die sich wie auch ADAPT nicht direkt aus einer konventionellen Modellierungsmethode ableiten lassen.

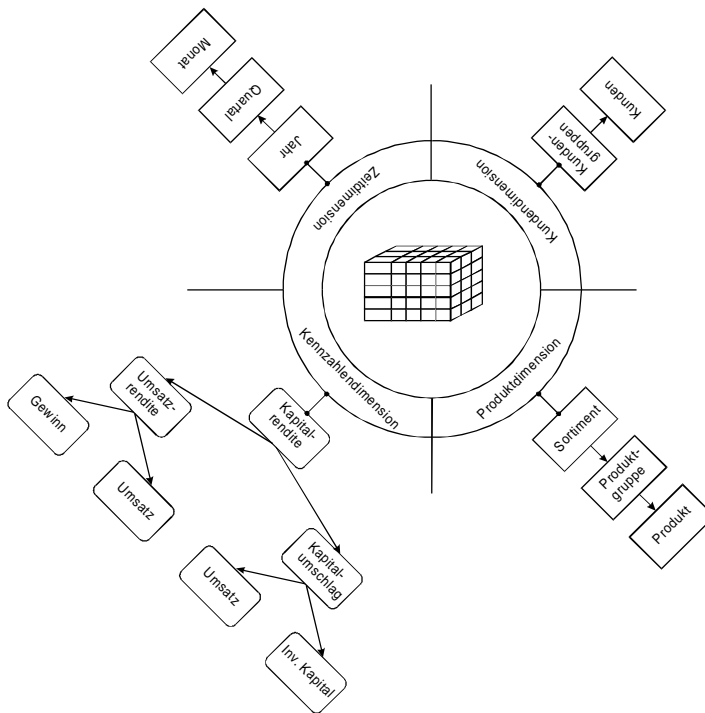


Abb. 58 Beispiel für die Notation von HAHNE/SCHHELP<sup>510</sup>

<sup>509</sup> Holthuis 1998, S. 136.

<sup>510</sup> Hahne/Schelp 1997, S. 30.

HAHNE/SCHERP leiten ein semantisches graphenbasiertes Datenmodell her, das multidimensionale Elemente auf Konstrukte der Graphentheorie abbildet<sup>511</sup>. Dabei verallgemeinern die Autoren hierarchische Dimensionen zu knotenmarkierten Baumstrukturen, Heterarchien<sup>512</sup> zu knotenmarkierten gerichteten Graphen mit genau einer Quelle sowie parallele Hierarchien zu knoten- und kantenmarkierten Graphen mit genau einem Ursprung und genau einem Ziel. Die Gesamtsicht auf das Modell erfolgt in einer Kreisdarstellung, bei der alle Dimensionen einschließlich einer Kennzahlendimension rund um den Mittelpunkt angeordnet sind (siehe Abb. 58)<sup>513</sup>. Die Autoren definieren weiterhin ein formales logisches Modell für mehrdimensionale Strukturen und Operationen. Eine genaue Beschreibung der Transformationsregeln vom semantischen in das logische Modell steht allerdings noch aus<sup>514</sup>.

THOMSEN benutzt eine Notation, die an die Skalendarstellung von Flüssigkeitsständen erinnert. Kennzahlen werden horizontal nebeneinander in einer einzeiligen Tabelle angeordnet. Dimensionselemente werden auf einer vertikalen Skala eingetragen, wobei alle Verdichtungsebenen markiert werden. Für jede Ebene wird ergänzend die Anzahl Ausprägungen notiert<sup>515</sup>, um die benötigte Größe der Datenbank abschätzen zu können. Die Ebene, auf der Daten in das multidimensionale System importiert werden, wird mit einem Punkt versehen, so daß man erkennen kann, an welcher Stelle die Daten atomar sind. Der Datenimport erfolgt nach der Vorgehensweise nicht zwingend auf der untersten Ebene. So zeigt Abb. 59 das zur Verdeutlichung konstruierte Beispiel, daß für den Vertriebsweg relevante Daten erst auf der zweiten Ebene in die Vertriebsweghierarchie übernommen werden. Daten der untersten Ebene sind nicht verfügbar und können nur durch Regeln disaggregiert werden.

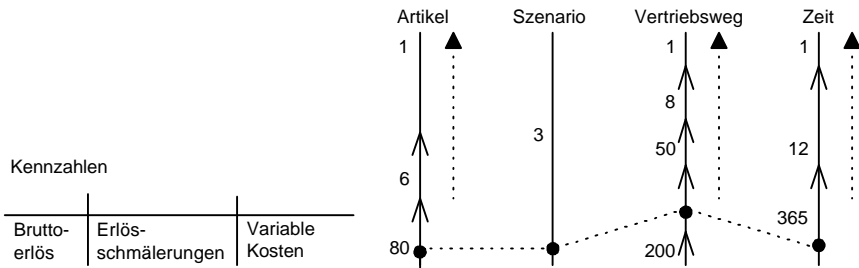


Abb. 59 Beispiel für die Notation von THOMSEN

<sup>511</sup> Hahne/Schelp 1997, S. 25 ff.  
<sup>512</sup> Dimensionsstruktur mit unterschiedlichen Pfadlängen.  
<sup>513</sup> Schelp 1998, S. 273.  
<sup>514</sup> Hahne/Schelp 1997, S. 48.  
<sup>515</sup> Thomsen 1997, S. 236 ff und S. 447 ff.



Ein weiteres Merkmal der Notation ist die Unterscheidung zwischen Bottom-up- und Top-down-Analysewegen. Gerade hinsichtlich von Planwerten kann die Analyserichtung top-down vom Spitzenwert bis auf die niedrigste Ebene gehen. Der Analysepfeil rechts neben der betreffenden Dimension würde dann von oben nach unten zeigen, und der Markierungspunkt für den Import würde sich an oberster Stelle befinden. Insgesamt erscheint die Notation sehr komprimiert und nicht unmittelbar einsichtig.

Ein anderer Ansatz, der neben einer Notation auch eine methodische Vorgehensweise zur Transformation normalisierter ERM<sup>516</sup> in multidimensionale Strukturen umfaßt, ist das Dimensional Fact (DF) Model von GOLFARELLI ET AL.<sup>517</sup>. Die Notation des DF Model besteht aus einer zentralen Kennzahlentabelle und baumartigen Dimensionsstrukturen. Einen Schwerpunkt bildet die Modellierung der Additivität von Kennzahlen. Die Aggregation von additiven Kennzahlen wird wie in anderen Notationen üblich durch die Verbindung von hierarchischen Dimensionselementen mit durchgezogenen Linien dargestellt. Hierarchien werden dabei durch eine graue Schattierung verdeutlicht. Semi-additiv sind Kennzahlen, die sich nicht entlang jeder Dimensionshierarchie summieren lassen. Nicht-additive Kennzahlen lassen sich bezüglich keiner Dimensionshierarchie addieren. Semi- oder nicht-additive Kennzahlen sind damit nur dem untersten Element jeder Dimension zuzuordnen. Markiert werden sie durch gestrichelte Linien von der Kennzahl hin zu der jeweiligen Dimensionshierarchie, über die sie nicht addiert werden können.

Abb. 60 zeigt die Anwendung der Notation in einem Beispiel aus dem Vertriebsbereich eines Handelsunternehmens. Additiv sind *Absatzmenge* und *Erlös*. Semi-additiv sind hingegen die *Käuferanzahl* und *Bestand*. Ein Käufer kann beliebig oft in einer Filiale pro Woche einkaufen. Bei jedem Filialbesuch kann er mehrere Produkte gleichzeitig erwerben. Da im Einzelhandel in der Regel keine Kundennummer geführt wird, wird ein und derselbe Käufer mehrfach erfaßt, was zu einer Verfälschung bei einer Summierung führen würde. In welcher Dimension die Mehrfachzählung auf höherer Hierarchieebene toleriert werden kann und wo nicht, ist von der jeweiligen Aufgabenstellung abhängig. Im Beispiel wird dies in der Zeit- und Vertriebsstrukturdimension akzeptiert, wohingegen die Käuferanzahl über die Produktdimension nicht in Form einer Addition verdichtet werden soll. Die zweite semi-additive Kennzahl ist der *Lagerbestand*. Hier macht eine Addition der Wochenendstände keinen Sinn.

---

<sup>516</sup> Bezug genommen wird auf die 3. Normalform (siehe z.B. Biskup 1995, S. 406). Inzwischen wurde von LEHNER, ALBRECHT und WEDEKIND eine multidimensionale Normalform vorgestellt, durch deren Anwendung die durchgängige Aggregierbarkeit sichergestellt und dünnbesetzte Würfel vermieden werden sollen (Lehner/Albrecht/Wedekind, 1998, o. S.).

<sup>517</sup> Golfarelli et al. 1998, o. S.

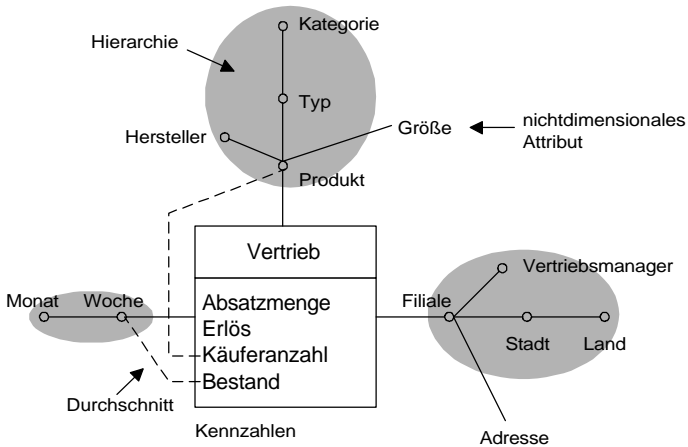


Abb. 60 Dimensional Fact Modellierung<sup>518</sup>

## 5.5 Bewertung

Bisher haben die verschiedenen Autoren ihre Vorschläge zur multidimensionalen Modellierung meist sehr knapp in Artikeln vorgestellt. Beispiele sind in den Veröffentlichungen nur auf bestimmte Merkmale beschränkt und geben wenig Möglichkeit zu einer Gesamteinschätzung. Bis auf den Einsatz von ADAPT liegen auch keine Erkenntnisse über den praktischen Einsatz der Notationen und Vorgehensweisen vor. Eine Diskussion der Ansätze hat gerade erst begonnen, so daß noch kein konsensfähiger Rahmen für die Modellierung von multidimensionalen Datenmodellen existiert.

Als Resümee kann festgehalten werden, daß für die multidimensionale Modellierung grafische Modellierungsnotationen benutzt werden sollten, die die Abbildung von entscheidungsorientierten Datenstrukturen ermöglichen, und mit denen sich Analysegesichtspunkte in den Vordergrund stellen lassen. Zur Reduzierung der Komplexität sollte eine sichtenspezifische Vorgehensweise gewählt werden, die sich an den strukturbestimmenden Elementen von multidimensionalen Datenmodellen wie Kennzahlen, Dimensionen, Dimensionshierarchien oder Ableitungsregeln orientiert<sup>519</sup>.

Einer der Hauptvorteile des ERM ist dessen weite Verbreitung in Theorie und Praxis. ERM dienen allerdings ausschließlich zur statischen Datenmodellierung, so daß für funktionale und dynamische Sichten andere Notationen ergänzt werden müssen. Im Bereich der Geschäftsprozeßmodellierung werden Funktionsdiagramme in Verbindung mit ereignisgesteuerten Prozeßketten als Erweiterung reiner Datenmodellierung hin zu einer integrierten Unternehmensmodellierung benutzt. Wie in Abschnitt 4.3.3 darge-

<sup>518</sup> Golfarelli et al. 1998, o. S.

<sup>519</sup> Gabriel/Gluchowski 1997, S. 32.

stellt wurde, verfolgt z.B. ARIS eine solche sichtenorientierte Vorgehensweise, die neben der Datensicht eine Organisationssicht, eine Funktions- und eine Steuerungssicht zur ganzheitlichen Unternehmensmodellierung besitzt. Durch die ereignisgesteuerte Verknüpfung von Funktionen und Daten lassen sich dynamische Gesichtspunkte modellieren, wie z.B., daß für die Analyse von bestimmten Kennzahlen Ableitungsregeln für deren Berechnung erforderlich sind, die in der funktionalen Sicht definiert werden können. Die Benutzung des ERM sollte für die multidimensionale Modellierung daher immer in Verbindung mit weiteren Notationen betrachtet werden. ARIS könnte hier eine geeignete Erweiterung darstellen, um Sichten in die Modellierung multidimensionaler Informationssysteme zu integrieren. Darüber hinaus kann in ARIS ein evtl. vorhandenes Geschäftsprozeßmodell in ein entscheidungsorientiertes multidimensionales Modell überführt werden, so daß die Beziehungen zwischen Data Warehouse, MIS und operativen Geschäftsprozeß deutlich werden<sup>520</sup>.

ADAPT hat seinen hauptsächlichen Anwendungsbereich in der praktischen Konzeption und Implementierung von multidimensionalen Anwendungen. Die Modellierung erfolgt prinzipiell ähnlich wie in ERM, nur daß eine funktionale Komponente in die Notation einfließt. Die Stärke liegt darin, daß für fast alle multidimensionalen Anwendungsfälle entsprechende Notationskonstrukte bereitstehen. Gerade hier liegt aber auch die Schwäche von ADAPT, da durch die Vielfalt der Elemente auch die Komplexität steigt. Kritik an BULOS Notation kann man hauptsächlich an zwei Eigenschaften üben:

- Es gibt eine große Anzahl von Modellierungssymbolen, deren Anwendung nicht immer eindeutig definiert ist. Durch die Vielfalt der Symbole ist eine gewisse Einarbeitungszeit die Voraussetzung für eine gelungene Modellierung<sup>521</sup>. Man kann im Vergleich zum ME/R-Modell bei ADAPT von einem „maximalistischen“ Prinzip sprechen, was bedeutet, daß für eine Vielzahl von Anwendungsfällen entsprechende Notationssymbole geschaffen wurden..
- Verschiedene Modellierungsebenen werden in einer Ansicht miteinander vermengt. Die Trennung der Sichten von Würfeln und Dimensionen differenziert zwar grundsätzlich zwischen Inhalts- und Strukturdaten, nicht jedoch nach semantischer, logischer und physikalischer Ebene wie bei ARIS. Eine wie für die Modellierung von semantischen Schemata geforderte Abstraktion wie z.B. von Benutzersichten oder der physischen Organisation findet nicht statt, sondern diese Aspekte werden im Gegenteil sogar vermengt.

Durch die Verwendung der von BULOS im Internet bereitgestellten Symbolvorlage<sup>522</sup> für das Modellierungswerkzeug Visio können multidimensionale Modelle komfortabel grafisch am PC erstellt werden. Auftretende Änderungen konnten zügig eingearbeitet

---

<sup>520</sup> Heine/Petersohn 1998, S. 78 ff.

<sup>521</sup> Gabriel/Gluchofski 1997, S. 31.

<sup>522</sup> Die Vorlage ist kostenlos unter der Internetadresse <http://www.symcorp.com> abrufbar.

werden. Die schnelle Überarbeitung der Darstellung wird durch das in Visio enthaltene Shape-Konzept unterstützt, das es erlaubt, vordefinierte Symbolvorlagen einzubinden und anzupassen. Weiterhin können Symbole am Bildschirm verschoben werden, wobei die Verbindungen zu anderen Symbolen automatisch mitgeführt werden. Den Kritikpunkten an ADAPT kann durch die Aufstellung von Konventionen begegnet werden, wie dies z.B. auch in der ARIS praktiziert wird<sup>523</sup>. Insgesamt ist die Notation für den praktischen Einsatz der Modellierung durchaus geeignet.

Eine Grundeigenschaft vom objektorientierten Modell ist die enge Verknüpfung von Daten und Methoden. Durch die Anforderung Kennzahlen und Ableitungsregeln in einem multidimensionalen Modell zusammenhängend darzustellen, ist der objektorientierte Ansatz daher gut geeignet. Der zweite wesentliche Vorteil liegt in der Integration von dynamischen Aspekten, z.B. um den Nachrichtenaustausch zwischen den Informationsobjekten oder zeitliche Abläufe darzustellen. Eine weitere Stärke des objektorientierten Ansatzes ist die Wiederverwendung von immer wiederkehrenden Konstrukten. Mit Hilfe von Entwurfsmustern können wiederkehrende Entwürfe systematisiert, benannt, erläutert und bewertet werden<sup>524</sup>. Eine erste Berücksichtigung multidimensionaler Konstrukte in einer Veröffentlichung über Entwurfsmuster findet sich bei FOWLER<sup>525</sup>. Mit der Anwendung der OOA und der OMT existieren erste Überlegungen multidimensionale Konstrukte objektorientiert abzubilden. Die Möglichkeiten der objektorientierten Modellierung wurden aber in beiden Veröffentlichungen nur angedeutet und noch nicht erschöpfend behandelt.

Die gesammelten Kritikpunkte an den vorgestellten Ansätzen sollen hier noch einmal zusammenfassend aufgeführt werden:

- keine oder nur unzureichende Unterstützung funktionaler Aspekte,
- rein statische Darstellung ohne Berücksichtigung dynamischer Aspekte,
- Doppeldeutigkeiten durch Überfrachtung mit Notationselementen,
- keine Unterscheidung zwischen originären und abgeleiteten Elementen,
- keine Berücksichtigung von Versionierungsaspekten hinsichtlich sich ändernder Strukturen,
- keine Berücksichtigung von Gültigkeitsaspekten der Kennzahlen,
- Vermengung von semantischen und logischen Aspekten, durch die Einbeziehung der Eigenschaften von konkreten Datenbanksystemen.

---

<sup>523</sup> Heß/Houy 1995, S. 1-1 ff.

<sup>524</sup> Gamma et al.1998, S. 2.

<sup>525</sup> Fowler 1997, S. 57 ff. In der Veröffentlichung wird allerdings nicht näher auf die spezifischen Anforderungen von Data-Warehouse- und OLAP-Systemen eingegangen.

Diese Aufzählung dient neben den schon an anderer Stelle genannten Anforderungen an die semantische multidimensionale Modellierung als Ausgangspunkt für die Entwicklung eines objektorientierten multidimensionalen Modellrahmens.

## 5.6 Objektorientierter multidimensionaler Modellrahmen

### 5.6.1 Eigenschaften

Es kann festgestellt werden, daß durch die Benutzung des objektorientierten Ansatzes ein guter Mittelweg zwischen Verständlichkeit und Ausdrucksstärke von multidimensionalen Modellen gewährleistet ist<sup>526</sup>. Im folgenden Abschnitt soll daher ein objektorientierter Modellrahmen für die semantische Modellierung von multidimensionalen Informationssystemen vorgestellt werden. Eine objektorientierte Vorgehensweise bietet den Vorteil, daß Kennzahlen, Dimensionen und Ableitungsregeln korrekt in Objekten abgebildet werden können und die Sachverhalte dadurch zusammenhängend dargestellt werden. Als grafische Notation wird die UML benutzt, die über ein reichhaltiges Spektrum von Notationselementen verfügt und sich als Standard durchgesetzt hat. Realisiert wird ein Klassenmodell für betriebswirtschaftliche Kennzahlen und Dimensionen jeweils mit den entsprechenden Methoden zur Verwaltung der später zu erzeugenden Objekte. Darauf aufbauend besteht die Möglichkeit, dynamische Aspekte zu berücksichtigen. Der Modellrahmen ist vor allem für die Anforderungsdefinition auf semantischer Ebene, also zur Erstellung eines Fachkonzeptes gedacht.

Der Modellrahmen wird nicht bezüglich bestimmter multidimensionaler Datenbanksysteme aufgebaut, was ja auch seiner Einordnung auf der semantischen Modellierungsebene widersprechen würde. Vielmehr wird überlegt, welche Besonderheiten von multidimensionalen Modellen abgebildet werden sollten. Ein objektorientierter Ansatz wird gewählt, weil er sich durch die direkte Nähe von Daten und Operationen sowie der Berücksichtigung dynamischer Aspekte besonders gut für die Abbildung der Semantik und Logik von multidimensionalen Systemen eignet. Das Ziel ist es, mit Hilfe des Modellrahmens die semantische Abbildung des betriebswirtschaftlichen Fachkonzeptes möglichst wirklichkeitsnah und widerspruchsfrei zu ermöglichen. Durch die genaue Definition der Konstrukte soll die grafische Modellierung eindeutig sein.

Der Modellrahmen besitzt eine große Flexibilität hinsichtlich der Modellierung von Spezialfällen. So lassen sich durch die Verbindung von Kennzahlen und Dimensionselementen mit ihren zugehörigen Methoden Ableitungsregeln definieren und nicht nur einfache Summierungen, wie bei den vorgestellten ER-Ansätzen. Mit der Einführung von Gültigkeitszuordnungen lassen sich strukturelle Änderungen behandeln. Zur Abbildung von Ableitungen wird auf detaillierter Ebene des Klassenmodells zwischen originären und abgeleiteten Kennzahlen sowie Dimensionselementen differenziert. Eine Stärke des Modellrahmens liegt in der grafischen Zuordnung von Kennzahlen nur zu denjenigen Dimensionselementen bezüglich derer sie analysierbar sind. Der Mo-

---

<sup>526</sup> Gabriel/Gluchowski 1998, S. 502.

dellrahmen beschäftigt sich dabei rein mit der Modellierung der Datenbasis, also mit Kennzahlen, Dimensionen und Ableitungsregeln. Aspekte der Benutzeroberfläche werden in diesem Zusammenhang nicht betrachtet.

### 5.6.2 Basiselemente

Abb. 61 zeigt das Klassendiagramm der Basiselemente des Modellrahmens. Zentrales Element des Modellrahmens ist die Klasse *Betriebswirtschaftliche Analysematrix*. Instanzen dieser Klasse sind komplexe Objekte, die sich aus Objekten der Klassen *Kennzahl* und *Dimension* zusammensetzen. Kennzahlen werden durch Dimensionen bzw. durch Dimensionselemente beschrieben. Für die Verwaltung der Dimensionen wird eine Feldstruktur benutzt, da die Dimensionen gerade die Analysematrix aufspannen. Die mit der *Analysematrix* verbundene Dimensionsklasse dient als übergeordnete Sammelstelle der ihr zugeordneten Dimensionselemente. Sie ist auch der Einstiegspunkt für Navigationsoperationen im OLAP-Würfel, wie für einen Drill Down.

Den Ablauf einer Analyse kann man sich folgendermaßen vorstellen: zu Beginn werden zunächst Kennzahlen- und Dimensionsobjekte ausgewählt. Schon bei der Auswahl wird geprüft, ob eine Dimension überhaupt gültige Dimensionselemente bezüglich der ausgewählten Kennzahl besitzt. Ist dies nicht der Fall, so darf die Dimension nicht navigierbar sein. Eine Kombination von für eine Kennzahl gültigen Dimensionselementen führt immer genau zu einem Kennzahlenwert. Anschaulich gesehen existiert für jede gültige Zelle eines Hypercube ein Kennzahlenobjekt, das Informationen darüber besitzt, wann es welchen Dimensionselementen zugeordnet ist bzw. war.

Wie man in der Abbildung sieht, existieren keine Operationen zum Löschen von Kennzahlen, Dimensionen und Dimensionselementen. Natürlich wird in einem objektorientierten Modell jede Klasse diese Standardoperationen besitzen. Im Modellrahmen soll jedoch die Nicht-Volatilität betont werden, so daß hier nur Operationen zur Erzeugung, Aktivierung und Deaktivierung von Elementen gezeigt werden. Dadurch soll sichergestellt werden, daß eine konkret ausgeprägte multidimensionale Struktur flexibel gegenüber strukturellen Veränderungen ist, so daß einerseits neue Strukturen angelegt werden können aber auch die alten erhalten bleiben. Daher erfolgt innerhalb eines Analysematrixobjekts auch keine direkte Zuordnung von Kennzahlen zu Dimensionen. Vielmehr werden alle Kennzahlen und Dimensionen des relevanten Analysebereichs in der Matrix unabhängig voneinander durch Aktivierung bekanntgegeben. Die eigentliche Zuordnung von Kennzahlen zu Dimensionselementen bezüglich derer sie analysiert werden sollen erfolgt in der Kennzahlenklasse. Jedes Kennzahlenobjekt verfügt über eine Gültigkeitsmenge von Dimensionselementen. Der Zusatz *gültig* hat in diesem Zusammenhang eine besondere Bedeutung, da innerhalb eines Objekts *Betriebswirtschaftliche Analysematrix* nicht jede Kennzahl auch zwangsläufig in Beziehung zu jedem durch ein Dimensionselement repräsentierten Entscheidungsobjekt steht. Eine gültige Kombination von Instanzen der Klasse *Dimensionselement* führt eindeutig zu einer Kennzahl.

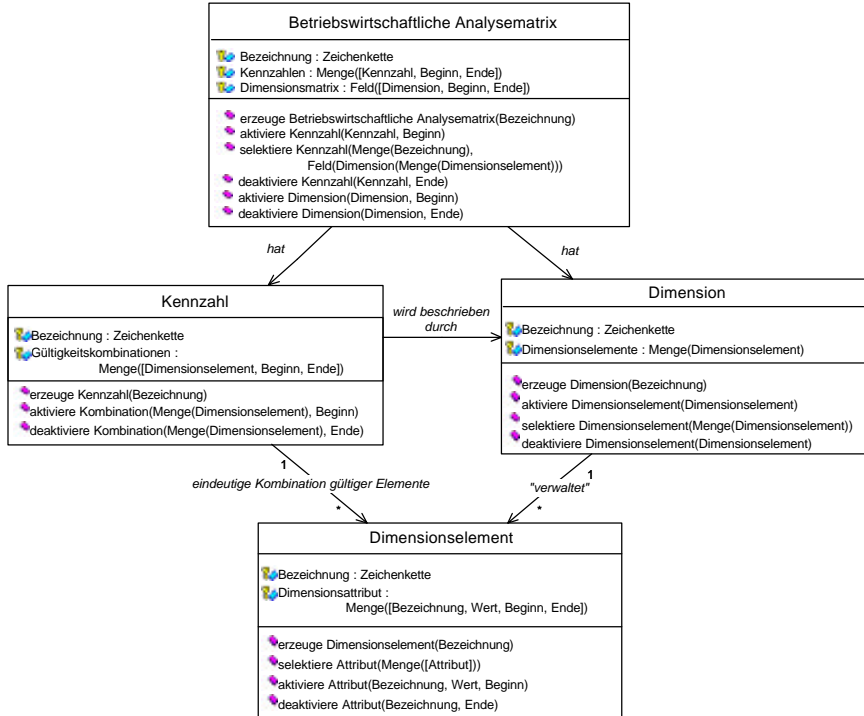


Abb. 61 Multidimensionale Basiselemente

Operationen zum Erzeugen, Aktivieren oder Deaktivieren von Modellelementen können äußerst umfangreiche semantische Regeln beinhalten. So muß z.B. bei der Deaktivierung von originären Elementen berücksichtigt werden, ob abgeleitete Elemente von diesen abhängig sind. Ist dies der Fall, so müssen auch die entsprechenden abgeleiteten Elemente gleichzeitig deaktiviert werden oder es muß genau definiert werden, was mit diesen geschehen soll.

Kennzahlen können in multidimensionalen Systemen entweder als physikalische Werte aus Quellsystemen importiert oder können formelbasiert als Ableitungsregel hinterlegt werden. Diskussionswürdig ist, ob abgeleitete Daten oder Auswertungssichten überhaupt in ein semantisches Modell gehören. BECKER ET AL. fordern für das ER-Modell explizit die Erweiterung für aggregierte Daten (siehe Abschnitt 5.1.5). EICKER ET AL. fordern weiterhin die Berücksichtigung von Standardauswertungen in semantischen Datenmodellen<sup>527</sup> und verweisen auf RAUH/STICHEL, die jedes Informationsobjekt, das durch einen Begriff beschrieben werden kann (und nicht alleine durch eine

<sup>527</sup> Eicker et al. 1996, S. 7.

Formel) im konzeptionellen Schema abbilden<sup>528</sup>. Dieser Argumentation folgend werden im Modellrahmen abgeleitete Elemente und Standardauswertungen berücksichtigt.

Importierte Kennzahlen werden in jedem Fall physikalisch gespeichert – sie werden materialisiert<sup>529</sup>. Importierte Kennzahlen bilden die Ausgangsbasis für die Berechnung bzw. Ableitung von weiteren Kennzahlen. Für den Anwender eines multidimensionalen Systems muß es transparent sein, ob eine Kennzahl als originärer Wert vorliegt oder abgeleitet wird. Dennoch wird dieser Aspekt hier auf der semantischen Modellierungsebene behandelt, da durch die Ableitung der originären Kennzahlen das Informationssystem seine eigentliche Ausprägung erhält und diesem Aspekt daher eine hohe Bedeutung zukommt. Abgeleitete Daten sind im Modell allerdings redundant und könnten bei einer unzureichenden logischen und physikalischen Modellierung zu Integritäts- und Änderungsproblemen in der Datenbank führen<sup>530</sup>. Abgeleitete Daten müssen daher im Modell einfach identifizierbar sein, um eine Unterscheidung zu originären Daten zu ermöglichen.

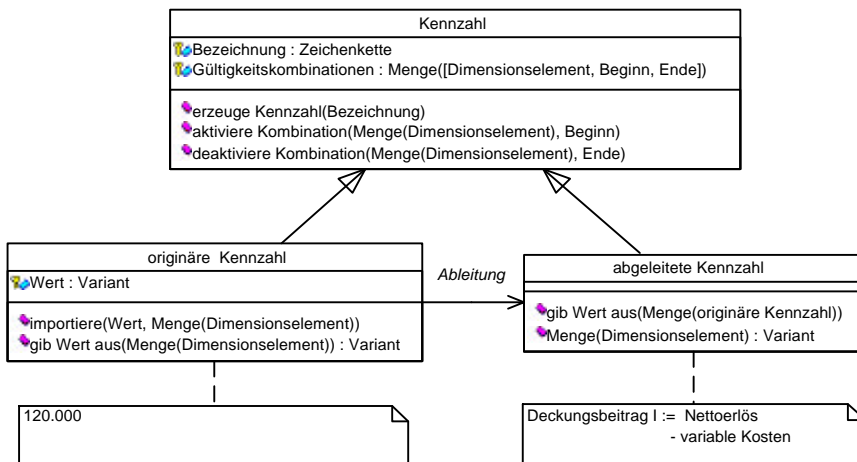


Abb. 62 Kennzahlenklassen

Um diesem Aspekt gerecht zu werden, wird die Kennzahlenklasse in die zwei Unterklassen *abgeleitete Kennzahl* und *originäre Kennzahl* differenziert (siehe Abb. 62). Beide Klassen erben alle Attribute und Operationen der Oberklasse *Kennzahl*. Zusätzlich verfügt *originäre Kennzahl* über ein Wertfeld inklusive der Zugriffsoperationen.

<sup>528</sup> Rauh/Stickel 1993, S. 79.

<sup>529</sup> Auch abgeleitete Kennzahlen können auf physikalischer Ebene aus Optimierungsgründen materialisiert werden. Performanceüberlegungen sollen an dieser Stelle allerdings nicht weiter verfolgt werden.

<sup>530</sup> Rauh/Stickel 1997, S. 148.



Die Klasse *abgeleitete Kennzahl* besitzt nur die entsprechende Operation zur Ableitung der Kennzahl. Zwischen beiden Unterklassen besteht eine Beziehung, die verdeutlicht, daß sich abgeleitete aus importierten originären Kennzahlen ableiten. Die Differenzierung von originären und abgeleiteten Kennzahlen beruht rein auf ihrer Rolle in den Basisdatenstrukturen des multidimensionalen Informationssystems. Betriebswirtschaftlich gesehen kann auch eine originäre Kennzahl abgeleitet sein, was aber im Betrachtungsbereich des multidimensionalen Modells nicht berücksichtigt wird.

Ein weiterführender Aspekt, auf den hier nur kurz gedanklich eingegangen wird, ist die Zusammenfassung der hinter den Ableitungsregeln stehenden Methoden in einem Methodenbanksystem. Die Einbindung dieser für die Konzeption von Entscheidungsunterstützungssystem häufig vorgeschlagenen Architekturkomponente würde über den hier verfolgten Modellrahmen hinausgehen. Denkbar wäre es, die grundsätzlichen (Ableitungs-) Methoden in einer gesonderten Methodenbankklasse abzubilden. Sie würde mit der Klasse *abgeleitete Kennzahl* entweder assoziiert oder stände mit ihr in einer Vererbungsbeziehung. Benötigte Methoden würden dann entweder vererbt oder durch Nachrichtenaustausch aufgerufen. Eine andere Möglichkeit bestände darin, einen Grundvorrat an Rechenoperationen in der Methodenbankklasse zu hinterlegen und nicht jede Methode fest zu implementieren, sondern als generische Funktion, also vollständig parametrisierbar, abzubilden<sup>531</sup>. Die Parameter würden im Kennzahlenobjekt hinterlegt. Hier wird zur Verdeutlichung des Zusammenhangs von Kennzahl und Ableitungsregeln die jeweilige Methode direkt in der Klasse *abgeleitete Kennzahl* angesiedelt.

Der Zugriff auf einen Wert erfolgt in einem Kennzahlenobjekt immer über die Kombination der Dimensionselemente zu dem der Wert in Beziehung steht. Der Aufruf der Operation für das Einlesen einer Preisinformation kann beispielsweise lauten:

```
gib Kennzahlenwert aus(jahr=1999, monat="januar", artikel="elegance", ausprägung="ist", filiale="braunschweig ost").
```

Im multidimensionalen Modellrahmen wird nicht zwischen Hypercube- oder Singlecube-Prinzip unterschieden. Jede Kennzahl kann theoretisch jeder Dimension und jedem Dimensionsobjekt zugeordnet werden. Die tatsächliche Zuordnung wird durch die Gültigkeitskombination bestimmt, die für jede Einzelposition festlegt, für welche Kombination von Dimensionselementen sie gültig ist.

Eine Dimension repräsentiert eine Sammlung von logisch zusammengehörenden betriebswirtschaftlichen Entscheidungsobjekten eines Bereichs. Durch Dimensionselemente werden einzelne Entscheidungsobjekte oder deren Strukturen abgebildet. Die allgemeinste Form eines Dimensionselements im Modellrahmen ist die gleichnamige Klasse. Sie wird durch ihre Bezeichnung identifiziert und kann beschreibende Attribute besitzen. Attribute können auch selbst wieder Objekte sein, wenn in einem Data-

---

<sup>531</sup> Zu generischen Funktionen im Kontext der Kostenrechnung siehe Oehler 1997, S. 359.

Warehouse-System umfangreiche Eigenschaften mitgepflegt werden sollen. Ein Beispiel hierfür gibt Abb. 73 in Kapitel 7. Die angegebene Dimensionsklasse verwaltet die ihr zugehörigen Dimensionselemente als Menge. Falls zwischen den Dimensionselementen eine Ordnung besteht, ließe sich auch eine geordnete Dimensionsklasse ableiten, die die Dimensionselemente als Liste verwaltet und damit Reihenfolgebeziehungen ausdrücken kann. Aber auch andere Beziehungsformen sind denkbar, die definiert werden könnten.

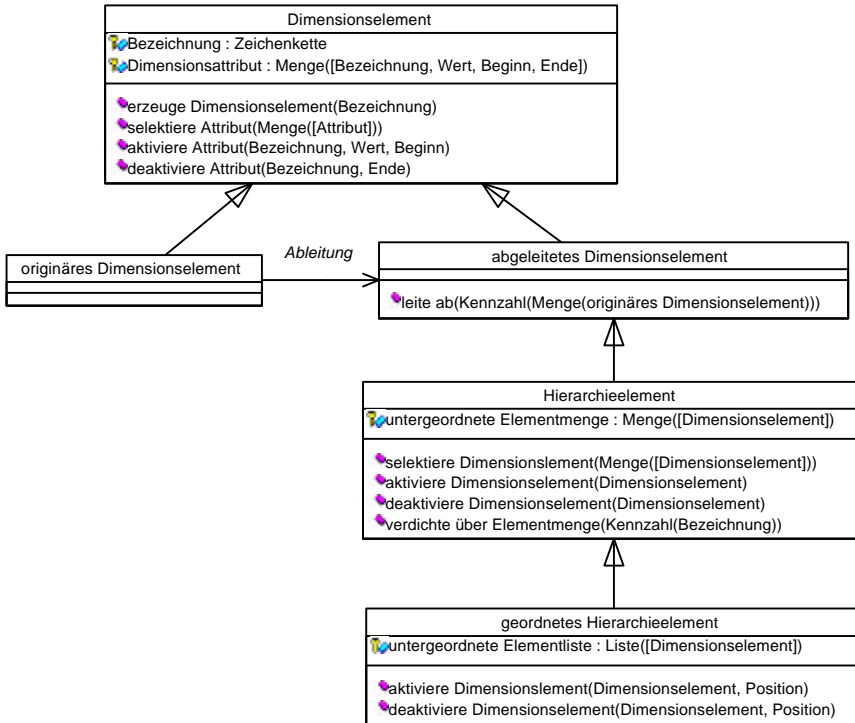


Abb. 63 Dimensionselemente

Dimensionselemente können ähnlich wie Kennzahlen in originär und abgeleitet differenziert werden (siehe Abb. 63). Dies kann überraschen, da Dimensionselemente ja keine eigentlichen Werte besitzen, sondern nur Strukturmerkmale wiedergeben. Die Differenzierung ist aber durchaus sinnvoll, wenn man sich z.B. eine Währungsdimension vor Augen führt. Normalerweise wird man in ein multidimensionales System die Kennzahlen nur in der Hauswährung importieren und alle anderen Währungen durch Umrechnung ableiten. Diese Ableitungsregeln sollten allerdings nicht in einer Kenn-

zahlenklasse hinterlegt werden, sondern im betreffenden Dimensionselement, das die Umrechnung für alle Kennzahlen mit Währungsdimension durchführt.

Ableitungsregeln werden im Modellrahmen somit nicht nur in der Klasse *abgeleitete Kennzahl*, sondern auch in *abgeleitetes Dimensionselement* angesiedelt. Diese Vorgehensweise erscheint unter Umständen unsystematisch, orientiert sich jedoch an den Anforderungen der multidimensionalen Modellierung. Steht bei Methoden in der Klasse *abgeleitete Kennzahl* die Ableitung von neuen Kennzahlen aus originären Kennzahlen im Vordergrund, so dient die Methode *verdichte über Elementmenge* aus *Hierarchieelement* vorwiegend der Verdichtung von ein und derselben Kennzahl über die verschiedenen Hierarchieebenen hinweg. Die Verdichtungsmethode ist dabei von der jeweiligen Kennzahl und der jeweiligen Hierarchieebene abhängig. Dadurch ist es möglich verschiedenste Verdichtungsmethoden, die über eine einfache Aggregation hinausgehen, kontextspezifisch im Modell zu berücksichtigen. Damit wird dem Umstand Rechnung getragen, daß prinzipiell jede Kennzahl abhängig von den Dimensionselementen anders definiert sein könnte. In der Praxis würde dies allerdings einen zu hohen Aufwand bedeuten, so daß realistischerweise die Verdichtungsmethoden nur horizontal zwischen den Hierarchieebenen und vertikal zwischen den Dimensionen differenziert werden dürften. Für eine Verdichtung auf Monatebene kann dies bei einer Preisinformation z.B. die Durchschnittsbildung sein oder für eine Konzernkennzahl die Eliminierung von gegenseitigen Leistungsbeziehungen in Tochterunternehmen. Prinzipiell wäre es auch hier möglich, die Verdichtungsmethoden in einer Methodenbank zu organisieren, wie es bei der Klasse *abgeleitete Kennzahl* schon angedacht wurde.

Vererbt von der Klasse *abgeleitetes Dimensionselement* wird weiterhin die speziellere Klasse *Hierarchieelement*. Ein Objekt dieser Klasse repräsentiert eine Verdichtungsebene einer Hierarchie. Die Attribute *Dimensionsattribut* und *Bezeichnung* werden von *Dimensionselement* vererbt. Spezielle Operationen und Attribute dieser Klasse dienen der Verwaltung von untergeordneten Dimensionselementen. Diese können auch wieder Hierarchieelemente (geordnet oder ungeordnet) oder atomare Dimensionselemente sein. Untergeordnete Ebenen werden als Menge von Elementen verwaltet, was einen flexiblen Aufbau von beliebigen Baumstrukturen ermöglicht. Bei einer objektorientierten Realisierung müßten auf logischer Ebene die Zugriffstechniken, wie z.B. Indizierung, noch näher spezifiziert werden.

Die Gültigkeit von Attributen wird nicht über die Gültigkeitskombination in der Kennzahlenklasse geregelt, sondern ist an das jeweilige Dimensionselementobjekt gekoppelt. Dies entspricht der Anschauung, daß die Eigenschaften von Dimensionsobjekten, wie z.B. die Größe des Verkaufsraums einer Filiale nicht von der betrachteten Kennzahl abhängt, sondern rein vom Entscheidungsobjekt – hier der Filiale. Durch die Angabe von Gültigkeitszeiträumen für jedes Attribut ist es möglich, diese zu versionieren. Wird z.B. der Verkaufsraum einer Filiale vergrößert, so wird mit Angabe des Änderungszeitpunkts die alte Größe deaktiviert und die neue aktiviert.

Die Kennzahlen innerhalb einer Analysematrix sollten zu einem gemeinsamen Analysebereich gehören und eine möglichst große Schnittmenge gemeinsamer Dimensionselemente besitzen über die sie analysiert werden können. Besitzen thematisch zusammengehörende Kennzahlen unterschiedliche Ableitungsoperationen bezüglich gleicher Dimensionselemente, so müssen diese Kennzahlen entweder in unterschiedlichen Sichten modelliert oder verschiedene Ableitungsregeln angegeben werden. Ein Beispiel wäre die gemeinsame Modellierung von Kennzahlen, die auf Bewegungs- und Bestandsgrößen basieren, wie Monatsumsatz auf der einen und Monatsbestand auf der anderen Seite. Der Monatsumsatz einer Filiale kann einfach durch Summierung der Tagesumsätze gewonnen werden. Der Monatsbestand eines Artikels in einer Filiale wird dagegen durch Durchschnittsbildung der Tagesbestände gewonnen oder er darf überhaupt nicht berechnet werden. In der Modellierung müssen Umsatz- und Bestandskennzahlen entweder in verschiedenen Sichten modelliert werden oder im Dimensionselementobjekt Monat müssen die Ableitungsregeln für die unterschiedlichen Kennzahlen explizit im Operationsteil aufgeführt werden.

Ein Aspekt, auf den nicht näher eingegangen wird, ist die Definition von Zugriffsberechtigung für die Benutzer eines mit Hilfe des Modellrahmens modellierten Informationssystems. Im Modellrahmen ließe sich dieser Aspekt sehr leicht dadurch integrieren, daß die Gültigkeitskombinationsmenge jedes Kennzahlenobjekts um die Benutzer, Benutzergruppen bzw. Rollen ergänzt würde, so daß nicht nur die „Gültigkeit“ der Dimensionselemente, sondern zusätzlich des analysierenden Benutzers überprüft würde.

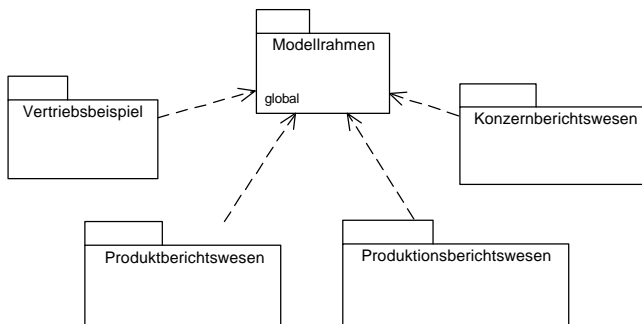


Abb. 64 Pakete dieser Arbeit

Basis- und Auswertungsdatenstrukturen werden im Modellrahmen gleichermaßen behandelt. Alle Kombinationen von originären Kennzahlen mit originären Dimensionselementen stellen Basisdaten dar. Daher zählen alle originären Modellelemente zu den Basisdatenstrukturen. Alle Kombination, in denen abgeleitete Kennzahlen oder Dimensionselemente enthalten sind, zählen zu den Auswertungsdaten, entsprechend die abgeleiteten Elemente. Nicht vertiefend eingegangen wird an dieser Stelle auf die

Möglichkeit der Verknüpfung von Lade- und Basisdatenstrukturen, es besteht aber die Möglichkeit zur Verwendung von Paketen, um die Bereiche voneinander abzugrenzen. Die UML bietet Packages zur Zusammenfassung von Modellelementen eines zusammenhängenden Bereichs. Abb. 64 zeigt die in dieser Arbeit verwendeten Pakete. In den Abbildungen des folgenden Abschnittes tragen alle Konstrukte, die aus dem Modellrahmen in das Vertriebsbeispiel überführt werden den Zusatz „from Modellrahmen“. Dadurch ist die Unterscheidung bei einer Verwendung von Modellelementen aus verschiedenen Paketen in einem Diagramm möglich. Bei der Beschreibung der Überführung von Lade- in Basisdatenstrukturen könnten Pakete analog verwendet werden. Logische Aspekte, wie z.B. ein SQL-Durchgriff auf Quellsysteme lassen sich in der Komponentensicht der UML beschreiben, die die Modellierung von implementierungstechnischen Details ermöglicht. Ein Beispiel für Modellierung von dynamischen Analyseabläufen mit Hilfe von Aktivitätsdiagrammen wird in Abb. 88 in Kapitel 7 gegeben.

### 5.6.3 Beispiele

Das schon aus den vorherigen Abschnitten bekannte Beispiel für eine Vertriebsergebnisrechnung soll wieder aufgegriffen werden, um das Konzept des Modellrahmens zu verdeutlichen. Zunächst sollen die Kennzahlen für das Modell dargelegt werden. Wie im Abschnitt über ein Vorgehensmodell beschrieben wurde, sollte eine Kennzahl zunächst textuell definiert werden. Für das Vertriebsbeispiel wurden 4 originäre und 3 abzuleitende Kennzahlen identifiziert, wie in Abb. 65 dargestellt wird. Die gestrichelte Linie soll den Unterschied zwischen beiden Kennzahlenarten zusätzlich verdeutlichen. Von der Klasse *originäre Kennzahl* stammen die Klassen für Preis, Absatzmenge, Erlösschmälerungen und variable Kosten ab. Bruttoerlös, Nettoerlös und Deckungsbeitrag I sind hingegen abgeleitete Kennzahlen. Vererbungsbeziehungen werden durch einen dicken Pfeil, Abhängigkeiten bei der Kennzahlenberechnung zwischen den Klassen durch einen normalen Pfeil dargestellt.

Abb. 65 bis Abb. 68 zeigen die Klassenzuordnungen von Kennzahlen, Dimensionen und Dimensionselementen. Um die Elemente in anderen Sichten voneinander unterscheiden zu können, werden in späteren Abbildungen Stereotypen zur Kennzeichnung der Klassenzuordnung benutzt. In Abb. 72 sieht man, daß die Dimension *Zeit* direkt aus dem Modellrahmen übernommen wird. Dies entspricht der in Abschnitt 4.2.2.2 getroffenen Feststellung, daß *Zeit* ein betriebswirtschaftlicher Standard-Dimensionstyp ist, der prinzipiell in allen Modellen in gleicher Weise verwendet wird. *Zeit* bleibt allerdings auch der einzige Standardtyp, da keine weiteren identifiziert werden konnten.

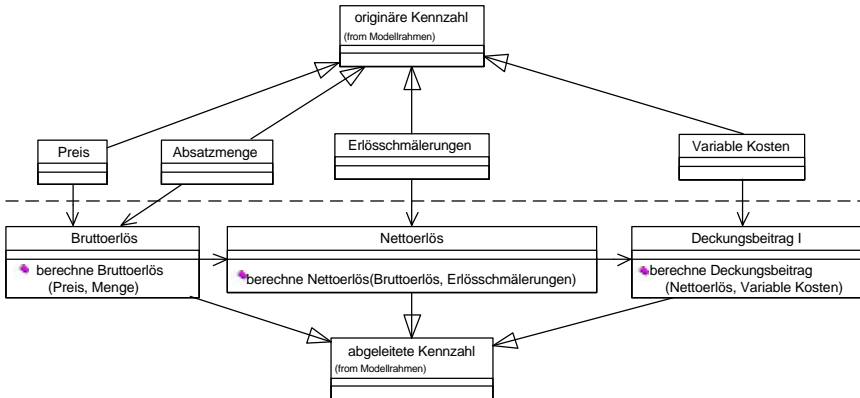


Abb. 65 Klassenzuordnung der Kennzahlen mit Abhängigkeiten

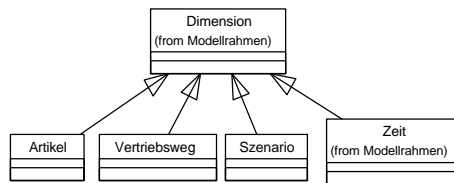


Abb. 66 Klassenzuordnung von Dimensionen

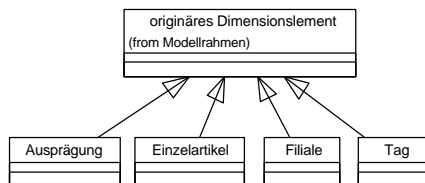


Abb. 67 Klassenzuordnung von originären Dimensionselementen

In Abb. 68 werden Klassen für Dimensionselemente aus den Klassen des Modellrahmens abgeleitet. In der Mitte der Abbildung erkennt man wieder die schon aus dem Modellrahmen bekannte Vererbungshierarchie von Dimensionselementen. Alle Dimensionselemente des Vertriebsbeispiels bilden Unterklassen der Elemente des Modellrahmens. Dadurch ist jedes Dimensionselement eine eigenständige Klasse und kann den Anforderungen entsprechend weiter angepaßt werden. *Gebiet*, *Land*, *Region* und *Vertriebsweg gesamt* werden nicht direkt von *Hierarchieelement* abgeleitet, sondern von *Vertriebsweghierarchieelement*, da ein zur Bezeichnung der Dimensionsele-

mente unabhängiger Name und der verantwortliche Leiter für das Vertriebscontrolling als Attribute festgelegt wurden. Diese brauchen nur einmal definiert zu werden, da sie an die Elemente weitervererbt werden. Abb. 69 zeigt die Definitionen der einzelnen Dimensionen. Zur Verdeutlichung des Gesamtzusammenhangs wurde auch die Klasse für die Analysematrix mit in die Abbildung aufgenommen, so daß ein Überblick über das Gesamtmodell gewonnen werden kann. Nicht deutlich wird bei einer solchen Übersicht allerdings welche Kennzahl für welche Dimensionen und Dimensionselemente Gültigkeit besitzt.

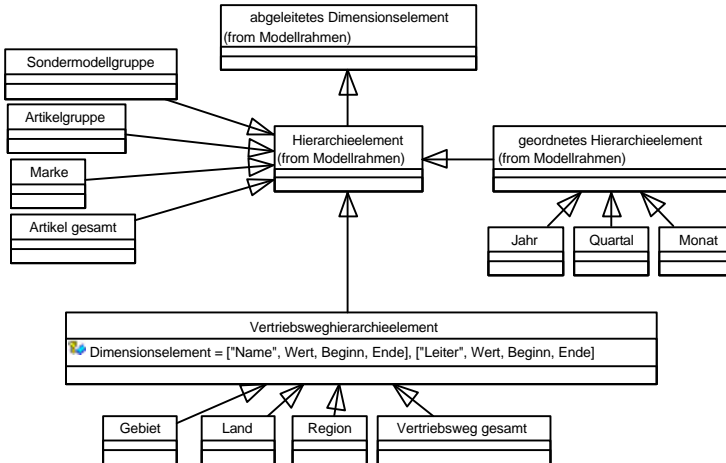


Abb. 68 Klassenzuordnung von abgeleiteten Dimensionselementen

Für jedes Kennzahlenobjekt existiert eine gültige Menge von Dimensionselementen, die eine Teilmenge aller Dimensionselemente der Analysematrix darstellen kann. Abb. 70 zeigt die möglichen Verknüpfungen der originären Kennzahl *Preis* zu den relevanten Dimensionselementen. Der Preis eines Artikels ist nach den Entscheidungsobjekten Zeit, Szenario und Vertriebsweg analysierbar. Nur für beliebige Kombinationen dieser Verknüpfungen ist die Kennzahl gültig. Eine Aggregation der Preisinformation über die Hierarchieebenen der Entscheidungsobjekte macht allerdings keinen Sinn, da die Preisinformation artikelbezogen ist und sich ähnlich wie eine Bestandsgröße verhält. Im Beispiel wird täglich eine aktuelle Preisinformation im System eingestellt. Im Computerhandel z.B. ist es durchaus üblich, daß ein Preis von Tag zu Tag variiert. Daher sollte der Monatspreis ein Standardpreis sein, der sich z.B. durch Durchschnittsbildung ergibt. Diese Berechnung ist im Beispiel als Operation angegeben: *berechne Monats-Standardpreis*. Für Quartal und Jahr würden die Operationen analog definiert. Wie schon erwähnt wurde, können Ableitungsregeln sowohl in Kennzahlenklassen als auch in hierarchischen Dimensionselementen definiert werden. Im Gegensatz zur Zeitdimension macht eine Verdichtung über die Hierarchie der Artikeldimen-

sion keinen Sinn. Eine Summierung über Artikelgruppen wird nicht benötigt. Auch besitzt ein Durchschnittspreis pro Artikelgruppe wenig Aussagekraft. Das Monatelement der Zeitdimension besitzt weiterhin Operationen für die Summierung von Bruttoerlös, Erlösschmälerungen und variablen Kosten.

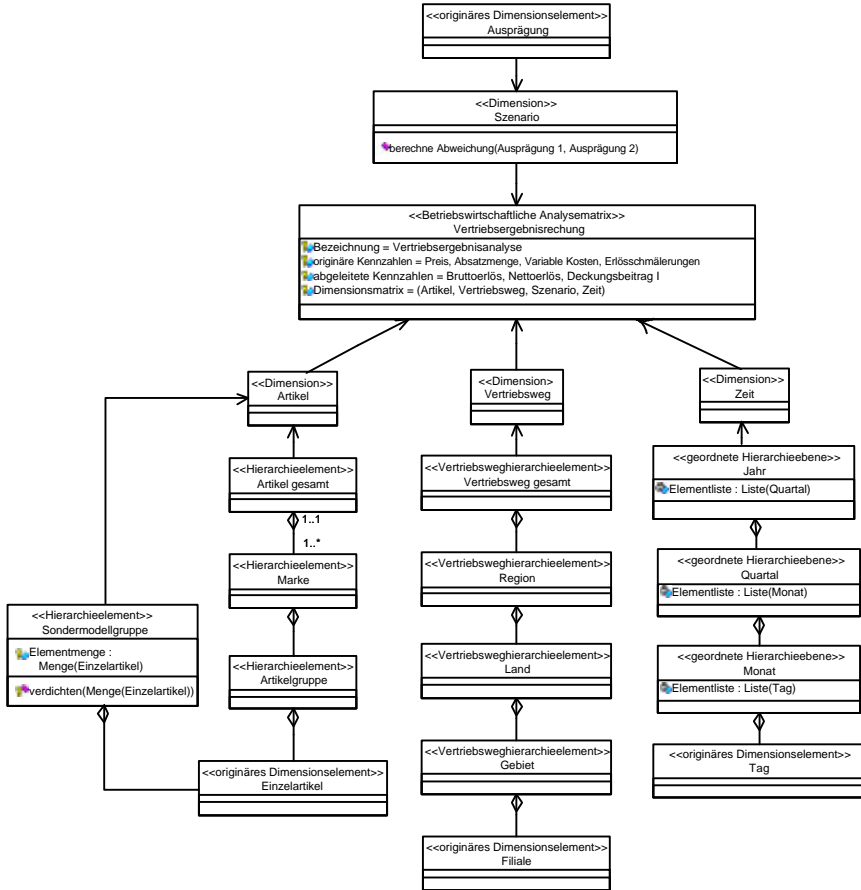


Abb. 69 Definition der Dimensionen

Abb. 71 soll zur weiteren Verdeutlichung die konkrete Ausprägung einer gültigen Kombination von Dimensionsobjekten zeigen, wie sie z.B. bei einer Anfrage ermittelt würde. So kann ein Preis für den Artikel *Elegance* im *Ist* für den Monat *Januar* und die Filiale *Braunschweig Ost* im System hinterlegt werden. Es wird von der Annahme ausgegangen, daß diese Struktur den ganzen Monat Januar über gültig war. Dies ist



notwendig, da die feinste Granularität der Zeitdimension der Tag ist und ein Strukturwechsel theoretisch an jedem Tag möglich wäre.

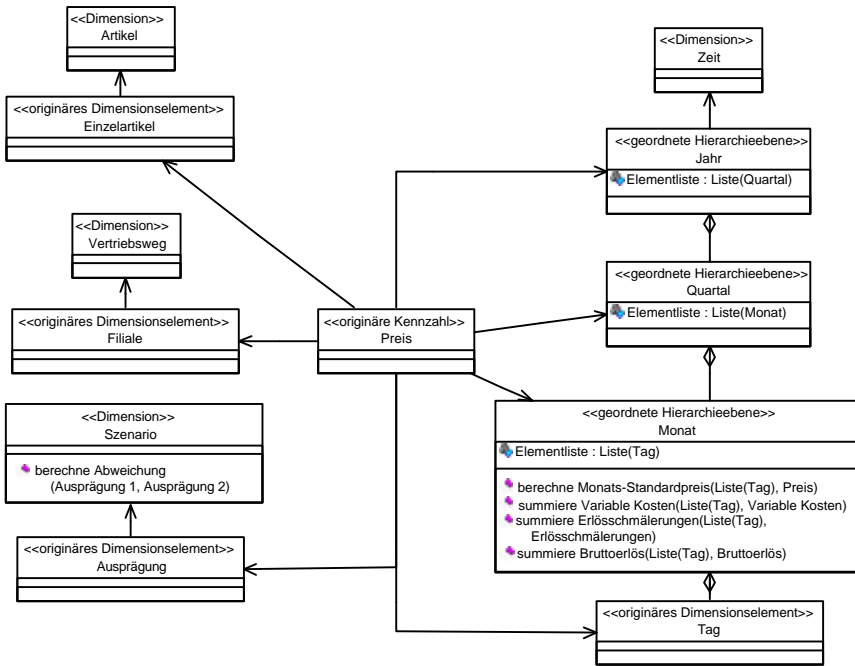


Abb. 70 Teilsicht Gültigkeitskombination für Preis auf Klassenebene

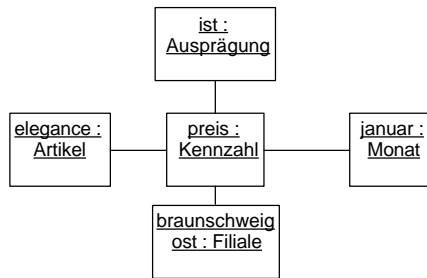


Abb. 71 Konkrete Ausprägung auf Objektebene

Ergänzend soll noch ein Beispiel aus der Kostenrechnung angeführt werden. Ein einfaches Analysemodell für die statistische Kostenstellenrechnungsauswertung nach der Grenzplankostenrechnung zeigt Abb. 72. Auf eine genaue Darstellung der Zeitdimen-

sion wurde verzichtet. Die monatlichen Salden der Kostenstellen lassen sich kostenartenweise nach Plan oder Ist sowie fix oder variabel analysieren. Die Plan-/Ist-Abweichung wird nur gesamt ausgewiesen, so daß keine Differenzierung nach Leistung, Beschäftigung oder Verbrauch erfolgt. Um diese Differenzierung vornehmen zu können, ist eine Rechnung mit Bezugsgrößen notwendig. Diese sollten als getrennte Kennzahlen modelliert werden, da sie nicht nach Kostenart und Kostenspaltung differenziert zu werden brauchen. Die Bezugsgröße ist mit der Kostenstellenanalyse auf Einzelkostenstellenebene über eine 1-zu-1-Beziehung verbunden, was voraussetzt, daß eine homogene Kostenverursachung für jede Kostenstelle vorliegt.

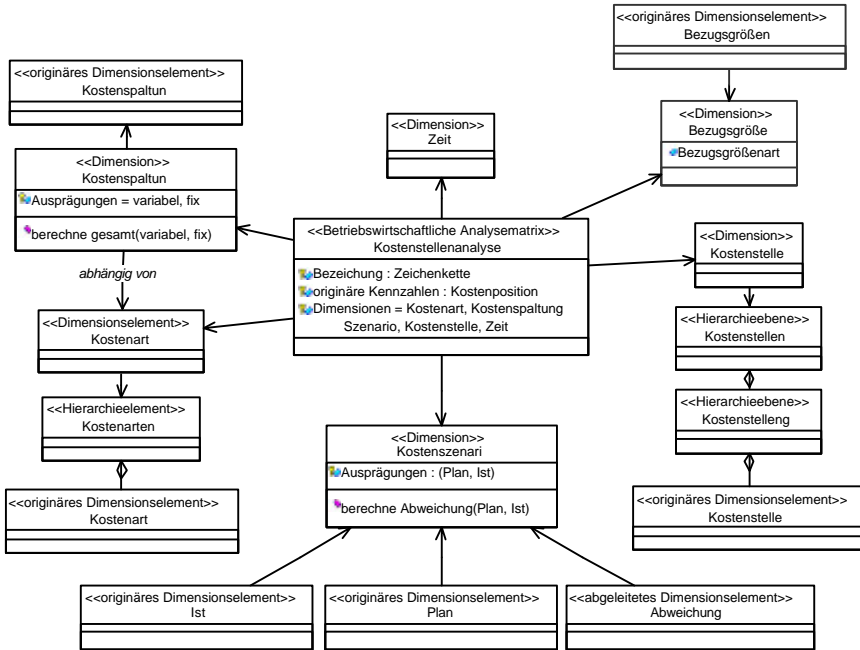


Abb. 72 Kostenstellenrechnung

Abb. 73 zeigt noch einmal vertiefend die Modellierung von komplexen Attributen. In diesem Fall sind *Kostenstellenbeschreibung* und *Kostenstellenleiter* unabhängig voneinander und unabhängig vom Dimensionselement definiert. Hier soll allerdings keine Normalisierung in dem Sinne angedeutet werden, daß ein *Kostenstellenleiter* auch mehrere *Kostenstellen* leiten kann. Vielmehr geht es um die Versionierung von logisch zusammenhängenden Eigenschaften. Wird z.B. der alte *Kostenstellenleiter* durch einen neuen abgelöst, so werden *Personalnummer*, *Name* und *Kontonummer* zusammenhängend deaktiviert und ein Objekt mit den Eigenschaften des neuen Leiters aktiviert. Im

Nachhinein läßt sich z.B. nach Personalnummer oder Name analysieren, ob der Wechsel des Leiters positive oder negative Kosteneffekte hatte.

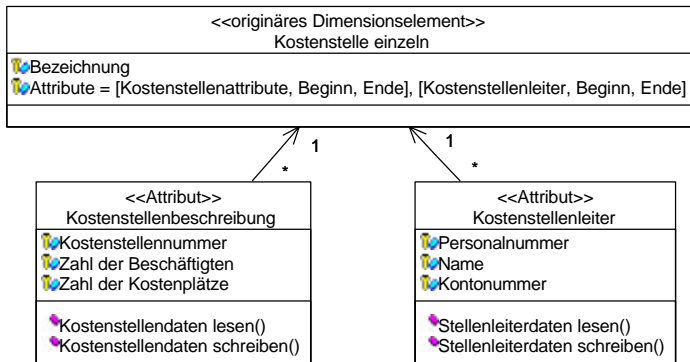


Abb. 73 Attribute von Dimensionselementen<sup>532</sup>

#### 5.6.4 Realisierungsaspekte

Eine der Stärken des objektorientierten Ansatzes liegt in der unmittelbaren Nähe der verschiedenen Modellierungsebenen und in der Durchgängigkeit der Konstrukte von der semantischen bis hin zur physikalischen Ebene. Um die Durchgängigkeit auszunutzen, müßten Anwendungen, die auf dem vorgestellten Modellrahmen aufbauen, programmiersprachlich und datenbanktechnisch rein objektorientiert implementiert werden. Dies könnte in den Programmiersprachen C++ oder Smalltalk und mit Datenbanksystemen wie z.B. ObjectStore, Ontos oder Poet geschehen. Solche objektorientierten Datenbanksysteme sind meist aus der Philosophie entstanden, die persistente bzw. dauerhafte Speicherung von Objekten aus Programmiersprachen heraus zu ermöglichen. Die Speicherung soll für den Programmierer möglichst transparent sein. Kritiker werfen den objektorientierten Datenbanksystemen zur Zeit jedoch vor, daß ihre Leistungsfähigkeit gegenüber den erprobten relationalen Systemen noch zu gering ist<sup>533</sup>. Für die Verarbeitung großer Mengen von Daten, wie sie in Data-Warehouse-Systemen anzutreffen sind<sup>534</sup>, erscheinen rein objektorientierte Datenbanksysteme als noch nicht ausgereift genug. Diese Aussage sollte vor dem Hintergrund betrachtet werden, daß multidimensionale Datenbanksysteme entwickelt wurden, weil selbst relationale Systeme die Performance-Anforderungen multidimensionaler Analysen nicht erfüllen konnten. Inzwischen weisen allerdings auch auf dem relationalen Modell beruhende OLAP-Systeme genügend Performance auf, da die Anbieter ihre Produkte,

<sup>532</sup> In Anlehnung an Back-Hock/Zäh 1992, S. 72.

<sup>533</sup> Blummer 1997, S. 294.

<sup>534</sup> Zu den Anforderungen in der Praxis siehe z.B. Bastian, R. 1997, S. 30 f.

um spezielle multidimensionale Funktionalitäten, wie z.B. Unterstützung von Redundanz im Star Schema oder Indizierungstechniken, erweitert haben.

Um auf dem Modellrahmen basierende Anwendungen performant abbilden zu können, kommen objektrelationale Datenbanksysteme als Alternative zu rein objektorientierten Datenbanksystemen in Frage. Objektrelationale Datenbanksysteme sind in der Regel Weiterentwicklungen relationaler Datenbanksysteme, indem diese entweder um echt objektorientierte Module ergänzt oder aber objektorientierte Konstrukte auf relationale Strukturen abgebildet werden (sogenanntes Wrapping). Umgekehrt werden aber auch objektorientierte Datenbanksysteme um relationale Eigenschaften ergänzt, wie z.B. zur Abfrage mittels SQL. Schwerpunkte für den Einsatz von objektrelationalen Systemen liegen in der Behandlung multimedialer Daten, der Integration von Intranet-/Internet-Anwendungen in die betriebliche Informationsystemlandschaft sowie in der Realisierung von Data-Warehouse-Systemen<sup>535</sup>.

Die Abbildung von objektorientierten Konstrukten in relationale Strukturen ist anspruchsvoller, als die Abbildung von statischen Konstrukten des ERM für die relationale Tupel genügen. Objektrelationale Systeme müssen in der Lage sein, komplexe Objekte abzubilden, die aus weiteren Objekten bestehen und die neben Attributen auch Methoden für die Datenmanipulation besitzen. Aus relationaler Sicht bedeutet dies, daß die Definition von beliebigen neuen Datentypen möglich sein muß, die mit beliebigen Methoden verknüpft sind. Diese Methoden werden in objektrelationalen Systemen auch als Data Blades oder Data Cartridges bezeichnet. Komplexe Objekte verfügen über systemweit eindeutige Objektidentifikatoren. Mit Hilfe dieser Identifikatoren wird in objektrelationalen Systemen von Relationen mit übergeordneten Objekttypen auf Relationen mit untergeordneten Objekttypen verwiesen.

Die Auswirkungen dieser Überlegungen auf die Realisierung des in den vorherigen Abschnitten vorgestellten Modellrahmen lauten folgendermaßen:

(1) *Objektorientierte Realisierung*

Werden Anwendungen mit dem Modellrahmen voll objektorientiert verwirklicht, so ergibt sich keine Diskrepanz zwischen semantischem und logischem Modell. Alle Konstrukte können durchgängig benutzt werden. Aus praktischen Erwägungen heraus scheint dieser Weg allerdings erst mit der Weiterentwicklung entsprechender objektorientierter Datenbanksysteme sinnvoll zu sein.

(2) *Objektrelationale Realisierung*

Wird ein objektrelationaler Ansatz gewählt, so müssen die objektorientierten Konstrukte relational geeignet abgebildet werden. Bei der Abbildung muß dafür Sorge getragen werden, daß die Objekte nicht durch Normalisierung über mehrere Tabellen „verstreut“ werden<sup>536</sup>, sondern als Einheit bestehen bleiben. Wie auch von

---

<sup>535</sup> Herzog et al. 1997, S. 13.

<sup>536</sup> Behme 1993, S. 229.

STONEBRAKER/MOORE vorgeschlagen wurde<sup>537</sup>, wird für die Abbildung des multidimensionalen Analysebaus in der zentralen Modellklasse *Betriebswirtschaftliche Analysematrix* eine Feldstruktur als zentraler Datentyp gewählt. Diese Feldstruktur kann in Verbindung mit den Kennzahlen relational z.B. als Star oder Snowflake Schema abgebildet werden, wie im folgenden Kapitel dargestellt wird. Die Abbildungsregeln für die Überführung könnten in einem Modellierungswerkzeug hinterlegt werden, das daraus automatisch die relationalen Konstrukte z.B. in Form einer Datenmanipulationssprache erzeugt. Methoden, mit denen Kennzahlen und Dimensionen manipuliert werden sollen, wie z.B. *aktiviere Kennzahl* oder Ableitungsregeln, lassen sich als Datenbankprozeduren realisieren, die auf physischer Ebene zusammen mit den Daten im Datenbankserver gespeichert werden<sup>538</sup>.

### (3) *MOLAP-Realisierung*

Die dritte Möglichkeit besteht darin, den Modellrahmen nur rein zur semantischen Beschreibung der Datenbasis zu benutzen und zur Umsetzung ein multidimensionales Datenbanksystem zu wählen. Diese Vorgehensweise verzichtet auf den Vorteil der Durchgängigkeit des objektorientierten Ansatzes. Dennoch kann dieser Weg gewählt werden, wenn sich die objektorientierten Klassen gut auf die multidimensionalen Konstrukte des zugrundeliegenden Datenbanksystems abbilden lassen.

Aus rein theoretischer Sicht ist eine rein objektorientierte Realisierung wünschenswert. Aus Praxissicht kann allerdings festgestellt werden, daß Data-Warehouse-Implementierungen fast ausschließlich mit den bewährten relationalen Datenbanksystemen vorgenommen werden, wie sie z.B. von Oracle oder Informix angeboten werden. Vorgeschlagen wird an dieser Stelle für die Modellierung von Data-Warehouse-Systemen daher die Benutzung einer objektrelationalen Vorgehensweise (Vorgehensweise 2), die die Vorteile von objektorientierten und relationalen Ansätzen verbindet. Im folgenden Kapitel wird daher die relationale Modellierung von multidimensionalen Systemen behandelt und auf die Aspekte einer objektrelationalen Abbildung hingewiesen. Für Data Marts, die durch MOLAP realisiert werden, ist hingegen nur die dritte Möglichkeit relevant, so daß der Modellrahmen nur für die rein semantischen Beschreibung benutzt wird. Die zwei Praxisbeispiele in den Abschnitten 7.2 und 7.3 wurden auf diese Weise modelliert.

---

<sup>537</sup> Stonebraker/Moore 1996, S. 67.

<sup>538</sup> Maro Saracco 1998, S. 27, zur Speicherung von Programmcode im Datenbankserver siehe auch Abschnitt 6.6.



## 6 Logische Modellierung

### 6.1 Modellierung von MOLAP- oder ROLAP-Lösungen

Wie aus den vorherigen Ausführungen deutlich wurde, spielt die logische Modellierung für MOLAP-Lösungen nur eine untergeordnete Rolle, da es in multidimensionalen Datenbanksystemen möglich ist, semantische Elemente direkt im Datenbanksystem abzubilden. Ein physikalischer Aspekt, der auf logischer Ebene berücksichtigt werden muß, soll hier dennoch genannt werden, da er Einfluß auf die Performance des späteren Systems hat: Spezielle Ausprägungen von MOLAP sind das Single- und das Multicube-Prinzip. Das Singlecube-Prinzip bildet möglichst alle Fragestellungen in einem einzelnen physikalischem Würfel ab<sup>539</sup>. Dadurch werden oftmals viele Bereiche des Würfels nur dünn besetzt sein, da im Allgemeinen nicht alle Kennzahlen gleichdimensioniert sind, was zu Speicherplatzverschwendung führen kann. Der Vorteil dieses Prinzips liegt in der einfachen Handhabbarkeit des Würfels.

Der Multicube-Ansatz ähnelt dem Prinzip der Partitionierung der Datenbasis von Data Warehouses. Gerade hinsichtlich des Problems von dünnbesiedelten Matrizen bietet sich eine Partitionierung von OLAP-Würfeln entscheidungsorientiert nach bestimmten Klassen von Fragestellungen an, die in mehreren Unterwürfeln (Subcubes) abgebildet werden. Jeder Unterwürfel ist dicht besetzt und besitzt nur die Dimensionen, die die jeweiligen Kennzahlen erfordern<sup>540</sup>. Die Kommunikation zwischen den Unterwürfeln sollte durch das Datenbanksystem automatisch abgewickelt werden, so daß nach außen hin nur ein Würfel sichtbar ist, der Datenaustausch aber unsichtbar zwischen den Würfeln vom System durchgeführt wird. In der Modellierungsphase kann auf der logischen Ebene durch die Zusammenfassung von semantischen Konstrukten zu Single- oder Multicubes direkter Einfluß auf die Analyseperformance bestimmter Fragestellungen genommen werden.

Sehr intensiv wird die logische Modellierung bei der Abbildung von multidimensionalen Konstrukten in das relationale Modell diskutiert (ROLAP). Die Ursache kann darin gesehen werden, daß relationale Datenbankumgebungen sehr verbreitet sind, sie aber ursprünglich nicht für die mehrdimensionale Datenanalyse hinsichtlich verschiedener Perspektiven und Detaillierungsgrade konzipiert wurden und für diese daher auch nur bedingt geeignet sind. Relationale Systeme speichern Daten zeilenweise in Tupelform als Tabellen. Dies entspricht logisch einer eindimensionalen Sichtweise. Relationale Standardoperatoren greifen zeilenweise auf die Tabelleneinträge zu. Daher unterstützen konventionelle relationale Abfragewerkzeuge die Navigation durch multidimensionale Strukturen nur im geringen Umfang, und es kann bei Analysen von normali-

---

<sup>539</sup> Pendse 1997a, o. S.

<sup>540</sup> Pendse 1997a, o. S.

siert strukturierten Daten zu langen Antwortzeiten kommen, die für den Anwender ein starkes Hindernis bilden<sup>541</sup>.

Um den Nachteilen entgegenzuwirken und die Forderung nach einer echten „On-Line“-Analyse zu erfüllen, wurden Werkzeuge geschaffen, die relationale Systeme, um multidimensionale Funktionalität erweitern. Diese Systeme bilden multidimensionale Funktionen auf relationale Standardoperatoren ab und strukturieren die Daten in denormalisierter Form. Hierfür wurden spezielle Techniken entwickelt, die die Umsetzung ohne hohe Performanceeinbußen ermöglichen sollen. Sichergestellt wird dies durch die Benutzung von bestimmten Strukturen (z.B. Star Schema), Indizierungsverfahren für optimale Zugriffspfade (z.B. Bit Indexing) und der Zwischenspeicherung von Aggregaten<sup>542</sup>. Die logische multidimensionale Modellierung auf Basis von relationalen Strukturen wird von KIMBALL auch als Dimensional Model (DM) bezeichnet<sup>543</sup>. In den folgenden drei Abschnitten werden die wichtigsten Ansätze, wie Star, Snowflake und Fact Constellation Schema für die Modellierung logischer relationaler Datenstrukturen vorgestellt<sup>544</sup>.

## 6.2 Star Schema

Im Star Schema werden die Daten in einer Fakten- und mehreren Dimensionstabellen organisiert, die sternförmig angeordnet sind<sup>545</sup>. Kennzahlen werden in der Faktentabelle, Daten über Entscheidungsobjekte in den Dimensionstabellen abgelegt, verbunden sind die Tabellen über gemeinsame Schlüsselattribute (siehe Abb. 74, Tab. 15 und Tab. 16). Jedes Attribut des primären Gesamtschlüssels der Faktentabelle ist gleichzeitig der Fremdschlüssel einer Dimensionstabelle. Die Besonderheit gegenüber der konventionellen Datenhaltung ist darin zu sehen, daß die Daten in den Dimensionstabellen denormalisiert vorliegen. In Abb. 74 umfaßt die Tabelle *Artikel* daher die drei Dimensionsebenen *Artikel*, *Artikelgruppe* und *Marke*. Diese Ebenen würden normalisiert in drei unterschiedlichen Tabellen organisiert werden. Hier allerdings nimmt man Datenredundanz bewußt in Kauf und faßt die verschiedenen Ebenen einer Dimension in einer Tabelle zusammen.

Zusätzlich zu den Daten über Entscheidungsobjekte werden in den Dimensionstabellen auch Einträge für vorverdichtete Werte hinterlegt. Durch Einführung eines Ebenenattributs kann man zwischen verdichteten – meist aggregierten – Werten der verschiedenen Hierarchiestufen unterscheiden (siehe Tabelle Tab. 14 und Tab. 16)<sup>546</sup>. Der untersten Ebene wird dabei der mathematische Wert 0 zugewiesen. Für höhere Ebenen müssen die beschreibenden Einträge der untergeordneten Werte auf nicht vorhanden

<sup>541</sup> Chamoni/Zeschau 1996, S. 70.

<sup>542</sup> Lehner 1998, S. 80 ff.

<sup>543</sup> Kimball 1997, o. S.

<sup>544</sup> Nicht berücksichtigt wird die Abbildung relationaler Operatoren.

<sup>545</sup> Peterson 1994, o.S.

<sup>546</sup> Hahne 1998, S. 112 f.



(informationstechnisch NULL) gesetzt werden, da diese nicht existieren. Einträge für höhere Ebenen brauchen nur für die Kennzahlen angelegt zu werden, die auch tatsächlich vorverdichtet werden. Sollen selten benötigte Kombinationen erst zum Abrufzeitpunkt berechnet werden, so werden für diese Kombinationen keine Einträge angelegt, und das System erkennt damit, daß die Werte erst noch berechnet werden müssen.

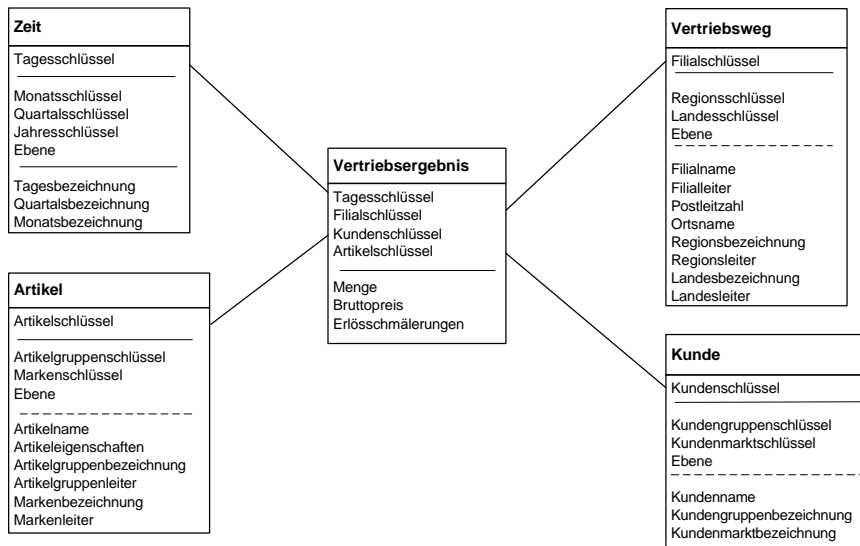


Abb. 74 Star Schema<sup>547</sup>

Mit dem Beispiel in Abb. 74 kann die schon bekannte Fragestellung „Wie hoch war der Bruttoumsatz vom Artikel Standardo im ersten Quartal 1997 in der Region Süd?“ aus dem Marketing- bzw. Vertriebscontrolling beantwortet werden. Die Abfrage würde in Form eines Star Join<sup>548</sup> über die Tabellen *Vertriebsergebnis*, *Zeit*, *Vertriebsweg* und *Artikel* (4 Tabellen) durchgeführt werden, wobei *Vertriebsergebnis* die zentrale Stellung einnimmt und die verbindenden Schlüsselattribute enthält. Somit kann der Join durch vier Operationen realisiert werden. Wäre die Tabelle *Artikel* normalisiert, so müßte die Join-Operation tiefer verzweigen, was zu längeren Laufzeiten führen würde.

<sup>547</sup> In Anlehnung an Informix 1997, S. 6.

<sup>548</sup> Ein Star Join ist die multidimensionale Ausprägung des normalen relationalen Join-Operators.

Artikel	Kunde	Vertriebsweg	Zeit
Marke	Kundenmarkt	Region	Jahr
Artikelgruppe	Kundengruppe	Land	Quartal
Artikel	Kunde	Filiale	Monat
			Tag

Tab. 14 Hierarchien der Dimensionesebenen

Schlüsselspalten, die die Faktentabellen mit den Dimensionstabellen verknüpfen				Numerische Maße	
Zeitschlüssel	Filialsschl.	Kundenschl.	Artikelschl.	Menge	Bruttopreis
35533	13	3606	35	50	500
35533	13	3606	38	120	3600
35534	13	3606	17	31	310
35534	6	8121	17	80	800
35534	6	8121	20	96	480

Tab. 15 Einträge einer Faktentabelle

Artikel-schl.	Artikel-name	Artikel-grpschl.	Artikel-grpbez.	Artikelgr-pleiter	Marken-schlüssel	Marken-bez.	Marken-leiter	Ebene
17	Elegance	10	Besteck	Schmidt	8	MMF	Müller	0
20	Standar-do	10	Besteck	Schmidt	8	MMF	Müller	0
35	Modern	10	Besteck	Schmidt	8	MMF	Müller	0
37	Natura	20	Geschirr	Klein	8	MMF	Müller	0
65	NULL	20	Geschirr	Klein	8	MMF	Müller	1
54	NULL	10	Besteck	Schmidt	8	MMF	Müller	1
85	NULL	NULL	NULL	NULL	8	MMF	Müller	2
.... Einträge von weiteren Artikeln, Artikelgruppen, Marken ....								
42	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	3

Tab. 16 Einträge einer Dimensionstabelle

Grundsätzlich geht man bei der Anwendung des Star Schema davon aus, daß die zentrale Faktentabelle anteilmäßig viel Speicherplatz benötigt, und die Tabelle dicht besiedelt ist. Demgegenüber besitzen die Dimensionstabellen einen geringeren Um-

fang<sup>549</sup>. Sind diese Annahmen zutreffend, so liegt der Vorteil des Star Schema gegenüber einem normalisierten Datenmodell hauptsächlich in der hohen Zugriffsgeschwindigkeit, die aus der Reduzierung der Tabellenverknüpfungen bei Abfragen resultiert. Weitere Vorteile sind<sup>550</sup>:

- Multidimensionale Datenstrukturen und besonders hierarchische Strukturen innerhalb der Dimensionen lassen sich sehr einfach beschreiben.
- Durch die vereinfachte Sicht auf das Datenmodell werden fehlerhafte Benutzeranfragen reduziert.
- Das Star Schema läßt sich gut in bestehende relational aufgebaute Controllinginformationssysteme integrieren und kann wiederum Grundlage für Erweiterungen sein.

Die objektrelationale Abbildung des in Abschnitt 5.6 vorgestellten Modellrahmens in ein Star Schema ist möglich, wobei die Tabellen des Star Schema (wie sie in Abb. 74 gezeigt werden) um Elemente für die Verwaltung der objektorientierten Konstrukte erweitert werden müssen. Dies ist die Aufgabe des objektrelationalen Datenbanksystems. Die Kennzahlenklasse kann als zentrale Faktenrelation und die Dimensions- und Dimensionselementklassen als Dimensionstabellen abgebildet werden. Die Verknüpfung zwischen den Tabellen geschieht über systemweit eindeutige Object Identifier. Die Klasse *Betriebswirtschaftliche Analysematrix* muß als Zugriffslogik programmiersprachlich in Form von Prozeduren realisiert werden. Ebenso müssen auch alle Methoden von Kennzahlen- und Dimensionselementklassen prozedural im Datenbanksystem hinterlegt werden. Diese Überlegungen gelten auch für die im Folgenden vorgestellten Snowflake und Star Schemas.

### 6.3 Snowflake Schema

Das Snowflake Schema stellt eine Erweiterung des Star Schema dar, bei dem die Dimensionen stärker oder ganz normalisiert werden. Die Anordnung der Tabellen wird mit einer Schneeflocke verglichen, da die Struktur ähnlich wie bei der Flocke sehr komplex werden kann. Die Anwendung des Snowflake Schema ist dann geboten, wenn die Dimensionsebenen sehr ungleichmäßig besetzt sind. Ein Versandhaus, das sehr viele Artikel (oberste Dimensionsebene stark besetzt), aber demgegenüber nur wenige Artikelgruppen und Marken (untere Dimensionsebenen schwach besetzt) im Angebot hat, hat dadurch sehr viele redundante Daten in seiner Artikeltable (siehe Abb. 74). Beim Star Schema würde jeder Artikelstammsatz die Namen des Markenverantwortlichen und des Artikelgruppenverantwortlichen beinhalten. Im Snowflake Schema hingegen sind Marken- und Artikelgruppendaten in separaten Tabellen gespeichert. Durch die Normalisierung wird Redundanz vermieden und die Zugriffsgeschwindigkeit für Abfragen gesteigert. Abb. 75 zeigt das gleiche Vertriebsbeispiel wie beim Star Schema mit vollständig normalisierten Dimensionstabellen.

---

<sup>549</sup> Inmon 1996, S. 140.

<sup>550</sup> Informix 1997, S. 7.

Die Nachteile des Snowflake Schema liegen in der Komplexität der Datenstrukturen<sup>551</sup>, die man ja gerade durch die Denormalisierung verringern wollte. Daher ist es nicht immer sinnvoll, alle Dimensionen zu normalisieren. Der Datenbankdesigner sollte dies für jede Dimension einzeln abwägen und evtl. bloß ein teilweises Snowflake Schema erstellen.

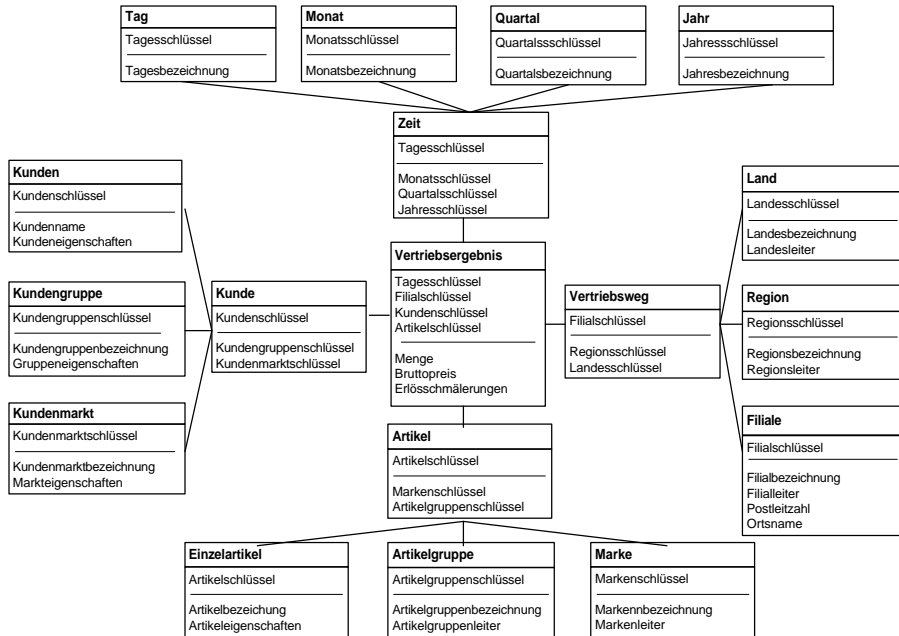


Abb. 75 Snowflake Schema<sup>552</sup>

## 6.4 Fact Constellation Schema

Das Fact Constellation Schema stellt eine weitere Variation des Star Schema dar.<sup>553</sup> Das Antwortzeitverhalten soll dadurch verbessert werden, daß Kennzahlen der Faktentabelle für häufig benötigte Anfragen nach Dimensionsebenen vorverdichtet werden. Die Hierarchie der Dimension *Artikel* lautet „Artikel → Artikelgruppe → Marke“ (siehe Tab. 14). Würde man feststellen, daß sich Abfragen statistisch gesehen häufig auf die Ebenen *Artikelgruppe* und *Marke* beziehen würden, so wäre es sinnvoll, diese Ebenen in zwei neuen Faktentabellen vorzuaggregieren (siehe Abb. 76). Konkret be-

<sup>551</sup> Informix 1997, S. 15.

<sup>552</sup> In Anlehnung an Informix 1997, S. 15.

<sup>553</sup> Raden 1996, S. 10.

deutet dies z.B. für die Faktentabelle *Artikelgruppen*, daß *Menge*, *Bruttopreis* und *Erlösschmälerungen* nach *Artikelgruppen*-, *Zeit*-, *Vertriebsweg*- und *Filialschlüssel* aufsummiert werden. Bei einer Anfrage auf *Artikelgruppenebene* bräuchten nicht mehr alle Datensätze der Tabelle *Artikel* durchsucht und die betreffenden Kennzahlen aufsummiert zu werden, sondern die Daten wären in der Tabelle *Artikelgruppen* vorselektiert.

Im Praxisbetrieb muß die laufende Aktualisierung der vorverdichteten Faktentabellen sichergestellt werden. Jeder neue Datensatz, der in die OLAP-Datenbank eingefügt wird, muß beachtet werden, ebenso das Löschen von überholten Datensätzen. Da OLAP- und Data-Warehouse-Datenbanken meist nur in bestimmten Intervallen aktualisiert werden, kann dieses Problem bei der Konfiguration des Kopier- und Transformationsmechanismus für den Datenimport berücksichtigt werden. Werden aktuelle Daten in das System eingespielt, so muß direkt im Anschluß an die Datenübernahme ein Mechanismus angestoßen werden, der die vorverdichteten Tabellen aktualisiert.

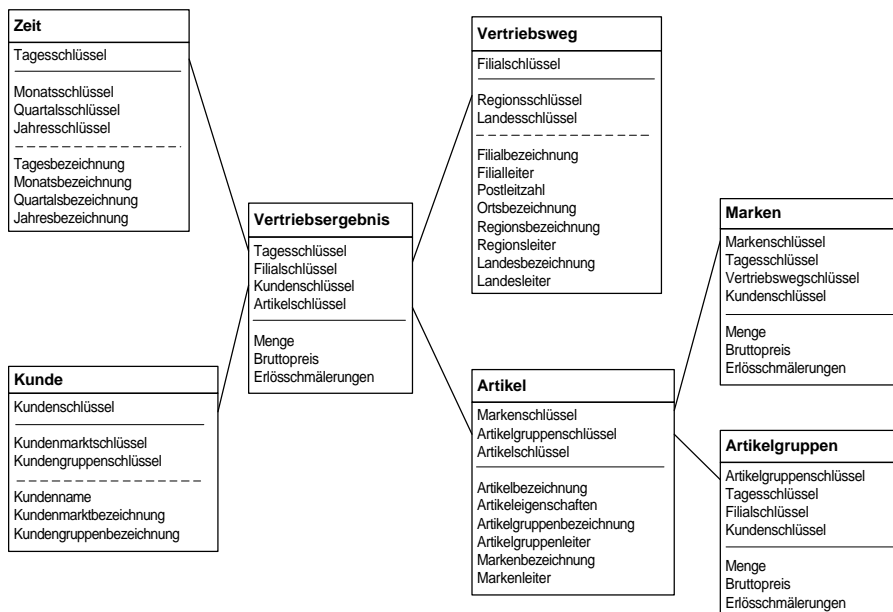


Abb. 76 Fact Constellation Schema

Voraussetzung für die Anwendung des Fact Constellation Schema in der bisher vorgestellten Form ist, daß die Dimensionen eine niedrige Kardinalität besitzen<sup>554</sup>. Ansonsten kann die Aggregation genau das Gegenteil, nämlich längere Zugriffszeiten bewir-

<sup>554</sup> Raden 1996, S. 12.

ken. Um Dimensionen von hoher Kardinalität mit vorverdichteten Kennzahlen abzubilden, kann man eine Kombination von Fact-Constellation- und Snowflake Schema benutzen<sup>555</sup>. Im Snowflake Schema aus Abb. 75 könnte man für die normalisierten Dimensionsebenen *Artikelgruppe* und *Marke* der Dimension *Artikel* jeweils eine weitere Untertabelle mit den vorverdichteten Werten, wie in Abb. 76 anlegen.

## 6.5 Modellierung von Veränderungen

### 6.5.1 Flexibilität gegenüber Veränderungen

Ein Problem, das die Modellierung von Informationssystemen allgemein berührt, aber sich gerade bei entscheidungsorientierten Strukturen verschärft, ist die Veränderung von Kennzahlen und Dimensionen im Zeitablauf. Die Modellierung von temporalen Veränderungen kann auf der semantischen Modellierungsebene in Form von Versionsdimensionen oder -attributen (Gültigkeitskombinationen) berücksichtigt werden. Viel intensiver muß dieser Aspekt allerdings auf der logischen Ebene behandelt werden, da die Modellierung von Veränderungen sehr komplex werden kann. Dies resultiert daher, daß auf der Implementierungsebene nur von den wenigsten Datenbanksystemen vordefinierte Konstrukte zur Versionierung angeboten werden. Die Auswirkungen von Veränderungen können unterschiedliche Folgen haben. Im einfachsten Fall können Veränderungen nur Sichten auf Daten betreffen, die neu gestaltet werden. Sind einzelne Instanzen im physischen Datenbanksystem betroffen, so lassen sich diese unter Umständen problemlos anpassen. Bei weitreichenden Veränderungen kann allerdings die Modifikation des physischen Datenmodells erforderlich werden, was zu einem völligen Neuaufbau der Datenbasis führen kann, wobei alle abgeleiteten Elemente neu berechnet werden müssen. Das Ziel auf logischer Ebene muß daher eine vorausschauende Modellierung sein, die möglichst viele Veränderungen zuläßt, ohne daß das physikalische Schema angepaßt werden muß. Eine Forderung, die gerade in Data-Warehouse- und OLAP-Systemen sinnvoll ist, lautet, daß Veränderungen nur in Form von Hinzufügen, Aktivierung oder Deaktivierung von Elementen berücksichtigt werden sollten. Das Löschen von Elementen sollte gar nicht oder nur in bestimmten Fällen, wie z.B. der Archivierung alter Datenbestände, möglich sein.

In Veröffentlichungen zur Modellierung von denormalisierten multidimensionalen Systemen wurden temporale Aspekte bisher nur unzureichend betrachtet. Demgegenüber gibt es im Bereich der normalisierten Datenmodelle eine Vielzahl von Forschungsarbeiten<sup>556</sup>. KIMBALL hat das Problem unter dem Begriff „Slowly Changing Dimensions“ in Data-Warehouse-Systemen als einer der ersten aufgegriffen und gibt Modellierungsbeispiele aus seiner Praxiserfahrung<sup>557</sup>. Ein weiterer – praktisch allerdings noch nicht erprobter Ansatz – stammt von CHAMONI/STOCK<sup>558</sup>. Da die Abbil-

<sup>555</sup> Raden 1996, S. 13.

<sup>556</sup> Siehe z.B. die zahlreichen Literaturhinweise in Knolmayer/Myrach 1996, S. 65 ff.

<sup>557</sup> Kimball 1996a, S. 100 ff; Kimball 1996b, o.S.

<sup>558</sup> Chamoni/Stock 1998a, S. 93 ff; Chamoni/Stock 1998b, S. 513 ff.

dung von temporalen Veränderungen ein Erfolgsfaktor für multidimensionale Informationssysteme darstellt, soll das Thema in diesem Abschnitt vertiefend untersucht werden.

In operativen Systemen sind Stammdaten kontinuierlich Änderungen unterworfen. Wird die Produktion eines Artikels eingestellt, so wird der entsprechende Stammdatensatz in der Regel mit einem Vermerk versehen und nach Abwicklung des letzten Bearbeitungsvorgangs logisch auf den Status gelöscht gesetzt. Nach einem definierten Zeitraum oder zu einem speziellen Bereinigungszeitpunkt wird der Datensatz mit all seinen Verknüpfungen dann tatsächlich physikalisch aus dem System gelöscht. Dies ist in Controllinginformationssystemen in dieser Form nicht möglich, da es hier wichtig ist, Änderungen im Zeitablauf nachvollziehen zu können. Würde man z.B. einen Artikel löschen, der seit zwei Jahren nicht mehr produziert wird, würde aber trotzdem das operative Ergebnis des entsprechenden Jahres im System halten, so würde ein Herunterbrechen auf die Artekelebene zu einer Inkonsistenz führen. Eine mögliche Lösung ist, daß alle Artikel im Controllinginformationssystem gespeichert bleiben und mit einem Gültigkeitsstempel versehen werden. Sie werden erst dann gelöscht, wenn tatsächlich alle Daten des entsprechenden Jahres oder der entsprechenden Hierarchieebene aus dem System entfernt werden. Das sollte im Normalfall allerdings erst nach Jahren geschehen.

Komplizierter als das Hinzufügen neuer oder das Entfernen alter Objekte ist die Änderung von Objekten. Beispielsweise könnte die Füllmenge einer Getränkeflasche von 1 Liter auf 1,5 Liter erhöht werden<sup>559</sup>. Im operativen System wird wahrscheinlich nur das Attribut für die Flaschengröße verändert. Falls die Artikelnummer im Data Warehouse als Dimensionsschlüssel verwendet wird, würden jetzt zwei unterschiedliche Dimensionsausprägungen mit einem identischen Schlüssel existieren<sup>560</sup>. Wird allerdings eine neue Artikelnummer für 1,5 Literflaschen erzeugt, ist es möglich, daß gleichzeitig die alten Flaschen und die neuen Flaschen verkauft werden. Bei einer Analyse der verkauften Menge je Produkt werden die beiden Flaschen wie unterschiedliche Produkte behandelt, obwohl nur die Füllmenge variiert. Neben der Artikeldimension treten Objektänderungen oft bei geographischen und demografischen Dimensionen (z.B. Kunden oder Einwohner) auf<sup>561</sup>.

Problematisch sind auch Strukturveränderungen. Sie betreffen nicht nur die Instanzen einer Datenbank, sondern führen zu einer Schemaveränderung. Als Beispiel sei an die Artikelhierarchie aus Abb. 22 erinnert, die in Abb. 77 erweitert wird: Das Unternehmen hatte für das Jahr 1999 den Absatz des Modells *Standardo* geplant, das zum Planungszeitpunkt noch zu Artikelgruppe *Metall* gehörte. Nach Ablauf von 1998 erfolgt eine Ist-Datenübernahme in die Datenbank, wobei der Artikel mit dem Jahreswechsel der Artikelgruppe *Holz* zugeordnet wird. Die Artikelhierarchie wird entsprechend mo-

---

<sup>559</sup> Zu Attributänderungen siehe auch Thomsen 1997, S. 81.

<sup>560</sup> Kimball 1996b, o.S.

<sup>561</sup> Kimball 1996a, S. 100 ff.

difiziert. Diese Änderung kann sich allerdings auf die Vorjahre auswirken, was sachlich gesehen verkehrt ist und zu falschen Ergebnissen führen würde. Als mögliche Lösung kann jede Hierarchiezuordnung mit einem Zeitstempel versehen werden, so daß man in der Lage ist, zwischen alter und neuer Struktur zu unterscheiden. Diese Unterscheidung ist aus Gründen der Vergleichbarkeit notwendig. Durch sie werden Analysen der vergangenen Daten mit aktuellen Strukturen (was wäre, wenn *Standardo* schon 1998 zu *Metall* gehört hätte?) und Analysen der aktuellen Daten mit vergangenen Strukturen (was wäre, wenn *Standardo* noch immer zu *Holz* gehören würde?) ermöglicht. Im Mai des Jahres 1999 soll der Artikel *Nuevo* eingeführt werden. Da in einem multidimensionalen System prinzipiell immer alle Dimensionskombinationen auftreten können, muß deutlich werden, daß die Werte des Artikels vorher nicht Null waren, sondern gar nicht existiert haben<sup>562</sup>.

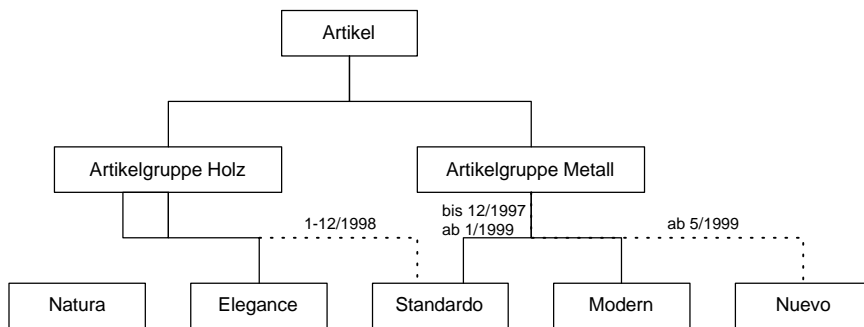


Abb. 77 Strukturelle Veränderungen in der Artikelhierarchie

Ein Problem, das eigentlich durch unternehmensweite Begriffs- und Methodenstandards vermieden werden sollte, ist die Änderung von Ableitungsregeln für Kennzahlen. Aus vom Autor betreuten Praxisprojekten wurde mehrmals deutlich, daß dieses Problem in der Praxis durchaus relevant ist. Bei einem Reiseveranstalter fiel z.B. im Rahmen eines Data-Warehouse-Projekts auf, daß die Anzahl der Urlauber in den Berichten der Zentrale und der Tochtergesellschaften vor Ort voneinander abwichen. Dies wurde darauf zurückgeführt, daß Reisende, die am Urlaubsort weitere Angebote buchten, wie z.B. Theaterbesuche, Safaris oder Besichtigungstouren mit jeder Buchung bei der Vor-Ort-Gesellschaft neu hinzuaddiert wurden, wohingegen in der Zentrale nur die tatsächliche Anzahl der Reisenden gezählt wurde. Die Bereinigung solcher Inkonsistenzen schafft natürlich ab einem Stichtag Klarheit, dennoch ist es nicht immer möglich, historische Daten noch im Nachhinein zu bereinigen, da die entspre-

<sup>562</sup> Dies muß im System korrekt abgebildet werden. Selbst eine NULL- oder N/A-Kennzeichnung ist nicht unbedingt eindeutig, da hieraus nicht geschlossen werden kann, ob der Wert tatsächlich nicht existiert, oder nur noch nicht importiert worden ist. Hierauf wird später noch genauer eingegangen.



chenden operativen Daten inzwischen gelöscht wurden oder sich nicht mehr genau zuweisen lassen.

Die Versionierung in einem Data Warehouse muß sich daher unter Umständen auch mit Ableitungsregeln befassen. Trivial ist es, wenn neue Kennzahlen ermittelt und alte nicht mehr benötigt werden. Schwieriger ist die Modellierung von Veränderungen in der Kennzahlengenerierung, wie im erwähnten Beispiel. In einem streng nach dem Grundrechnungsprinzip der Zweckneutralität aufgebauten Data-Warehouse-System braucht die neue Ableitungsregel nur mit neuem Zeitstempel aufgenommen zu werden. Da aber Data-Warehouse- und OLAP-Systeme zu einem gewissen Grad zweckorientiert sind, muß auch der betroffene materialisierte Teil der Datenbasis entsprechend verändert werden. Die aggregierte Anzahl Reisender am Urlaubsort, die nach der alten Definition übernommen wurde, müßte disaggregiert werden, um die Vergleichbarkeit zu aktuellen Kennzahlen herstellen zu können.

Die Zeitdimension wird bei der Abbildung von strukturellen Veränderungen meist als Basis für die Versionierung benutzt. Zeit wird in Informationssystemen als Folge diskreter Zeiteinheiten dargestellt. Die Granularität dieser Folge wird durch die unterste Ebene der Zeitdimension determiniert. Für Controllinginformationssysteme sollte eine intervallbezogene Versionierung der Elemente erfolgen, da man von einer gewissen Kontinuität der Entscheidungsobjekte ausgehen kann. Die im Folgenden vorgestellten Ansätze versionieren auf Basis der atomaren Ebene der Zeitdimension. Man setzt voraus, daß die mit einem Zeitintervall versionierten Strukturen innerhalb dieses Intervalls konstant sind<sup>563</sup>. Ist z.B. Monat die atomare Ebene, so können Strukturveränderungen nur monatsweise abgebildet werden. Änderungen in der Monatsmitte oder mehrere Änderungen pro Monat können daher nicht stimmig berücksichtigt werden<sup>564</sup>. Eine Änderung der Verantwortungsbereiche in einem Unternehmen dürfte dann nur zum Monatswechsel wirksam werden.

Die folgenden Ansätze für die Versionierung besitzen jeweils ihre Stärken bezogen auf einen speziellen Anwendungsaspekt. Für welchen Ansatz man sich entscheidet, hängt vor allem von der Bedeutung der Versionierung unter Analysegesichtspunkten aber auch von der Zugriffsgeschwindigkeit auf versionierte Strukturen ab. Daher gibt es verschiedene Möglichkeiten bei einer objektrelationalen Abbildung der Versionierungsaspekte des in Abschnitt 5.6 vorgestellten Modellrahmens. Im Modellrahmen wird von der Intention her eine vollständige Versionierung aller Änderungen angestrebt. Ist dies unter Realierungsaspekten allerdings nicht sinnvoll, und man benutzt einen der im Folgenden vorgestellten Ansätze zur teilweisen Versionierung, so sollten im Modellrahmen die entsprechenden Methoden nicht mit *deaktiviere* sondern mit *lösche* bezeichnet werden.

---

<sup>563</sup> Knolmayer/Myrach 1996, S. 64.

<sup>564</sup> In diesem Fall weichen Gültigkeitszeit (betriebswirtschaftliche Änderung) und Transaktionszeit (systemtechnische Dokumentation) voneinander ab.

### 6.5.2 Identifikation von sich langsam verändernden Dimensionen

Für die Auswahl einer geeigneten logischen Modellierungsmethode müssen zunächst die betroffenen Dimensionen und deren Elemente bestimmt werden. In der Analysephase sollten folgende Fragen gestellt werden<sup>565</sup>:

- Welche Folgen hat eine Veränderung der Hierarchie/Organisationsstruktur?
- Wie wird bei Veränderungen im operativen Geschäft verfahren?
- Soll eine historische und/oder eine aktuelle Sichtweise auf die Daten bereitgestellt werden?
- Wie lange werden die veränderten Daten mindestens benötigt?
- Wie werden minimale Veränderungen behandelt? Bei welchen Änderungen der Artikeleigenschaft wird im operativen Quellsystem z.B. eine neue Artikelnummer vergeben?
- Wie werden die Anwender über Änderungen informiert?
- Sind diese Veränderungen relevant und müssen deshalb immer gespeichert werden?
- Welche Einträge sind für das Geschäft besonders kritisch und dürfen niemals veraltet sein?

Diese Fragen können nicht allein von der Fachabteilung beantwortet werden. In diesem Zusammenhang müssen deshalb auch Gespräche mit den Verantwortlichen der datenliefernden operativen Systeme geführt werden. Dabei muß geklärt werden, wie die operativen Systeme mit Veränderungen umgehen. Es muß außerdem berücksichtigt werden, daß diese Änderungen nur sporadisch und an nicht vorhersehbaren Zeitpunkten auftreten<sup>566</sup>.

### 6.5.3 Überschreiben

Das Überschreiben von alten durch neue Werte ist die einfachste Möglichkeit, Veränderungen zu behandeln. Ändert sich z.B. die Bonität eines Kunden, so wird die alte Einstufung durch die neue ersetzt, wie dies auch in operativen Systemen geschieht. Eine Zeitreihenanalyse über die Entwicklung der Bonitätseinstufung ist damit nicht möglich. Das Überschreiben von Werten ist sehr einfach zu realisieren, da keine weiteren Änderungen im Programm oder im Datenmodell notwendig sind. Der große Nachteil besteht darin, daß es nicht möglich ist, historische Daten korrekt wiederzugeben. Dies ist ein klarer Widerspruch zu INMONS Forderung der Dauerhaftigkeit<sup>567</sup>. Das Überschreiben von Werten sollte nur dann als Lösung realisiert werden, wenn angenommen werden kann, daß die veränderten Daten nur eine sehr geringe Bedeutung für Analysen besitzen. Das ist z.B. der Fall, wenn immer nur der aktuelle Wert interessant ist, wie die Kundenadresse. So spielt für das Database Marketing normalerweise nur

---

<sup>565</sup> Kimball 1996a, S.175 ff.

<sup>566</sup> McGuff 1996, o.S.

<sup>567</sup> Inmon 1996, S. 33 ff.

die aktuelle Kundenadresse eine Rolle. Zeitliche Analysen dürfen demgegenüber nicht von dem zu überschreibenden Wert abhängig sein. Für eine zeitorientierte Datenhaltung, wie sie für CIS gefordert wird, kommt das Überschreiben von Daten daher nicht in Frage<sup>568</sup>.

### 6.5.4 Vollständige Tupel-Zeitstempelung

Die vollständige Tupel-Zeitstempelung kann eingesetzt werden, wenn ein Überschreiben der alten Werte inakzeptabel ist und beliebig viele Änderungen gespeichert werden sollen. Dabei wird zum Zeitpunkt der Veränderung ein neuer Eintrag (mit einem neuen Schlüssel) für das entsprechende Entscheidungsobjekt in der Dimensionstabelle erstellt. Alle Dimensionsschlüssel bestehen aus zwei Teilen. In der Produktdimension könnten diese die Artikelnummer und eine Versionsnummer sein<sup>569</sup>. Anhand der Versionsnummer können die unterschiedlichen Ausprägungen differenziert werden. Für jede neue Version wird die Versionsnummer inkrementiert. Ab diesem Zeitpunkt erfolgen alle neuen Einträge in der Faktentabelle mit dem neuen Schlüssel. Um eine aufwendige Zerlegung des Schlüssels zu vermeiden, können Artikelnummer und Versionsnummer zusätzlich in eigenen Feldern der Dimension gespeichert werden. Neben den Schlüsseln werden – wie bisher – die Dimensionseinträge gespeichert. Da jede Veränderung eines Eintrages unter einer neuen Versionsnummer gespeichert wird, können zu einem späteren Zeitpunkt alle Änderungen nachvollzogen oder untersucht werden. Auch strukturelle Veränderungen lassen sich auf diese Art versionieren, wenn, wie im Star Schema in Abb. 74, die Hierarchieschlüssel mit in die Versionierung einbezogen werden.

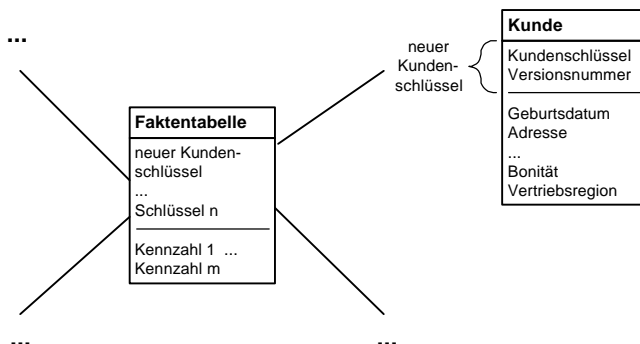


Abb. 78 Vollständige Tupel-Zeitstempelung der Dimensionselemente

Im Gegensatz zur vollständigen Zeitstempelung werden bei den folgenden drei vorgestellten Versionierungstechniken nur die Dimensionseinträge berücksichtigt, die sich

<sup>568</sup> Knolmayer/Myrach 1996, S. 64.

<sup>569</sup> Kimball 1996a, S. 102.

voraussichtlich ändern werden. Da bei der vollständigen Tupel-Zeitstempelung der komplette z.B. zu einem Kunden gehörende Dimensionseintrag gesichert wird (Abb. 78: Geburtsdatum bis Verkaufsregion), reicht es aus, die sich langsam verändernden Dimensionstabellen zu identifizieren. Hier wird allerdings auch Redundanz bezüglich der sich nicht ändernden Attribute in Kauf genommen. Bei den anderen Techniken müssen die von Veränderungen betroffenen Einträge einzeln bestimmt werden. Für die vollständige Tupel-Zeitstempelung ist es allerdings nicht notwendig, das Änderungsdatum zu speichern. Dieses Datum kann jederzeit anhand des Zeitschlüssels der Faktentabelle bestimmt werden. Durch diese Aufteilung wird eine partitionierte Historie erzeugt, so daß am Änderungszeitpunkt die alte Partition endet, und die neue beginnt. Oft treten Veränderungen aber nicht derart abrupt auf, daß sie mit einer Partition bearbeitet werden können. Die Restbestände eines Auslaufproduktes können zeitgleich mit dem Nachfolgemodell verkauft werden. In diesem Fall muß es möglich sein, in einer Periode Produkte mit unterschiedlichen Versionsnummern gleichzeitig zu bearbeiten.

### 6.5.5 Partielle Tupel-Zeitstempelung

In einigen Fällen sind hauptsächlich der aktuelle und ein ehemaliger Wert von Interesse. Zur Abbildung des vorherigen Wertes wird die Dimensionstabelle um historische Felder für die zu versionierenden Einträge ergänzt<sup>570</sup>. Dieser Ansatz kann allerdings nicht gewählt werden, wenn Fakten für die alte und die neue Dimensionsausprägung gleichzeitig vorliegen. Würde z.B. der Inhalt einer Flasche von 1l auf 1,5l erhöht werden, können in den Geschäften zeitgleich die restlichen 1l Flaschen verkauft und neue 1,5l Flaschen angeliefert werden. Ein weiterer Nachteil ist, daß nur der aktuelle und der vorherige Wert gespeichert werden. Alle älteren Einträge gehen verloren. Eine Erweiterung für die Speicherung von drei oder mehr Zwischenwerten würde die Dimensionstabelle stark ausdehnen, was implementierungstechnisch nicht sinnvoll wäre.

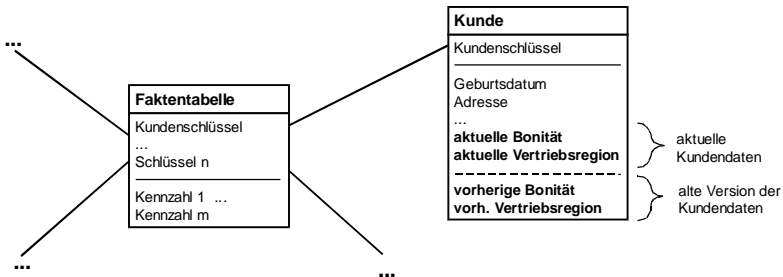


Abb. 79 Versionierung einzelner Attribute

In vielen Fällen reicht es aus, nur zwei Versionsstände zu speichern. In der Kundendimension wird jedem Kunden eine Verkaufsregion zugeordnet. Bei einer Umstrukt-

<sup>570</sup> Kimball 1996a, S. 105.

rierung werden viele Kunden einer neuen Region zugeordnet. Wird die ehemalige Zuordnung gesichert, ist es möglich, diese zur Analyse der Vergangenheit einzusetzen. Weitere Änderungen an der Faktentabelle oder an anderen Einträgen in der Dimension selber sind nicht notwendig. Selbst wenn für alle Dimensionseinträge ein zusätzliches Feld für die alten Werte eingefügt wird, wird nicht mehr Speicher als bei der vollständigen Tupel-Zeitstempelung (bei mindestens zwei Versionen je Kunde) genutzt. In Abb. 79 werden nur Bonität und Vertriebsregion von Kunden versioniert.

Der Hauptnachteil der partiellen Tupel-Zeitstempelung in dieser Form ist, daß lediglich zwei verschiedene Versionen gespeichert werden können. Deshalb ist die partielle Tupel-Zeitstempelung nur für Dimensionen geeignet, die sich selten verändern. In bestimmten Fällen kann es sinnvoll sein, neben dem alten Wert zusätzlich auch das Änderungsdatum zu speichern, um später den Zeitpunkt der Veränderung nachvollziehen zu können.

### 6.5.6 Historientabelle

MCGUFF schlägt vor, für sich langsam verändernde Dimensionen eine neue chronologische Tabelle anzulegen<sup>571</sup>. Dort wird die Teilmenge der Einträge gespeichert, die sich häufig ändern und die für eine Analyse besonders interessant sind. Auf diese Weise kann Speicherplatz gespart werden, weil diese Menge nur einen kleinen Teil der gesamten Einträge betrifft. Um zwischen aktuellen und historischen Daten zu unterscheiden, werden Start- und Enddatum als Gültigkeitszeitraum der versionierten Einträge gespeichert. Die Historientabelle ist damit eine spezielle Ausprägung der Tupel-Zeitstempelung, bei der eine Gruppe von zeitabhängigen Attributen mit einem gemeinsamen Stempel versehen wird<sup>572</sup>. Sobald sich ein Attribut ändert, werden auch die weiteren Attribute der Gruppe mit einem neuen Stempel versehen, selbst wenn sich diese nicht mitändern. In Abb. 80 werden Bonität und Vertriebsregion durch eine Historientabelle versioniert und Veränderungen bleiben dadurch beliebig lange nachvollziehbar.

Der Informationsbedarf eines Unternehmens kann sich im Lauf der Zeit ändern. In schlechtesten Fall wurden in der Vergangenheit unwichtige Informationen gespeichert und heute interessierende Daten bereits überschrieben. Ein Nachteil der Historientabelle ist, daß bei ihrer Abfrage die Performance schlechter wird. Im Gegensatz zu den bisherigen Lösungen wird nur ein Verweis von der Dimensionstabelle auf die Historientabelle gespeichert, so daß für Auswertungen eine zusätzliche Join-Operation notwendig ist. Weiterhin kann der Änderungszeitpunkt nicht anhand der Faktentabelle bestimmt werden. Deshalb ist eine zusätzliche Speicherung des Änderungszeitpunkts notwendig. Ein Vorteil der Historientabelle ist, daß im Gegensatz zu den anderen Versionierungsarten Einträge in einem beliebigen Format (z.B. Aufzählungen, Text, Zahlen) gespeichert werden können.

---

<sup>571</sup> McGuff 1996, o.S.

<sup>572</sup> Schreiber 1993, S.10 f.

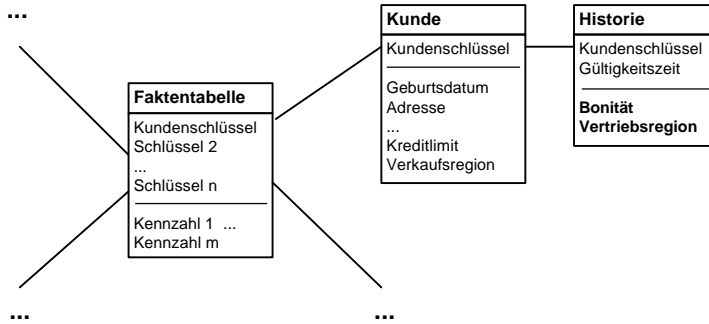


Abb. 80 Historientabelle für sich verändernde Einträge

### 6.5.7 Minidimension

Normalerweise werden im Star Schema zusammengehörnde Attribute in einer gemeinsamen Dimension gespeichert. Aus Speicherplatz- und Performancegründen kann es sinnvoll sein, dieses zu vermeiden und die Dimension aufzuteilen. Dieser Ansatz beruht auf der Annahme, daß bestimmte Kombinationen von Attributausprägungen innerhalb von Dimensionen immer wiederkehren und diese getrennt gespeichert werden können. Im Prinzip handelt es sich um eine Normalisierung zur Vermeidung von zu starker Redundanz. Redundanz kann sich insbesondere bei sehr großen Dimensionstabellen nachteilig auswirken wie z.B. in der Kundendimension eines Versandhauses. Für Marketinganalysen kann es notwendig sein, möglichst viele Daten über jeden Kunden zu speichern, was zu einer großen Anzahl von Einträgen in die Dimensionstabelle führt. Bei mehreren Millionen Kunden wäre der Speicherplatzbedarf für die Kundendimension sehr hoch.

Eine Minidimension wird immer im Zusammenhang mit einer übergeordneten Dimension angelegt. Sie enthält Einträge der übergeordneten Dimension, die nur wenig Ausprägungen besitzen. Bei einer Kundendimension gehören hierzu insbesondere demographische Werte wie z.B. Geschlecht, Familienstand, Kundengruppen aber auch Bonität. Um eine Minidimension zu erstellen, werden alle möglichen Kombinationen der verschiedenen Minidimensionseinträge im Vorhinein erstellt und in der Minidimension gespeichert. Kombinationen, die theoretisch unmöglich sind oder nicht erwartet werden, können aber auch weggelassen werden. Tritt dennoch eine nicht berücksichtigte Kombination zur Laufzeit auf, so kann diese dynamisch generiert werden. Zur weiteren Optimierung können Werte (z.B. Alter), die normalerweise nominal gemessen werden, kategorisch zusammengefaßt werden (Gruppe der 20-25-jährigen). Der Einsatz einer Minidimension ist ab fünf bis sechs Einträgen sinnvoll. In der übergeordneten Dimension werden alle Einträge gespeichert, die als konstant angesehen werden bzw. bei Änderung überschrieben werden können. KIMBALL geht davon aus, daß oft gerade die für eine Minidimension in Frage kommenden Einträge diejenigen sind, die

auch versioniert werden sollen<sup>573</sup>. In Abb. 81 werden alle Kombinationen der Einträge von Bonität und Vertriebsregion durch eine Minidimension versioniert.

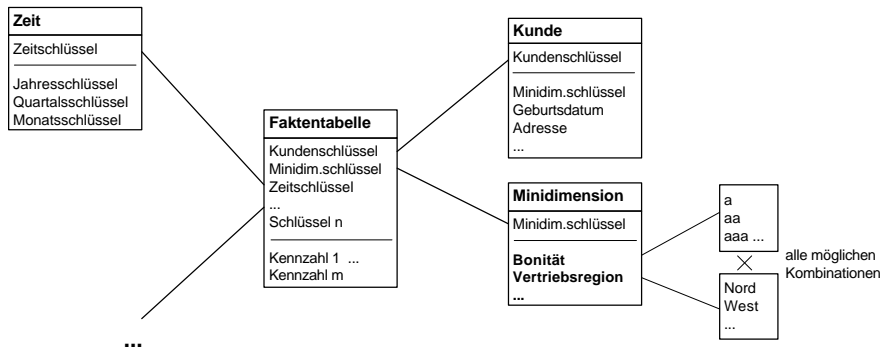


Abb. 81 Minidimension

Zur Realisierung einer Minidimension wird in der Faktentabelle neben dem übergeordneten Dimensions- auch zusätzlich der Minidimensionsschlüssel gespeichert. Um einen schnelleren Zugriff von der übergeordneten Dimension auf die Minidimension zu ermöglichen, kann der Minidimensionsschlüssel zusätzlich in der Dimensionstabelle abgelegt werden. Die Versionierung von Minidimensionen gestaltet sich äußerst einfach, da mit jeder Änderung eines zur Minidimension gehörenden Eintrages der Minidimensionsschlüssel in der Faktentabelle und gegebenenfalls auch in der Dimensionstabelle überschrieben wird. Die Kombination des Zeitschlüssels mit dem entsprechenden Dimensionsschlüssel ergibt die Historie der versionierten Minidimension. Die Einschränkung hierbei ist, daß die Zeitdimension das kleinstmögliche Versionierungsintervall vorgibt. Ist Monat die höchste Detaillierung der Zeitdimension, so wird eine Änderung des Minidimensionsschlüssel nur einmal im Monat versioniert.

Der Einsatz von Minidimensionen kann das Problem von sich langsam verändernden Dimensionen nicht vollständig beseitigen, da nur Einträge mit einer begrenzten Anzahl von Möglichkeiten gespeichert werden können. Verändern sich Namen oder textuelle Beschreibungen, können Minidimensionen meist nicht eingesetzt werden. Trotzdem sind Minidimensionen ein guter Weg, Veränderungen in sehr großem Umfang abzubilden. Ein weiterer Vorteil der Minidimensionen ist die Möglichkeit, sehr einfach nach bestimmten Kombinationen der demographischen Elemente zu suchen. Eine Abfrage innerhalb der Faktentabelle ist leichter zu realisieren als eine Join-Operation zwischen einer Faktentabelle und der entsprechenden Dimension.

<sup>573</sup> Kimball 1996a, S. 105.

### 6.5.8 Schlagartige Veränderung

Gegenüber sich langsam verändernden Dimensionen können auch schlagartige Veränderungen der gesamten Dimensionsstruktur auftreten. Bisher wurden Fälle betrachtet, bei denen sich die einzelnen Datensätze beispielsweise einer Kundendimension unabhängig von einander verändert haben. Werden dagegen Strukturen, wie die Kundengruppen, neu gestaltet, besteht ein innerer Zusammenhang zwischen den notwendigen Einzeländerungen. Schlagartige Veränderungen treten besonders häufig bei Dimensionen für Produkte, Organisationen und geographischen Strukturen auf<sup>574</sup>. In einigen Fällen (besonders bei Strukturumbrüchen innerhalb einer Organisation) ist es interessant zu analysieren, welche Ergebnisse mit der neuen Struktur in der Vergangenheit erreicht worden wären. Außer der vollständigen Tupel-Zeitstempelung deckt keiner der bisher vorgestellten Ansätze diese Anforderungen ab. Durch vollständige Tupel-Zeitstempelung lassen sich beliebig viele Versionen einer Dimensionstabelle verwalten. Dies betrifft einzelne Attribute ebenso wie gesamte Hierarchien. Neben der vollständigen Tupel-Zeitstempelung gibt es zwei weitere Lösungsansätze:

- *Separate Dimensionstabellen*  
Für jede umfangreiche Veränderung der Dimension werden eine neue Dimensionstabelle und eine neue Faktentabelle erstellt<sup>575</sup>. Das Modell wird hierdurch allerdings wesentlich komplexer.
- *Parallele Hierarchien*  
Bei hierarchischen Dimensionen kann die neue Struktur in Form einer parallelen Verdichtungshierarchie hinzugefügt werden<sup>576</sup>. Eine Versionierung ist in diesem Fall nicht notwendig.

### 6.5.9 Gültigkeitszeitmatrix

Durch den Aufbau von multidimensionalen Datenräumen eignet sich besonders die Matrixdarstellung für die Ablage von Gültigkeitszeiträumen von (hierarchischen) Elementen einer Dimension. STOCK schlägt daher zweidimensionale quadratische Gültigkeitszeitmatrizen als Versionierungsmethode vor<sup>577</sup>. Mit dieser Darstellung lassen sich sowohl die Gültigkeitsintervalle von Attributen als auch der zwischen ihnen bestehenden Verdichtungsbeziehungen einer Dimension geeignet darstellen. Die Matrix ist quadratisch, da in den Zeilen und Spalten jeweils alle Dimensionselemente eingetragen werden. Die Zeilenbeschriftungen repräsentieren dabei die jeweils übergeordneten Verdichtungsebenen, die Spaltenbeschriftungen die jeweils untergeordneten (siehe Tab. 17). Auf der absteigenden Diagonalen steht gerade jedes Dimensionselement mit sich selbst in Beziehung und gibt damit das vereinigte Gesamtgültigkeitsintervall wieder. Die absteigende Diagonale enthält damit redundante Informationen und wird ei-

<sup>574</sup> Thomsen 1997, S. 244.

<sup>575</sup> Thomsen 1997, S. 244.

<sup>576</sup> Thomsen 1997, S. 246 f.

<sup>577</sup> Chamoni/Stock 1998b, S. 517 f.



gentlich nicht benötigt. Sie bietet in der Implementierung allerdings einen schnellen richtungsneutralen Einstieg für das System bei der Überprüfung der Attribut-Gültigkeitszeiten<sup>578</sup>.

Die Zellen der unteren Dreiecksmatrix bleiben leer, es sei denn, ein Element wurde anderen Elementen nacheinander sowohl über- als auch untergeordnet, was aber der Ausnahmefall sein dürfte<sup>579</sup>. STOCK trifft die Konvention, nicht nur für jede Dimension, sondern auch für jeden Konsolidierungsbaum, eine separate Gültigkeitsmatrix zu generieren<sup>580</sup>. Diese Konvention ist dann nicht notwendig, wenn die parallelen Verdichtungshierarchien einer Dimension einen gemeinsamen Spitzenwert besitzen, welches sich normalerweise modellierungstechnisch durch die Einführung eines oder mehrerer Zwischenelemente leicht realisieren läßt. Anders sieht es hingegen auf der Implementierungsebene aus. Die bei parallelen Verdichtungshierarchien sehr dünn besiedelte Gültigkeitszeitmatrix muß durch geeignete Verfahren speicherplatzoptimierend implementiert werden. Durch n-1 Gültigkeitsmatrizen kann die temporale Struktur eines n-dimensionalen Raums in Form eines Metadatenwürfels beschrieben werden. Die Zeitdimension wird hiervon ausgenommen<sup>581</sup>.

	Gesamt	Holz	Metall	Natura	Elegance	Standardo	Modern	Nuevo
Gesamt	[1/97,∞[	[1/97,∞[	[1/97,∞[					
Holz		[1/97, ∞[	↓	[1/97,∞[	[1/97,∞[	[1/98,12/98]		
Metall			[1/97,∞[	↓	↓	[1/97,12/97] U [1/99,∞[	[1/97,∞[	[5/99,∞[
Natura				[1/97,∞[	↓	↓	↓	↓
Elegance					[1/97,∞[	↓	↓	↓
Standardo						[1/97,∞[	↓	↓
Modern							[1/97,∞[	↓
Nuevo								[5/99,∞[

Tab. 17 Gültigkeitszeitmatrix für die Artikelhierarchie

In Tab. 17 ist die Gültigkeitszeitmatrix für die Artikelhierarchie aus Abb. 77 dargestellt. Es wird unterstellt, daß Daten erst seit 1997 in das System eingepflegt wurden. Daher besitzt die gesamte Artikelhierarchie ein Intervall, das von Januar 1997 bis in unbestimmte Zukunft reicht. Die Produktgruppen *Holz* und *Metall* werden seit dieser Zeit zu *Gesamt* verdichtet. *Natura* und *Elegance* gehören zu *Holz*, wohingegen *Standardo* nur bis Dezember 1997 *Metall* zugeordnet wird und ab Januar 1998 zu *Holz* gerechnet wurde. Auch wenn *Standardo* ab 1999 wieder *Metall* zugeordnet wird, läßt

<sup>578</sup> Chamoni/Stock 1998a, S. 101.

<sup>579</sup> Derartige Spezialfälle sind z.B. bei der Reorganisation komplexer Holdingstrukturen denkbar.

<sup>580</sup> Chamoni/Stock 1998a, S. 101.

<sup>581</sup> Chamoni/Stock 1998b, S. 518.

sich dies durch die Intervallschreibweise darstellen:  $[1/97,12/97] \cup [1/99,\infty[$ . *Nuevo* gehört erst ab Mai 1999 dem Artikelprogramm an und zählt zu *Metall*.

Der Zugriff auf die Entscheidungsobjekte führt in versionierten Matrizen immer über die Gültigkeitszeitmatrix<sup>582</sup>. Für eine Auswertung der Artikelgruppe *Metall* über die Jahre 1997-1999 existiert kein einzelner, sondern nur eine Kombination mehrerer Konsolidierungsbäume, die jeweils in einem bestimmten Zeitintervall gültig sind. Abhängig sind die Intervalle hier von der Zuordnung von *Standardo* und *Nuevo* zu den entsprechenden Artikelgruppen.

Bisher liegen noch keine Erkenntnisse über die praktische Anwendung von Gültigkeitszeitmatrizen vor. Eine prototypische Realisierung wäre wünschenswert, um ihre Praktikabilität zu überprüfen. Generell läßt sich feststellen, daß bei versionierenden Systemen mehr interner Aufwand bei Analyseanfragen als bei konventionellen Systemen notwendig ist. Im Gegensatz zu strukturell „fest verdrahteten“ Systemen muß hier immer noch ein Bezug zur gerade gewünschten Version hergestellt werden. Dies kann sich negativ auf das Laufzeitverhalten auswirken. Speziell bei Systemen, die auf Gültigkeitszeitmatrizen basieren, die in Form eines Metadatenwürfels abgelegt werden, wird jede Anfrage über diesen Würfel abgewickelt. Für eine Navigationsoperation, wie z.B. einem Drill Down, muß zunächst die Struktur des gewünschten Analyseauschnitts dynamisch aufgebaut werden. Dies kann bei einer ungeschickten Implementierung zu langen Antwortzeiten führen. Wie man im Beispiel in Tab. 17 erkennen kann, ist eine Gültigkeitszeitmatrix zu weniger als 50% besetzt. Dies muß bei der Implementierung berücksichtigt werden, damit der strukturelle Verwaltungsaufwand klein im Verhältnis zu den quantitativen Daten bleibt. STOCK schlägt hierfür eine Mischform von index-sequentieller Datenorganisation mit hierarchischem Index und einfacher verketteter Liste mit Elementsubstitution vor<sup>583</sup>.

## 6.6 Ableitungs- und Integritätsregeln

Ableitungsregeln werden in Datenbanksystemen auch als Sicht oder View bezeichnet<sup>584</sup>. Die Modellierung von Regeln kann auf logischer Ebene in Form einer abstrakten Sprache erfolgen. Hierzu bietet sich z.B. die Prädikatenlogik in Form von Implikationen<sup>585</sup> oder eine programmiersprachliche Implementierung an, wobei nur solche logischen Konstrukte benutzt werden sollten, die auch vom Datenbanksystem in der Umsetzung unterstützt werden. Eine Matrizenaddition ließe sich in einer matrizenbasierten Planungssprache z.B. folgendermaßen ausdrücken<sup>586</sup>:

<sup>582</sup> Chamoni/Stock 1998b, S. 518.

<sup>583</sup> Chamoni/Stock 1998a, S. 104.

<sup>584</sup> Tresch/Rys 1997, S. 68.

<sup>585</sup> Rauh 1992, S. 304.

<sup>586</sup> Gluchowski 1993, S. 162.

$$PA/(A)/(Q):= PA/(U)/(Q)+PA/(W)/(Q)!$$

mit PA	Planausstoß	A	Stahl in 1000 t	Q	Quartal
U	Stahlsorte U in 1000 t	W	Stahlsorte W in 1000 t		

Multidimensionale Datenmanipulationssprachen verfügen in der Regel über matrizenorientierte Konstrukte, um Daten bearbeiten zu können. Hierzu gehören unter anderem Operationen für den Dimensionsschnitt, für die Bündelung über Dimensionen, für die Grundrechenarten bezüglich Matrizen oder für deren Inversion. Für die multidimensionale Datenmanipulation existiert bisher noch kein Standard. Aktuelle Entwicklungen sind z.B. die Cube-Query-Language von BAUER/LEHNER<sup>587</sup> oder OLE DB for OLAP von MICROSOFT als Kommunikationsprotokoll<sup>588</sup> sowie weitere kommerzielle, proprietäre Ansätze von Datenbankanbietern. Mit Hilfe von derartigen Sprachen ist es in OLAP-Systemen möglich, komplexe Ableitungen bis hin zu einer differenzierten Leistungsverrechnung für die Kostenrechnung zu erstellen<sup>589</sup>.

Ein zweiter Typ von Regeln muß in Data-Warehouse- oder OLAP-Systemen für die Sicherstellung der Integrität sorgen. Aufgrund der Denormalisierung der Datenstrukturen besteht die verstärkte Gefahr von Einfüge-, Lösch- oder Änderungsanomalien<sup>590</sup>. Dadurch, daß in den Dimensionstabellen z.B. des Star Schema, Dimensionselemente beliebig oft vorkommen können, muß bei einer Veränderung jedes Auftreten eines zu löschenden oder zu ändernden Dimensionselements berücksichtigt werden. Ansonsten kann es zur Inkonsistenz der Datenbasis kommen. Ebenso betroffen sind abgeleitete Kennzahlen, wenn sich die zugrunde liegenden originären Kennzahlenwerte ändern. Es kann notwendig sein, daß alle Hierarchien oder Kennzahlensysteme nach einer Änderung neu berechnet werden müssen. Diese Abhängigkeiten, die in normalisierten Strukturen nur in geringem Maße auftreten, müssen durch Integritätsregeln beschrieben werden, so daß bei jeder Änderung des Datenbestands die Folgen vom System überprüft werden können.

Für die Implementierung von Regeln in Datenbanksystemen bieten sich Stored Procedures, Trigger und Constraints an. Diese vor allem im Zusammenhang mit aktiven Datenbanksystemen bekannten Mechanismen besitzen Sprachelemente, um die semantische Integrität der Datenobjekte zueinander und eine gewünschte Entwicklung des Datenbestands im Zeitablauf sicherzustellen<sup>591</sup>. Die Ausführung von Stored Procedures muß explizit angestoßen werden, wohingegen Trigger auf Ereignisse reagieren und von selbst starten. Auch aktive Datenbanksysteme verfügen natürlich über die konventionellen Standardelemente zur Einrichtung von Datenobjekten, deren Manipulation und Recherche. In OLAP-Systemen kommen vor allem Stored Procedures zur Anwendung. Mit ihrer Hilfe können neben Ableitungs- und Integritätsregeln auch Daten-

<sup>587</sup> Bauer/Lehner 1997, o.S.

<sup>588</sup> Microsoft 1998, o.S.

<sup>589</sup> Oehler 1998b, S. 85.

<sup>590</sup> Fischer 1992, S. 174 f.

<sup>591</sup> Fischer 1996, S. 435.

übernahmeprozEDUREN für den Import oder spezielle Analysemethoden implementiert werden. In relationalen Systemen können Ableitungsregeln auch in Form von Sichten hinterlegt werden<sup>592</sup>.

---

<sup>592</sup> Rauh 1992, S. 294.

## 7 Anwendungen

### 7.1 Anwendungsgebiete

Die Anwendungsgebiete für OLAP- und Data-Warehouse-Systeme sind äußerst vielfältig. Eine von HANNIG durchgeführte empirische Untersuchung kommt zu dem Ergebnis, daß mit Abstand die meisten Data-Warehouse-Projekte von Controlling, Geschäftsführung, Marketing und Vertrieb angestoßen werden (siehe Abb. 82). Dies überrascht nicht, da Controlling und Management traditionell die Hauptbenutzergruppe von Controllinginformationssystemen darstellen; und die Informationen für Planung und Steuerung der Unternehmensprozesse benötigt werden. Die zweite Gruppe von Anwendern in Marketing und Vertrieb benutzt ein Data Warehouse vor allem, um die Entscheidungsobjekte Produkte und Kunden in Einklang zu bringen. Daß der Einsatz von Data-Warehouse- und OLAP-Lösungen in Einkauf, Logistik und Produktion in der Umfrage sehr selten angegeben wurde, kann damit zusammenhängen, daß im Controlling die primären Analysen erstellt werden; und die genannten Bereiche erst sekundärer Nutznießer der Informationen sind.

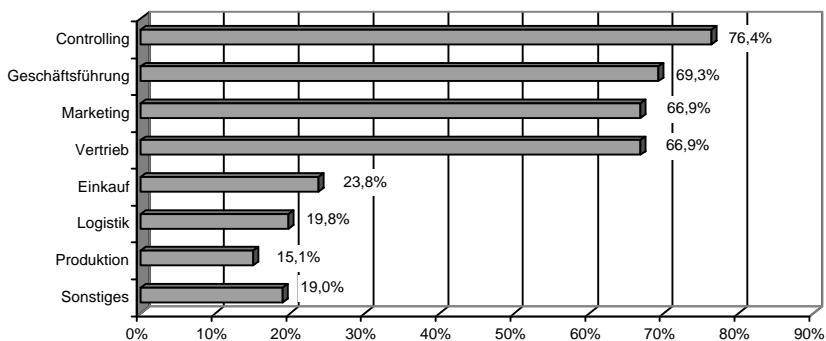


Abb. 82 Einsatzgebiete für ein Data Warehouse<sup>593</sup>

Seit Mitte der neunziger Jahre ist eine große Anzahl von Veröffentlichungen über Projekte im Data-Warehouse- und OLAP-Umfeld erschienen. Grundsätzlich kann zwischen informationstechnischen und betriebswirtschaftlichen Abhandlungen über die Thematik unterschieden werden. Die betriebswirtschaftlichen Veröffentlichungen befaßten sich unter anderem mit folgenden Themenstellungen:

- unternehmensweite Planung<sup>594</sup>,
- Aufbau von Berichts- bzw. Kennzahlensysteme, z.B. für das Produktionscontrolling<sup>595</sup> oder zur Umsetzung des Balanced-Scorecard-Ansatzes<sup>596</sup>,

<sup>593</sup> Hannig 1997, o. S.

<sup>594</sup> Oehler 1998a, S. 301.

- Deckungsbeitragsrechnung, z.B. in Form einer Absatzsegmentrechnung<sup>597</sup>, einer Handelsspannenrechnung<sup>598</sup>, einer Vertriebs-<sup>599</sup> oder einer Betriebsergebnisrechnung<sup>600</sup>,
- Kostenrechnung auf Saldenebene<sup>601</sup>,
- Integration des Konzerncontrolling<sup>602</sup>,
- Database Marketing<sup>603</sup>.

Damit existiert eine große Anzahl von Anwendungen für die ein Data Warehouse als Datenbasis geeignet ist. Insbesondere kann ein Data Warehouse Basis für alle genannten Anwendungen gleichzeitig sein, da es den Charakter einer verdichteten Grundrechnung besitzt. Daher hat das Konzept auch auf breiter Front Einzug in das vor allem operative Controlling gefunden. Damit Data-Warehouse-Anwendungen auch Unterstützung für die strategische Unternehmensführung bieten können, wird vorgeschlagen, das Prinzip der Balanced Scorecard bei der Gestaltung der Datenbasis zu berücksichtigen<sup>604</sup>. Daten sollten aus der Lern- und Innovationssicht (z.B. Anzahl neu eingeführter Produkte), aus der Kundensicht (z.B. Verhältnis Stammkunden zu Neukunden) und aus der internen geschäftsprozessorientierten Sicht (z.B. Bearbeitungszeit pro Teilprozess) integriert werden. Damit einher geht die Forderung ein Data Warehouse „kundenorientiert“ aufzubauen<sup>605</sup>. Insgesamt soll der Prozeß des „Data Warehousing“ in die Wertschöpfungskette der Produktionsfaktoren integriert werden.

In den folgenden Abschnitten wird auf ausgewählte Anwendungsbeispiele für multidimensionale Informationssysteme eingegangen, wobei Modellierungsaspekte im Mittelpunkt stehen. Zunächst werden zwei Praxisprojekte für Produkt- und Produktionsanalysen eines Automobilherstellers vorgestellt. Für beide Projekte erfolgt die Modellierung objektorientiert und die Implementierung mit dem multidimensionalen Datenbanksystem Oracle Express<sup>606</sup>. Diese Kombination von Modellierung und Realisierung ist auf die Anforderungen des Praxispartners zurückzuführen. Die beiden Beispiele wurden gewählt, da sie die Besonderheiten, die bei Modellierung und Realisierung von multidimensionalen Controllinginformationssystemen auftreten, gut wiedergeben. Das erste Beispiel für das Produktanalysesystem entspricht voll der von CODD intendierten multidimensionalen Philosophie. Das zweite Beispiel für ein Controllinginformationssystem in der Produktion besitzt eine starke Ausrichtung auf periodische Standardbe-

<sup>595</sup> Eicker et al. 1996, S. 13 ff.

<sup>596</sup> Mountfield/Schalch 1998, S. 317 ff.

<sup>597</sup> Gegenmantel 1998, S. 180 ff.

<sup>598</sup> Hoffmann/Kusterer 1997, S. 48.

<sup>599</sup> Neumann 1998, S. 229 ff; Schosser/Wagner 1996, S. 126 ff.

<sup>600</sup> Nölken 1998, S. 10 ff.

<sup>601</sup> Oehler 1998b, S. 85.

<sup>602</sup> Weber/Fröhling 1998, S. 429; Reichmann/Baumöl 1998, S. 15; Zeschau 1998, S. 278 ff.

<sup>603</sup> Gray/Watson 1998, S. 151 ff.

<sup>604</sup> Gilmozzi 1998, S. 33.

<sup>605</sup> Martin 1998a, S. 23 ff.

<sup>606</sup> Analog zu dritten Vorgehensweise, wie sie in Abschnitt 5.6.4 vorgestellt wurde.

richte, die über multidimensionale Blickwinkel verfügen aber nicht unbedingt eine vollständig multidimensionale Struktur besitzen, sondern auch strukturelle Asymmetrien zulassen. Zum Abschluß des Kapitels wird konzeptionell auf die Anforderungen von multidimensionalen Informationssystemen für Konzerne eingegangen sowie auf praktische Realisierungsprobleme hingewiesen.

## 7.2 Controllinginformationssystem für die Produktanalyse

### 7.2.1 Anforderungen

Das Projekt zur Entwicklung eines Systems für die Produktanalyse mit integriertem Berichtswesenmodul wurde vom Konzerncontrolling eines Automobilherstellers initiiert<sup>607</sup>. Die Themenstellung ist inhaltlich dem Marketing-Controlling zuzuordnen, das die Schnittstelle zwischen Unternehmen und Märkten untersucht und bezieht sich auf Marktaktivitäten, die der Verwertung von Unternehmensprodukten dienen. Grundsätzlich besteht für jedes Unternehmen die Notwendigkeit, bei Umweltveränderungen schnell zu reagieren. Die Gestaltung geeigneter Informationssysteme zur Frühwarnung bei Umweltveränderungen ist daher eine zentrale Aufgabe des Marketing-Controlling<sup>608</sup>. Weiterhin führt das Marketing-Controlling kontinuierliche Kontrollen durch, die unter anderem die systematische Überprüfung von Produkt-Markt-Beziehungen, das heißt Absatzsegmenten und Marketingmaßnahmen, wie zum Beispiel Preisstrategien, umfassen. Als Bezugsgrößen dieser Kontrollen sind beispielhaft Kosten, Erlöse, Deckungsbeiträge, Umsätze, Marktanteile, Absatzmengen und Lagerbestände zu nennen<sup>609</sup>. Diese Schlüsseldaten werden mit periodisch laufenden Soll-Ist-Vergleichen und gegebenenfalls Abweichungsanalysen überprüft. Dabei müssen Daten aus dem internen Rechnungswesen mit externen Marktforschungsinformationen kombiniert werden<sup>610</sup>.

Aus dem Bereich für Vermarktungsperformance wurde die Anforderung gestellt, ein Informationssystem zu entwickeln, mit dem alle benötigten betriebswirtschaftlichen Kennzahlen nach Fahrzeugtypen und Märkten analysiert werden können. Das System sollte ein vordefiniertes Berichtswesenmodul sowie eine Ad-Hoc-Komponente für Preisindexanalysen enthalten. Zusätzlich sollte die Deckungsbeitragsoptimierung zwischen Konzerntypen in einem bestimmten Marktsegment ermöglicht werden.

#### 7.2.1.1 Tätigkeiten

Die Fahrzeugtypen des Konzerns werden regelmäßig im Rahmen einer finanziellen Analyse untersucht. Es werden die betriebswirtschaftlichen Kennzahlen *Umsatz, Dek-*

---

<sup>607</sup> Aus Vertraulichkeitsgründen wird das Unternehmen nicht genannt. Alle Angaben wurden anonymisiert. Das vorgestellte Modell basiert auf einem Projekt, das auch in einem Arbeitsbericht von Totok/Jaworski 1998 vorgestellt wird.

<sup>608</sup> Küpper 1997, S. 371 f.

<sup>609</sup> Meffert 1998, S. 1044.

<sup>610</sup> Meffert 1998, S. 1041.

*kungsbeitrag* und *operatives Ergebnis* bezogen auf jeden einzelnen Fahrzeugtyp und auf die abgesetzte Gesamtmenge dieses Typs untersucht. Der Absatz bezieht sich bei dieser Betrachtung nur auf die Händler und enthält keine Daten über Auslieferungen an Endkunden. Somit beziehen sich die Finanzdaten ebenfalls nur auf das Händlernetz. Weiterhin werden die Finanzdaten untereinander ins Verhältnis gesetzt, so daß die Anteile des Deckungsbeitrags und des operativen Ergebnisses am Umsatz identifiziert werden können.

Die Fahrzeugtypen werden zusätzlich marktseitig analysiert. Hierbei wird als relevante Größe das Marktvolumen eines jeden Typs betrachtet. Das Marktvolumen gibt die auf dem Markt abgesetzte Fahrzeugmenge wieder und läßt sich unter anderem durch die Neuzulassungszahlen des Kraftfahrtbundesamtes ermitteln. Allgemein unterscheidet sich das Marktvolumen vom Absatz, da es sich auf den Endkunden bezieht. So kann beispielsweise durch Lagerverkäufe der Händler das Marktvolumen höher als der Absatz sein. Natürlich ist es auch möglich, daß der Absatz höher ist als das Marktvolumen. Dann konnten die Händler nicht alle vom Werk bezogenen Fahrzeuge an den Endkunden absetzen und mußten ihren Lagerbestand erhöhen. Eine differenzierte Betrachtung ist daher erforderlich. Wird das Marktvolumen ins Verhältnis zum Gesamtmarktvolumen gesetzt, läßt sich der Marktanteil eines Fahrzeugtyps bestimmen. Durch das Vergleichen der einzelnen Marktvolumina eines Typs in verschiedenen Ländern<sup>611</sup> wird außerdem der Ländermix eines Fahrzeugtyps festgestellt.

Mit den Finanz- und Marktgrößen werden Abweichungsanalysen durchgeführt. Diese stellen den festgelegten Budgetwerten die aktuellen Ist- und Prognosewerte gegenüber. Innerhalb eines Jahres wird mit den beiden Prognosen „2+10“ und „8+4“ gearbeitet. Prognose „2+10“ bedeutet beispielsweise, daß für die ersten zwei Monate des laufenden Jahres Ist-Werte vorliegen und die Werte der restlichen zehn Monate prognostiziert werden. Als weitere Abweichungsanalyse werden die Werte für das laufende Jahr mit denen des Vorjahres verglichen. Anfallende Abweichungen werden bei beiden Analysen zum einen in Absolutzahlen und zum anderen in Prozent angegeben. Eine Vorgabe für das Endsystem ist dabei, daß beide Abweichtungstypen in einer Übersicht nebeneinander zu sehen sein sollen.

Ein anderes Tätigkeitsfeld sind Preisindexanalysen der eigenen aber auch von fremden Fahrzeugtypen. Dafür werden bereinigte und unbereinigte Listenpreise benötigt. Bei bereinigten Listenpreisen werden dabei die durch Ausstattungsunterschiede entstandenen wertmäßigen Differenzen in den Listenpreis eingerechnet, um die Fahrzeuge vergleichbar zu machen. Durch Preisindexanalysen werden Wettbewerbsbetrachtungen angestellt, bei denen neben externer auch die unternehmensinterne Konkurrenz analysiert wird. Hierzu gibt es zwei verschiedene Preisindizes. Beim *Preisindex zum Durchschnitt Wettbewerb* wird der Listenpreis des betrachteten Fahrzeugtyps ebenso wie die Listenpreise der Konkurrenztypen ins Verhältnis zum durchschnittli-

---

<sup>611</sup> Markt wird im folgenden mit Land bzw. Ländermarkt gleichgesetzt.



chen Listenpreis der ausgewählten Konkurrenztypen gesetzt. Im Gegensatz dazu werden beim *Preisindex zu Referenzprodukt* alle betrachteten Fahrzeugtypen zu einem bestimmten Fahrzeugtyp ins Verhältnis gesetzt. Dieses Referenzfahrzeug hat dann einen Preisindex von 100. Die Preisindexanalysen dienen zur Überprüfung der Preispolitik im Konzern und zur Ermittlung von Gestaltungsspielräumen.

Die Ergebnisse der auf Fahrzeugtypen bezogenen Analysen werden nach Marken, Marktsegmenten und Märkten differenziert untersucht.

### 7.2.1.2 Systemlandschaft

Die vorgestellten Analysen wurden bisher mit Microsoft Excel durchgeführt. Dabei werden die benötigten Daten zu einem Teil periodisch von den operativen Systemen der Konzernmarken bzw. anderer Abteilungen per Datenträger übernommen. Zum anderen Teil werden die Daten auch auf Papier angeliefert und dann manuell eingegeben. Dieses Vorgehen hat mehrere Nachteile. Da die meisten Daten in anderen Systemen vorliegen, entsteht durch das Anliefern der Daten in Papierform ein Medienbruch. Es finden vermeidbare Doppeleingaben von Daten statt, die fehlerträchtig sind. Aber auch die Anlieferung von Daten in elektronischer Form bringt durch eine fehlende einheitliche Struktur Probleme mit sich.

Die Speicherung der Daten in einem Tabellenkalkulationsprogramm stößt in bezug auf umfangreiche Analysedimensionen schnell an ihre Grenzen. Da mit Tabellenkalkulationsprogrammen nur zweidimensionale Betrachtungen stattfinden können, stellt jede Tabelle einen kleinen, festgelegten Ausschnitt des gesamten zu bearbeitenden Problembereichs dar. Werden dabei beispielsweise Umsätze von Fahrzeugtypen in verschiedenen Ländern betrachtet, kann diese Darstellung nur einen bestimmten Zeitpunkt betreffen. Sollen die Umsätze jedoch auch im Zeitablauf analysiert werden, müssen neue Tabellen aufgestellt werden. Für jede spezielle Analyse bzw. Analyse-richtung existiert dann unter Umständen eine eigene Datei. Außerdem muß das Datenmaterial für manche Analysen aus mehreren Dateien zusammengesucht und neu aufbereitet werden. Hierdurch entsteht eine Vielzahl an Tabellen und Arbeitsmappen, die in keinem direkten Zusammenhang stehen, außer daß sie vielleicht im selben Verzeichnis abgelegt sind. Das Vorgehen ist sehr aufwendig und bedingt einen hohen Koordinationsaufwand. Weiterhin werden die Daten hierdurch unnötigerweise mehrfach gespeichert. Letztlich sind die in den Tabellenkalkulationsprogrammen durchgeführten Berechnungen durch die verwendeten Formeln nur schwer nachvollziehbar.

Vor diesem Hintergrund bestand die Anforderung darin, die Berichterstattung und Analysemöglichkeiten in Excel durch ein OLAP-System zu verbessern. Dabei sollte das OLAP-System durch einen Operational Data Store ergänzt werden, damit die Daten gesammelt und aufbereitet werden, bevor sie in das multidimensionale Informationssystem überführt werden.

## 7.2.2 Modellierung

### 7.2.2.1 Originäre Kennzahlen

Die folgenden betriebswirtschaftliche Kennzahlen werden als originäre Größen angeliefert. Sie sind nach Fahrzeugtypen, Märkten und Monat/Jahr dimensioniert.

Kennzahlen aus den Konzernmarken:

- Umsatzerlös
- Deckungsbeitrag
- Operatives Ergebnis
- Absatz

Kennzahlen aus dem Marketing oder externen Quellen (wie z.B. Kraftfahrzeugbundesamt oder Verkaufsprospekte von Mitbewerbern):

- Marktvolumen
- Gesamtmarktvolumen
- Listenpreis unbereinigt
- Listenpreis bereinigt

Die Kennzahlen besitzen aus Sicht der Organisationseinheit *Vermarktungsprozeß und Erfolgsquellenanalyse* einen originären Charakter, da sie als Absolutwerte angeliefert werden. Es handelt sich aus übergeordneter Sicht zum großen Teil natürlich um verdichtete bzw. abgeleitete Kennzahlen. Der originäre Charakter wird in der folgenden Tabelle durch das Statusfeld kenntlich gemacht. Zum Zwecke der Begriffsdefinition wird trotzdem zusätzlich die Herleitung der Kennzahl beschrieben, damit bekannt ist, wie sie von den liefernden Organisationseinheiten erzeugt wurde. Tab. 18 zeigt beispielhaft die Beschreibung des operativen Ergebnisses.

Bezeichnung	<b>Operatives Ergebnis</b>
Kurzbezeichnung	OE
Maßeinheit	DM
Status	Originäre Kennzahl
Beschreibung	Operatives Ergebnis der Vertriebsergebnisrechnung
Definition	= Umsatzerlöse-Einzelkosten (des Umsatzes) - Gemeinkosten-Risikovorsorge
Datenherkunft	Gesammelt aus operativen Systemen aller Marken Excel (genaue Formatbeschreibung in Format.xls)
Aktualisierung	1. Januar, 1. Mai, 1. September

Tab. 18 Implementierung Operatives Ergebnis

### 7.2.2.2 Abgeleitete Kennzahlen

Nach der Ermittlung der originären Kennzahlen werden im nächsten Schritt die für Analysen notwendigen Ableitungen beschrieben. Der Status in der jeweiligen Tabelle wird mit *Formel* bezeichnet. Abzuleiten sind:

- Marktanteil
- Ländermix
- Gesamtumsatz
- Gesamtdeckungsbeitrag
- Gesamtes Operatives Ergebnis
- Deckungsbeitrag in Prozent vom Umsatz
- Operatives Ergebnis in Prozent vom Umsatz
- Preisindex unbereinigt zum Durchschnitt Wettbewerb
- Preisindex bereinigt zum Durchschnitt Wettbewerb
- Preisindex unbereinigt zu Referenzprodukt
- Preisindex bereinigt zu Referenzprodukt

Exemplarisch wird in der Tab. 19 die Definition des Gesamtumsatzes angegeben:

Bezeichnung	<b>Gesamtumsatz</b>
Kurzbezeichnung	GU
Maßeinheit	DM
Status	Abgeleitete Kennzahl
Beschreibung	Gesamtbetrachtung für einen Typ.
Definition	= Absatz*Umsatz pro Fahrzeug
Datenherkunft	-
Aktualisierung	1. Januar, 1. Mai, 1. September

Tab. 19 Begriffsdefinition Gesamtumsatz

### 7.2.2.3 Dimensionierung

Die *Produktdimension* in Abb. 83 besitzt zwei parallele Hierarchien für die Konzern- und Segmentstruktur, da in ihr zwei verschiedene Verdichtungswege existieren. Dies entspricht den unterschiedlichen Auswertungssichten, die benötigt werden. So werden die betriebswirtschaftlichen Kennzahlen einerseits den Marken zugeordnet, um Gesellschaften vergleichen, bzw. dem einzelnen Fahrzeugtyp auch seinen Anteil am Erfolg oder Mißerfolg der Gesellschaft zuordnen zu können. Andererseits kann ein Fahrzeugtyp auch im Kontext des Marktsegmentes, in dem er positioniert ist, gesehen werden. Erst hierdurch können differenzierte Konkurrenzbetachtungen durchgeführt werden. Der Erfolg eines Typs wird dabei im Marktzusammenhang gesehen. Durch beide Betrachtungsweisen kann ein aussagekräftiges Gesamtbild erstellt werden.

In der *Segmenthierarchie* werden Fahrzeugtypen den Marktsegmenten zugeordnet. Die Zusammenfassung aller Marktsegmente spiegelt den Gesamtmarkt wider. In der *Konzernhierarchie* werden dagegen die einzelnen Typen zuerst den Marken zugeordnet, die die Typen vermarkten. Die einzelnen Marken sind dabei einem Automobilkonzern bzw. einer Automobilgruppe zugeordnet. Beispielsweise werden die Marken Buick, Cadillac, Chevrolet, GM EV1, GMC, Holden, Isuzu, Oldsmobile, Opel, Pontiac, Saab, Saturn, und Vauxhall dem Konzern General Motors zugeordnet. Existiert nur eine Marke, die mit dem Konzern identisch ist, wie z.B. Volvo, so muß trotzdem auf der Konzernebene ein Element (hier Konzern Volvo), bestehen. In dieses Element werden dann die Werte der Marke überschrieben. Die oberste Ebene der Konzernhierarchie umfaßt die Gesamtheit aller Typen. Daher sind die Werte der obersten und untersten Ebene beider Hierarchien gleich.

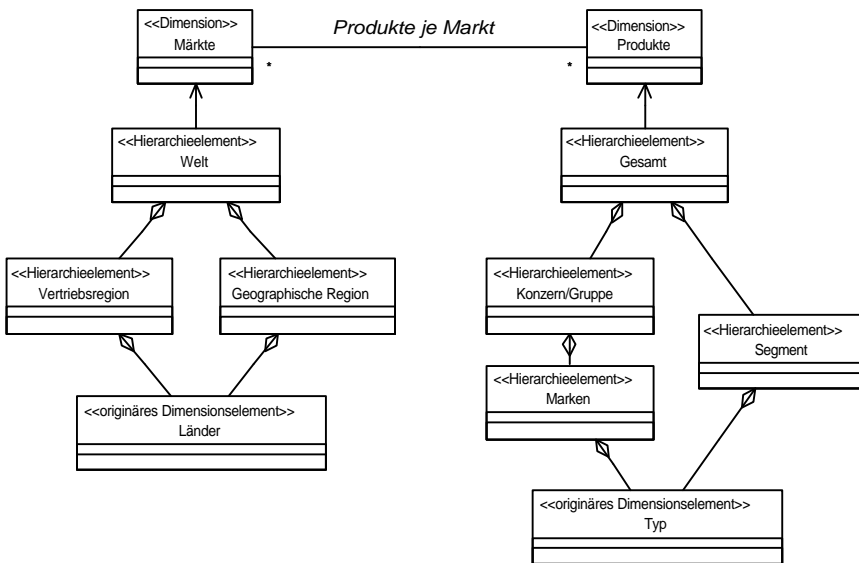


Abb. 83 Markt- und Produktdimension

In der *Marktdimension* existieren ebenfalls zwei Hierarchien, um verschiedene Vertriebsgebiete darzustellen. Durch das Dimensionselement *Geographische Region* werden die Vertriebsgebiete nach geographischen Gesichtspunkten betrachtet. Das Dimensionselement *Vertriebsregion* ist dagegen nach Merkmalen der Vertriebsorganisation gegliedert.

Eine Besonderheit ist, daß Markt- und Produktdimension miteinander in Beziehung stehen. Die Dimensionsbeziehung *Produkte je Markt* besitzt die Kardinalität n-zu-m.

Diese Beziehung zeigt, daß ein Produkt einerseits in jedem Markt vorkommen kann. Andererseits müssen aber nicht alle Produkte in einem Markt vertreten sein. Als Beispiel wäre hier der Fall zu nehmen, daß bei einer neuen Produktgeneration dieses Produkt zuerst nur in einem Teil der möglichen Märkte eingeführt wird, während in den anderen Märkten noch die alten Modelle vertrieben werden. Die Marktdimension besitzt eine Doppelfunktion. Einerseits können mit ihr die einzelnen Kennzahlen nach Ländern bzw. Marktregionen analysiert werden, andererseits können die Produkte verschiedenen Ländern zugeordnet werden.

Abb. 84 zeigt die Zeitdimension. Sie ist eine verdichtende Dimension mit geordneten Dimensionselementen, da die Ausprägungen jeder Dimensionsebene horizontal eine festgelegte logische Ordnung haben. So ist die Reihenfolge der Monate (Januar, Februar, März, ...) vorgegeben. Die Zeitdimension hat gleichzeitig auch eine vertikale hierarchische Struktur. Durch die Anordnung der Hierarchiestufen werden die Aggregationsebenen definiert. In Abb. 84 werden bottom-up Monate zu Quartalen, Quartale zu Halbjahren und diese wiederum zu Jahren aggregiert. Den niedrigsten Verdichtungsgrad besitzt die Monatsebene, da dies dem kürzesten Berichtsintervall, das gefordert wird, entspricht.

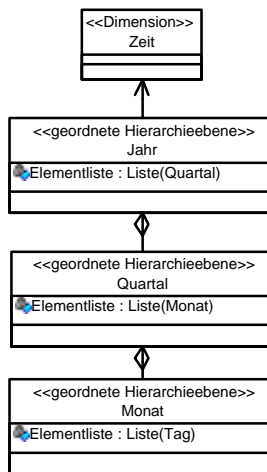


Abb. 84 Zeitdimension

Die *Währungsdimension* ist eine partitionierende Dimension. Im vorliegenden Fall wird eine Unterscheidung nach Währungen durchgeführt. Es sind beispielsweise Preisangaben in der Landeswährung und der Hauswährung möglich (siehe Abb. 85). Im Hinblick auf die Euro-Einführung besitzt die Währungsdimension auch ein Dimensionselement EURO. Hierdurch ist gewährleistet, daß während der Umstellungszeit eine parallele Berichterstattung in DM und EURO laufen kann. Prinzipiell braucht nur

eine Währung gespeichert zu werden, da sich die anderen aus ihr über Umrechnungskurse berechnen lassen.

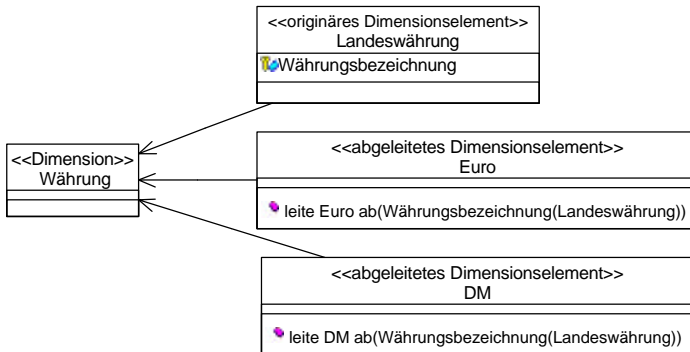


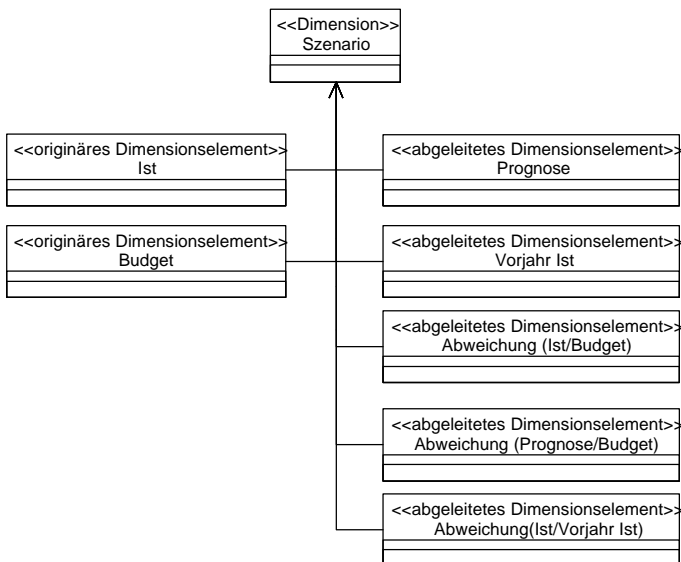
Abb. 85 Währungsdimension

Die *Szenariodimension*<sup>612</sup> enthält partitionierende Dimensionselemente, die verschiedene Varianten von Daten darstellen. Beispiele für verschiedene Varianten von Daten sind Ist-, Budget- und Prognosewerte. Zwischen diesen Dimensionselementen können Vergleiche durchgeführt werden, die für die Abweichungsanalysen benötigt werden. Somit sind die einzelnen Abweichungsrechnungen ebenfalls Elemente, die als Formeln angegeben werden. Als Besonderheit enthält die Szenariodimension auch Vorjahreswerte. Normalerweise wird die Vorjahressicht durch Auswahl des entsprechenden Jahres in der Zeitdimension generiert. Um jedoch dem Endanwender eine spezielle Sicht zu ermöglichen, in der er die Werte für das laufende Jahr mit denen des Vorjahres vergleichen kann, wurden die Vorjahreswerte als Dimensionselemente aufgenommen. In Abb. 86 werden nur die wichtigsten Elemente der Szenariodimension dargestellt. Die folgende Aufzählung gibt eine Gesamtübersicht:

- *Ist*: Ein tatsächlich im operativen Geschäft erwirtschafteter Wert.
- *Ist kumuliert*: Eine Kumulierung von Ist-Werten über einen bestimmten Zeitraum. Dabei handelt es sich in der Regel um die Kumulierung der jeweiligen Monatswerte vom Januar bis zum aktuellen Monat. Als Besonderheit ist zu beachten, daß eine Kumulierung nicht bei allen Kennzahlen mit einer Addition gleichzusetzen ist.
- *Budget*: Planwert, der in den nachfolgenden Perioden (Monat bzw. Jahr) realisiert werden soll. Diese Werte werden in der Planungsrunde festgelegt.
- *Budget kumuliert*: Analog wie *Ist kumuliert*
- *Prognose*: Jeden Monat werden für die nachfolgenden drei Monate Werte geschätzt.

<sup>612</sup> Synonyme sind Versionsdimension oder partitionierende Dimension.

- *Prognose Gesamtjahr*: Bei dieser Prognose wird ein Wert für das aktuell laufende Gesamtjahr geschätzt. Als Grundlage dazu dienen die vorhandenen Istwerte der bereits abgelaufenen Monate und eine Prognose für die restlichen. Dieses Szenario hat dann folgende Kurzbezeichnung, beispielsweise für den Monat Mai: VS 5+7. D.h. für die ersten fünf Monate liegen bereits Ist-Daten vor, während die letzten sieben geschätzt sind.
- *Abweichung Ist/Budget*: Positive bzw. negative Abweichung des Ist- vom Budgetwert, sowohl für einen bestimmten Zeitpunkt als auch kumuliert.
- *Abweichung VS Gesamtjahr - Budget Gesamtjahr*: Positive bzw. negative Abweichung des voraussichtlichen Ergebnisses (VS Gesamtjahr) vom budgetierten Gesamtjahr.
- *Abweichung VS Gesamtjahr - Vorjahr Ist*: Positive bzw. negative Abweichung des voraussichtlichen Ergebnisses (VS Gesamtjahr) vom Istwert des gesamten Vorjahres.

Abb. 86 Szenariodimension<sup>613</sup>

### 7.2.2.4 Analysematrizen

Nachdem der Kennzahlenbedarf festgelegt und die unterschiedlichen Dimensionen des Datenmodells modelliert worden sind, kann ein aussagekräftiges Gesamtbild erstellt

<sup>613</sup> Die hier gezeigte Szenariodimension zeigt aus Platzgründen nur einen Teil der Dimensionselemente.

werden. Hierzu werden je nach Dimensionierung der Kennzahl die modellierten Dimensionen in der Analysematrix verknüpft. Im Modell werden gleichdimensionierte Kennzahlen in einer gemeinsamen Analysematrix zusammengefaßt, um die Kennzahlen besser vergleichen zu können. Die einzelnen Aufgliederungsrichtungen dieser Kennzahlen werden durch die schon vorgestellten Dimensionen näher beschrieben. Durch die Dimensionshierarchien sind einzelne Verdichtungswege identifizierbar. Die Dimension Zeit mit ihren Hierarchieebenen gibt beispielsweise an, daß Umsätze einzelner Fahrzeugtypen bis auf die Monatsebene heruntergebrochen werden können. Durch die Währungsdimension ist erkennbar, daß Umsätze mit verschiedenen Währungen bewertet werden. Die Szenariodimension zeigt, daß Abweichungsanalysen für den Umsatz durchgeführt werden.

<<Betriebswirtschaftliche Analysematrix>> Erfolg	
🔗	originäre Kennzahlen = Umsatz, Deckungsbeitrag I, operatives Ergebnis
🔗	abgeleitete Kennzahlen = Gesamtumsatz, Gesamtdeckungsbeitrag, gesamtes operatives Ergebnis
🔗	Dimensionsmatrix = (Markt, Produkt, Szenario, Währung, Zeit)
<<Betriebswirtschaftliche Analysematrix>> Preis	
🔗	originäre Kennzahlen = Listenpreis bereinigt, Listenpreis unbereinigt
🔗	abgeleitete Kennzahlen = Preisindex bereinigt zum Durchschnitt Wettbewerb
🔗	Preisindex unbereinigt zum Durchschnitt Wettbewerb
🔗	Preisindex bereinigt zu Referenzprodukt
🔗	Preisindex unbereinigt zu Referenzprodukt
🔗	Marktanteil
🔗	Dimensionsmatrix = (Markt, Produkt, Währung, Zeit)
<<Betriebswirtschaftliche Analysematrix>> Markt	
🔗	originäre Kennzahlen = Absatz, Marktvolumen, Gesamtmarktvolumen
🔗	abgeleitete Kennzahlen = Ländermix
🔗	Dimensionsmatrix = (Markt, Produkt, Szenario, Zeit)

Abb. 87 Analysematrizen für ein Produktanalysesystem

Abb. 87 zeigt die Klassen für Erfolgs-, Preis- und Marktkennzahlen. Die oberste Analysematrix besitzt die gleichdimensionierten Erfolgskennzahlen Umsatz, Deckungsbeitrag und operatives Ergebnis. In der mittleren Analysematrixklasse *Preis* werden die Preiskennzahlen dargestellt. Diese Kennzahlen besitzen eine Währungsdimension, da Preise in der Hauswährung und in der jeweiligen Landeswährung geführt werden. Jedoch sind keine Abweichungsanalysen für die Preiskennzahlen vorgesehen, daher wird die Szenariodimension nicht benötigt. In der untersten Klasse ist erkennbar, daß Umsätze nach unterschiedlichen Produkten und Märkten analysiert werden können. Die in



Abb. 87 dargestellten Marktkennzahlen besitzen nahezu dieselben Aufgliederungsrichtungen wie die monetären Kennzahlen. Einziger Unterschied ist das Fehlen der Währungsdimension. Dies läßt sich dadurch erklären, daß die Marktkennzahlen Mengengrößen sind und daher nicht monetär bewertet werden.

#### 7.2.2.5 Vordefinierte Analyseschritte

In Abb. 88 ist die Erzeugung eines vordefinierten, dynamisch aufgebauten Analyseausschnitts erkennbar. Anschaulich gesehen handelt es sich um eine spezielle Sicht auf materialisierte Analysematrizen. Im Beispiel wird eine typische Situation dargestellt, vor die der Anwender oft gestellt wird. Die Werte, die der Benutzer bei jedem Neuaufbau wählen muß, sind das Jahr, das Segment, die Marke und der Typ. Eine Standardanalyse ist der Vergleich eines beliebigen eigenen Fahrzeugtyps zu den Top 10 nach Absatz des gleichen Marktsegments. Grundlage der Berechnung sind die Kennzahlen *Listenpreis unbereinigt* und *Absatz*, die aus zwei verschiedenen Analysematrizen stammen. Der Benutzer bestimmt für den Aufbau des Analyseausschnitts zunächst das Jahr.

Die Kennzahlen *Listenpreis unbereinigt* und *Absatz* werden generell im *Ist* betrachtet, womit eine Beschränkung der Szenariodimension vorgegeben ist. Danach wird in der Markthierarchie die Einschränkung auf das A-Segment getroffen. Hierdurch ergibt sich eine Produktmenge aller Fahrzeugtypen, die im A-Segment vertreten sind. Mittels der zur Segmenthierarchie parallelen Konzernhierarchie wird die Marke selektiert, der das Referenzprodukt angehören soll. Zuletzt wird in der Produktdimension die Menge auf das relevante Fahrzeug eingeschränkt, um den Referenz-Fahrzeugtyp festzulegen, der für den Preisvergleich benutzt werden soll. Somit stehen alle benötigten Daten fest. Auf der Marktseite müssen die zehn absatzstärksten Autotypen ermittelt werden, da dies die Hauptkonkurrenten sind. Damit ist die Produktdimension also auf die Top 10 und das Referenzprodukt beschränkt worden, und der Preisindex kann berechnet werden. Dieser ergibt sich, indem die unbereinigten Listenpreise der Top 10 Fahrzeuge zum unbereinigten Listenpreis des Referenzproduktes in Beziehung gesetzt werden. Als Ergebnis resultiert ein Analyseausschnitt, in dem die zehn absatzstärksten Fahrzeuge ins Verhältnis zum Referenzprodukt gesetzt sind.

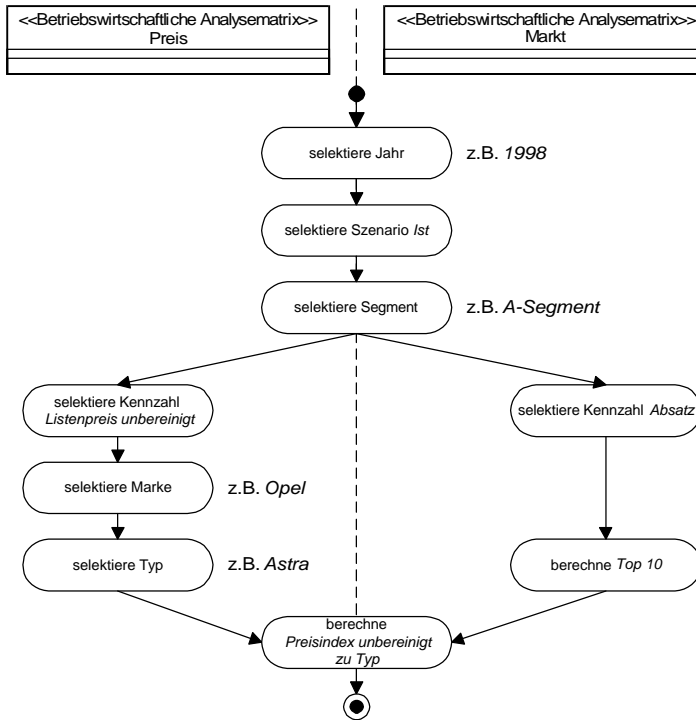


Abb. 88 Beispiel für einen Preisindexvergleich Autotyp zu Top 10

## 7.2.3 Implementierung

### 7.2.3.1 Grundstruktur der Datenbank aufbauen

Zur Implementation der OLAP-Datenbank wurde der Financial Analyser der Express-Serie von Oracle benutzt. Mit dem Financial Analyser können die grundsätzlichen Strukturen der Datenbank von Client-Sicht her aufgebaut werden. Nur für spezielle Konstrukte muß die Datenbank mittels des Administrator-Werzeugs bzw. durch direkte Programmierung geändert werden. Der architektonische Aufbau der Express-Serie wird im Anhang beschrieben.

Der Aufbau der Grundstruktur beginnt mit dem Anlegen aller benötigten Dimensionen, da sie die Struktur der Datenwürfel bestimmen. Es ist dabei möglich, hierarchische und nicht-hierarchische Dimensionen sowie Tupeldimensionen aufzubauen. Mit Anlegen einer Dimension ist verbindlich festzulegen, ob sie hierarchische Elemente besitzen soll (siehe Abb. 89). Ist dies der Fall, werden automatisch intern zusätzliche Datenbankobjekte erzeugt, die die Hierarchiebildung ermöglichen.

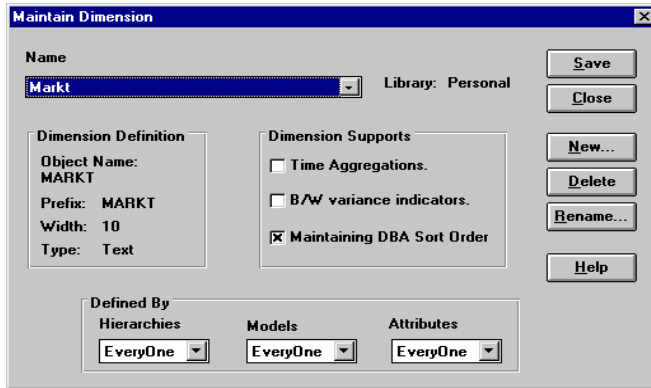


Abb. 89 Erstellen der Marktdimension

Für jede Dimension müssen die Dimensionselemente definiert werden. Die Elementeingabe kann dabei manuell oder über ein Ladeprogramm automatisch erfolgen. Dabei ist darauf zu achten, daß die Eingabe der Elemente einer geordneten Dimension in der vorgesehenen Reihenfolge erfolgt. Da die Reihenfolge der Dimensionselemente bei einer partitionierenden Dimension nicht relevant ist, können diese durch nicht-hierarchische Dimensionen dargestellt werden. Express bietet die Möglichkeit, den Dimensionselementen Kurz- und Langnamen zuzuordnen, damit bei der späteren tabellarischen Darstellung zwischen verschiedenen Anzeigen gewählt werden kann. Nach der Definition der Dimensionselemente können für jedes Element ergänzend Angaben gemacht werden. In hierarchischen Dimensionen müssen die benötigten Hierarchien aufgebaut werden. Der Aufbau der Hierarchien erfolgt über eine Baumstruktur, in der jedem Element der Hierarchie sein direkter Vorfahre zugeordnet wird. Ein Element darf dabei nur einmal in der Baumstruktur vorkommen, da sonst aggregierende Funktionen in einen Zyklus geraten könnten. Eine Hierarchie sollte durch einen sie charakterisierenden Namen bezeichnet werden. Dies ist wichtig, da Express mehrere Hierarchien pro Dimension verwalten kann, und diese eine wichtige Rolle bei der Datennavigation spielen. Dimensionsbeziehungen können durch *Relations* dargestellt werden. Hierbei können 1-zu-n- und n-zu-n-Beziehungen dargestellt werden. Oft benötigte Dimensionsausschnitte können als *Saved Selections* gespeichert werden. Dabei werden die Saved Selections dimensionsspezifisch verwaltet. Dem Anwender bleiben somit umfangreiche Einstellungen bzw. Operationen erspart, um eine bestimmte Sicht auf die Daten zu erzeugen.

Nach der Definition der Dimensionen können alle Kennzahlen und Ableitungsregeln kreiert werden. Originäre Kennzahlen werden in Express durch *Variables* implementiert (siehe Abb. 90). Für jede *Variable* muß ein Datentyp, z.B. Integer, angegeben werden. *Variables* sind die Datenbankobjekte, die die Werte in fest gespeicherter Form enthalten. Abgeleitete Kennzahlen können dagegen durch *Formulas* oder *Models* reali-

siert werden. Abgeleitete Kennzahlen werden normalerweise nicht materialisiert, sondern werden bei Anfrage berechnet und befinden sich nur temporär im Speicher. Es besteht alternativ die Möglichkeit, auch abgeleitete Kennzahlen bei der Datenübernahme mit Hilfe von *Programs* zu materialisieren.

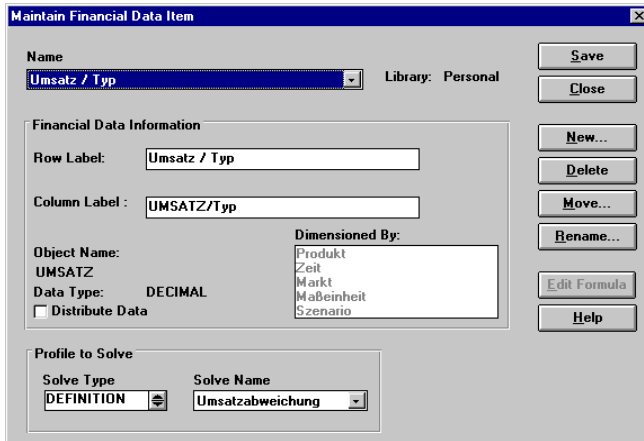


Abb. 90 Erstellen der Kennzahl *Umsatz pro Typ*

Verfolgt der OLAP-Entwickler den Singlecube-Ansatz, so muß er nur eine *Variable* erzeugen, die eine Kennzahlendimension besitzt, die alle zu analysierenden Kennzahlen als Elemente enthält. Ein Beispiel für eine solche Dimension wäre eine Deckungsbeitragsrechnung, wobei die Werte der einzelnen Elemente mit einem *Model* berechnet werden können. Ein *Model* kann einerseits ein Berechnungsmodell von gegenseitig abhängigen *Formulas* berechnen, andererseits aber auch, wie hier, die Werte einzelner Dimensionselemente aus den Werten anderer Elemente derselben Dimension berechnen. Bei der Definition eines *Model* muß zuerst die Dimension festgelegt werden, auf der das Berechnungsmodell beruht. Im nächsten Schritt sind die Kennzahlen zu definieren, für die das *Model* gelten soll. Danach können die einzelnen Berechnungen implementiert werden (siehe Abb. 91).

Für die angelegten Modelle bzw. Hierarchien können *Solves* definiert werden. Diese führen für bestimmte Dimensionselemente die vorgesehenen Ableitungen durch. Zur Definition eines *Solve* muß die Kennzahl angegeben werden, auf die sich die Ableitung bezieht (siehe Abb. 92). Danach ist festzulegen, ob eine bestimmte Ableitungsregel oder eine einfache Summierung durchzuführen ist. Zuletzt sind die Dimensionselemente auszuwählen, über die die Ableitung erfolgen soll. Mehrere *Solves* können auch zu *Group Solves* zusammengefaßt werden. *Group Solves* führen dann mehrere *Solves* gleichzeitig aus.

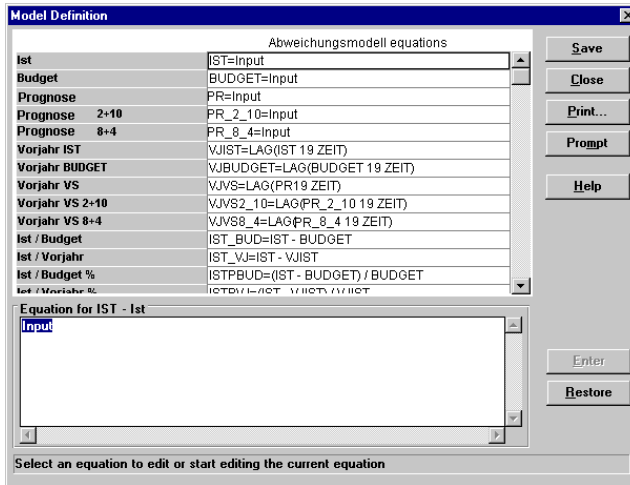


Abb. 91 Abweichungsmodell

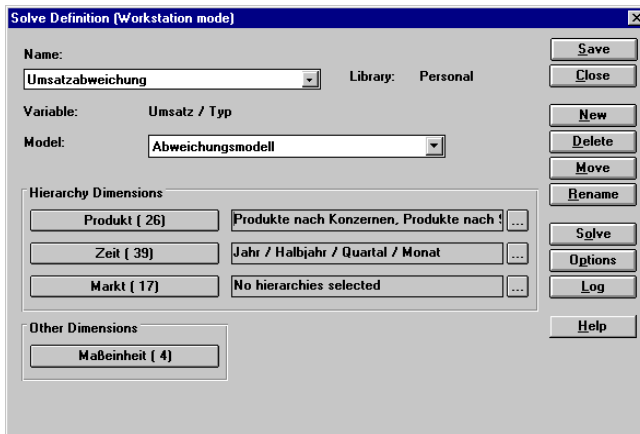


Abb. 92 Definition eines Solve

Der Singlecube-Ansatz ist nur sinnvoll, wenn alle zu betrachtenden Kennzahlen die gleiche Dimensionierung aufweisen. Sind die Kennzahlen unterschiedlich dimensioniert, so sollte der als flexibler einzuschätzende Multicube-Ansatz verwendet werden. Hierbei wird für jede Kennzahl eine eigene *Variable* bzw. *Formula* angelegt, die nur die von der Kennzahl benötigten Dimensionen besitzt. Hierdurch ist Speichereffizienz und inhärente Logik gewährleistet. Im vorliegenden Fall wurde daher der Multicube-Ansatz verwendet.

Bei der Definition von *Formulas* sind die Berechnungsvorschriften anzugeben, mit denen die abgeleiteten Daten berechnet werden. Die Berechnungen sollten dabei als Operationen auf den Elementmengen der Dimensionen gesehen werden. Bei Berechnungen ist darauf zu achten, ob diese entweder auf der gesamten Elementmenge oder nur einer Teilmenge ausgeführt werden. Diese Notwendigkeit ergibt sich aus dem Umstand, daß gerade die vom Anwender zur Betrachtung ausgewählten Dimensionselemente in einem *Valueset*<sup>614</sup> dieser Dimension gespeichert sind, auf der dann die Berechnung durchgeführt wird.

Nach der Strukturierung der Datenbank können die notwendigen Auswertungsroutinen definiert werden, z.B. wurde ein Programm zur Optimierung des Ergebnisses der gesamten Fahrzeugpalette aus Konzernsicht hinsichtlich Preis, Absatzmärkten, Konkurrenzsituation und Modellpolitik implementiert.

### 7.2.3.2 Gestaltung der Benutzerschnittstelle

Als weiterer Implementierungsaspekt müssen die Benutzerschnittstellen gestaltet werden. Hierzu können bestimmte vordefinierte Würfelausschnitte in Form von Reports, Tabellen oder Analysegrafiken gespeichert werden. In einem Report können die vorliegenden Daten statisch betrachtet werden. In Tabellen besteht die Möglichkeit, Daten dynamisch einzugeben, z.B. für die Planung. Der Anwender kann sich die Daten weiterhin in Grafikform visualisieren lassen. Es stehen die aus Tabellenkalkulationsprogrammen bekannten Grafiktypen zur Auswahl, wie z.B. Torten- oder Kreisdiagramm. In jeder dieser Benutzerschnittstellenart stehen dem Anwender alle Operationen zur Datennavigation zur Verfügung. Mittels Drag-and-Drop-Aktionen kann der Anwender dabei durch andere Anordnung der Dimensionen den Datenwürfel drehen. Außerdem stehen ihm Drill-Down- und Drill-Up-Funktionalitäten zur Verfügung.

Abb. 93 verdeutlicht die tabellarische Auswertung. Die Produktdimension stellt hier durch die Marken verschiedene Zeilenausprägungen dar, während die Szenariodimension mit ihren Elementen die Spaltenausprägungen bestimmt. Die anderen Dimensionen sind auf ein bestimmtes Element festgelegt. Hierdurch wird dem Anwender für das Jahr 1998 die Umsatzaufstellung aller Konzernmarken in Deutschland nach verschiedenen Szenarien gegliedert angeboten. Da die Produktdimension eine hierarchische Dimension ist, können die Umsätze der einzelnen Marken dabei bis auf die Fahrzeugtypenebene heruntergebrochen werden. Wird nun jedoch die Produktdimension gegen die Marktdimension ausgetauscht, dann ist für das Jahr 1998 eine Umsatzaufstellung des Konzerns zu sehen, die nach verschiedenen Ländermärkten und Szenarien gegliedert ist.

---

<sup>614</sup> Ein Valueset kann als Teilmenge aller Dimensionselemente betrachtet werden.

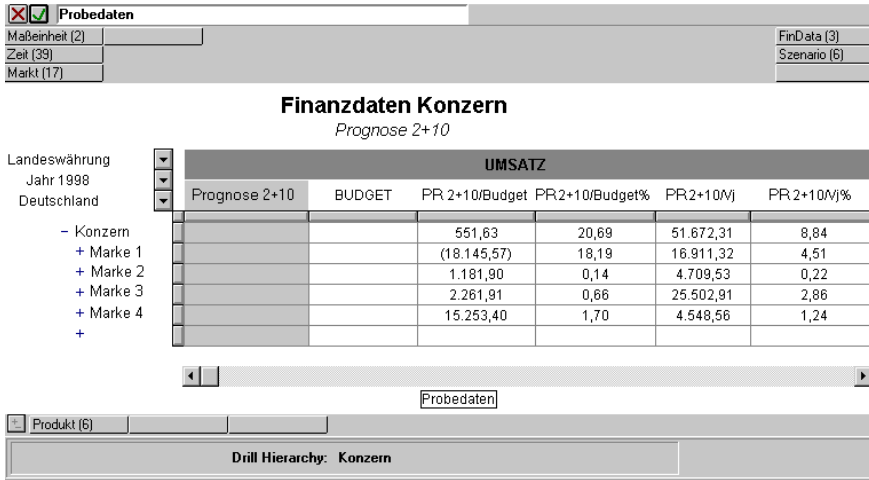


Abb. 93 Tabellarische Beispielauswertung

Abb. 94 zeigt die grafische Darstellung einer Preisindexanalyse in einem Säulendiagramm. Für jeden Fahrzeugtyp sind zwei Säulen aufgetragen, die einerseits den bereinigten und andererseits den unbereinigten Listenpreis in Beziehung setzt.

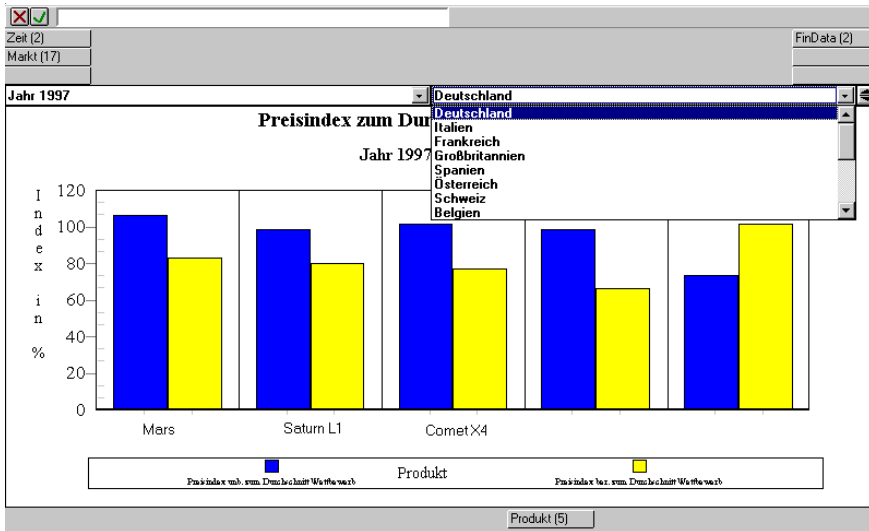


Abb. 94 Grafische Beispielauswertung

Das zentrale Navigationsinstrument in Express ist der *Selector* (siehe Abb. 95). Mit ihm können Kennzahlen, Dimensionen und Dimensionselemente flexibel ausgewählt werden. Je nach Struktur der angegebenen Dimension oder Kennzahl werden dem Anwender bestimmte Hilfsmittel zur Auswahl der Dimensionselemente an die Hand gegeben. Folgende Auswahlmöglichkeiten werden für Dimensionen angeboten:

- All*: Auswahl aller Dimensionselemente.
- Family*: Auswahl von Elementen anhand des Hierarchiebaumes, z.B. alle Vorfahren oder nur die Eltern eines Elements.
- Attribute*: Auswahl bezüglich bestimmter Attribute, z.B. alle blauen Produkte.
- Match*: Auswahl der Elemente durch einen Suchtext.
- Exception*: Auswahl von Elementen, die einen bestimmten vorgegebenen Wertebereich verlassen, z.B. Umsatzabweichung zum Vorjahr größer als 15%.
- Top/Bottom*: Auswahl der besten n bzw. schlechtesten n Elemente einer Dimension basierend auf einer Kennzahl.

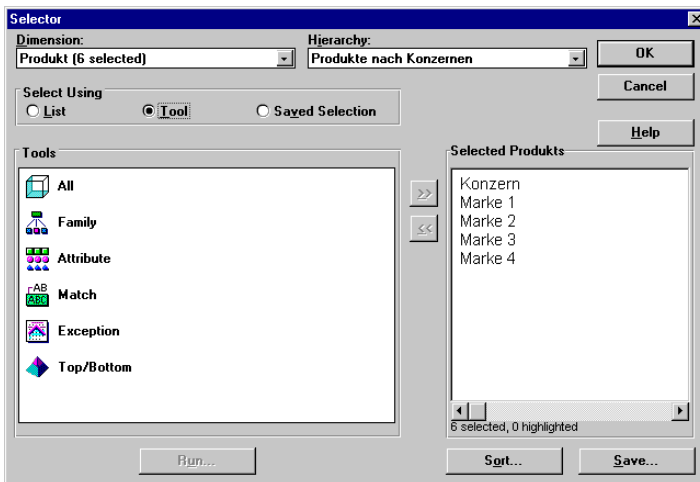


Abb. 95 Navigationsinstrument *Selector*

Da die vom Financial Analyser bereitgestellten Konstrukte nicht ausreichen, um die Projektvorgaben zu erfüllen, wurde mit der Entwicklungsumgebung Express Objects eine weitergehende Anwendung entwickelt. Diese Anwendung enthält ein Berichtssystem mit speziellen Grafiken und vordefinierten Tabellen. Es wurden vier vordefinierte Standardauswertungskomponenten für die Anwender implementiert: In der *Finanzanalyse* stehen vordefinierte Reports und Grafiken bereit, die Auskunft über die finanziellen Kennzahlen geben. So können unter anderem Abweichungsanalysen für Umsätze und Deckungsbeiträge durchgeführt werden. Der Programmpunkt *Marktanalyse* beinhaltet dieselben Analysen für marktseitige Kennzahlen wie Marktvolumen und



Marktanteil. In *Preisanalyse* können Preisindizes grafisch verglichen werden. Zuletzt besteht noch die Möglichkeit in der Komponente *Optimierung* eine Deckungsbeitrags-optimierung hinsichtlich der Fahrzeugpalette durchzuführen.

### 7.3 Controllinginformationssystem für die Produktion

#### 7.3.1 Anforderungen

Das folgende Modell wurde für das zentrale Produktionscontrolling eines Automobilherstellers entwickelt<sup>615</sup>. Das Produktionscontrolling ist im Stammhaus angesiedelt und erhält die relevanten Daten aus den dezentralen Controllingabteilungen der Produktionsgesellschaften. Das Produktionscontrolling hat daher die Abstimmung der Budget- und Mittelfristplanung zwischen den dezentralen Controllingstellen und den zentralen Instanzen im Stammhaus, unter Berücksichtigung zentraler Zielvorgaben, sicherzustellen. Die Planung erfolgt in einer Interaktion zwischen Gesellschaften und Zentrale, wobei eine schrittweise Annäherung an die unterschiedlichen Zielvorstellungen bis hin zur endgültigen Fixierung erfolgt. Die Einhaltung der Ziele von Seiten der Gesellschaften wird durch Soll-/Ist-Vergleiche auf Monatsbasis mit Projektion bis zum Jahresende überprüft. Dazu werden die relevanten Daten meist monatlich an die Zentrale übermittelt, wo sie zusammengeführt und für Analysen aufbereitet werden. Als Resultat der Analysen werden gegebenenfalls Gegensteuerungsmaßnahmen vom Stammhaus aus initiiert. Die Zentrale verfügte bisher über keine einheitliche Datenbasis für die Analyse. Die Daten wurden per Telefon, Fax oder E-Mail übermittelt und dann mit Excel weiterverarbeitet. Es fehlte sowohl eine einheitliche Strukturierung der Daten, als auch eine integrierte Datenbasis. Es sollte ein Konzept für automatisierte Datenübernahme aus den Produktionsgesellschaften in eine einheitliche Auswertungsdatenbank erstellt werden. Die Implementierung sollte mit Hilfe einer multidimensionalen Datenbank erfolgen, die über eine Schnittstelle zu Excel verfügt.

Alle für die Modellierung relevanten Sachverhalte sind Bestandteil der Standardberichterstattung. Die Datenquellen sind sehr heterogen, und sogar die Definitionen der Ableitungsregeln sind nicht einheitlich, da in den Produktionsgesellschaften unterschiedliche Verfahren zugrunde gelegt werden. Beispielsweise werden bei der Berechnung der Gesamtkosten unterschiedliche Kostenpositionen einbezogen. So rechnet eine Gesellschaft die sonstigen Einzelkosten hinzu, während eine andere sie außen vor läßt. Es existieren bei einer Reihe von Kennzahldefinitionen Differenzen, die bisher nicht beseitigt werden konnten. Würde das zentrale Produktionscontrolling generell seinen eigenen Standard benutzen, entstünde das Problem, daß die Produktionsgesellschaften trotzdem andere Werte erstellen würden und keine Vergleichbarkeit mehr gegeben wäre. Um einen Übergang auf dem Weg zu einer einheitlichen Definition al-

---

<sup>615</sup> Aus Vertraulichkeitsgründen wird das Unternehmen nicht genannt. Alle Angaben wurden anonymisiert. Das vorgestellte Modell basiert auf einem Projekt und wurde durch eine Studienarbeit begleitet.

ler Kennzahlen zu ermöglichen, wird von Seiten der Zentrale als Zugeständnis an die Produktionsgesellschaften die Forderung gestellt, die betroffenen Werte in zwei Versionen abzulegen: ein Wert der Produktionsgesellschaft und ein zentral berechneter.<sup>616</sup> Mögliche Abweichungen können so sichtbar gemacht und näher untersucht werden. Die im Folgenden angegebenen Definitionen werden vom zentralen Produktionscontrolling als Standard betrachtet, mit dem Ziel, in naher Zukunft eine Vereinheitlichung zu erreichen. Alle Daten werden von den Produktionsgesellschaften geliefert, es gibt keine weiteren Grunddaten, die von der Zentrale erfaßt werden.

## 7.3.2 Modellierung

### 7.3.2.1 Originäre und abgeleitete Kennzahlen

#### *Kennzahlen der internen Gewinn- und Verlustrechnung*

Der Automobilhersteller strebt schon seit längerer Zeit eine Harmonisierung von internen und externem Rechnungswesen an und hat daher seine Rechenkreise vereinheitlicht. Verwirklicht werden soll dadurch ein schlankes und effizientes Rechnungswesen, das nach einheitlichen Standards aufgebaut ist<sup>617</sup>. Ermöglicht werden soll dadurch eine strategisch-globale Unternehmens- und Konzernsteuerung<sup>618</sup>. Ein wichtiger Bestandteil des Monatsberichts ist daher die interne GuV, deren Aufbau in Tab. 20 beschrieben wird. Die interne GuV ist nach dem Umsatzkostenverfahren aufgebaut, wobei auf kalkulatorische Bestandteile verzichtet wird. Umsatzerlöse und Ergebnis stimmen in interner und externer GuV überein. Der Vorteile des Umsatzkostenverfahrens liegen unter anderem in der Ausweisung des Deckungsbeitrags I durch die Gegenüberstellung von Kosten und Erlösen sowie in der Möglichkeit, durch eine funktionale Gliederung Verantwortungsbereiche mit Hilfe der GuV zu steuern<sup>619</sup>.

Auf der Ebene der Produktionsgesellschaft wird die Gewinn- und Verlustrechnung, wie im Schema ersichtlich, bis zum Ergebnis nach Steuern durchgeführt. Für einzelne Sparten oder Produkte der Gesellschaften reicht sie bis zum operativen Ergebnis. Die monatliche Berichterstattung der Gesellschaften basiert zur Zeit noch auf DM. Zur Aufstellung der GuV liegen im geringen Umfang auch Daten in den jeweiligen Landeswährungen der Produktionsgesellschaften vor. Um eventuelle Umrechnungen zu ermöglichen, soll auch der Wechselkurs im System gepflegt sowie der EURO berücksichtigt werden.

---

<sup>616</sup> Dies wird in der Dimension für die Beschäftigtensicht deutlich.

<sup>617</sup> Daß der Vereinheitlichungsprozeß unternehmensweit noch nicht abgeschlossen ist, wurde anhand der unterschiedlichen Kennzahlendefinitionen in den Produktionsgesellschaften schon deutlich gemacht.

<sup>618</sup> Becker 1998, S. 1101.

<sup>619</sup> Sill 1995, S. 19 ff.

Nr.	Bezeichnung	Einheit	Bemerkungen/Rechenweg
1	Umsatzerlöse	Mio. DM	Erlöse zu internen Verrechnungspreisen
2	Materialkosten	Mio. DM	
3	Fertigungspersonalkosten	Mio. DM	
4	Beschaffungsnebenkosten	Mio. DM	
5	Sonstige Einzelkosten	Mio. DM	
6	Einzelkosten	Mio. DM	= 2 + 3 + 4 + 5
7	Deckungsbeitrag I	Mio. DM	= 1 - 6
8	Deckungsbeitrag I in % vom Umsatz	%	= 7 / 1 * 100
9	Indirekte Personalkosten	Mio. DM	
10	Sachgemeinkosten	Mio. DM	
11	Investitionsgemeinkosten	Mio. DM	
12	Bilanzielle Abschreibungen	Mio. DM	
13	Gemeinkostenabgrenzung	Mio. DM	
14	Service Fee	Mio. DM	Dienstleistungsposition
15	An- und Auslaufkosten	Mio. DM	
16	Vorruhestand	Mio. DM	
17	Wechselkurseffekte	Mio. DM	nur bei ausländischen Gesellschaften
18	Weiterbelastung an Dritte	Mio. DM	
19	Übrige Aufwendungen und Erträge	Mio. DM	
20	Gemeinkosten	Mio. DM	= Summe von 9 bis 19
21	Gemeinkosten in % vom Umsatz	%	= 20 / 1 * 100
22	Risikovorsorge	Mio. DM	
23	Sonstige Kosten und Berichtigungen	Mio. DM	
24	Operatives Ergebnis	Mio. DM	= 1 - 6 - 20 - 22 - 23
25	Operatives Ergebnis in % vom Umsatz	%	= 24 / 1 * 100
26	Beteiligungsergebnis	DM	
27	Bankergebnis	DM	
28	Bilanzielle Einflüsse	DM	
29	Ergebnis vor Steuern	DM	= 24 + 26 + 27 + 28
30	Ergebnis vor Steuern in % vom Umsatz	%	= 29 / 1 * 100
31	Ergebnis nach Steuern	DM	

Tab. 20 Kennzahlen der internen Gewinn- und Verlustrechnung<sup>620</sup>

<sup>620</sup> Das Kennzahlenschema der internen GuV wurde in dieser Form beim betroffenen Unternehmen vorgefunden. Es besitzt keine Allgemeingültigkeit für die Automobilbranche oder für die Gewinn- und Verlustrechnung im Produktionscontrolling. Es wird hier dargestellt, um die Umsetzung von multidimensionalen Strukturen zu verdeutlichen.

*Produktionsspezifische Kennzahlen*

Nr.	Bezeichnung	Einheit	Bemerkungen
32	Gesamtkosten allgemein	Mio. DM	Einzelkosten + Gemeinkosten
33	Gesamtkosten speziell	Mio. DM	
34	<i>Kosten pro Einheit</i>	DM	
35	<i>Arbeitsproduktivität</i>	Stück/Mitarbeiter	
36	Brutto-Cash-flow	Mio. DM	
37	sonstige Innenfinanzierungen	Mio. DM	
38	Investitionstätigkeiten	Mio. DM	
39	Netto-Cash-Flow	Mio. DM	
40	Vorräte brutto	Mio. DM	
41	Vorräte durchschnittl. Reichweise	Arbeitstage	
42	Kreditstand	Mio. DM	
43	Bruttoliquidität	Mio. DM	
44	Nettoliquidität	Mio. DM	
45	verbrauchte Zeiten	Stunden/Stück	
46	Off-Standards	Stunden/Stück	Teil von 45; Fertigungsmehrzeit; Beispiel Nacharbeit
47	Produktion	Stück	in Lüneburg Komponenten in Mio. DM
48	Beschäftigte	Mitarbeiter	Unterscheidung in Endstände und Durchschnitt
49	Leistungslohnbeschäftigte	Mitarbeiter	direktes Personal
50	Angestellte	Mitarbeiter	indirektes Personal
51	Zeitlohnbeschäftigte	Mitarbeiter	indirektes Personal
52	Leihbeschäftigte	Mitarbeiter	
53	Kontraktbeschäftigte	Mitarbeiter	
54	Werkstudenten	Mitarbeiter	
55	Arbeitstage	Tage	
56	Annualisierungsfaktor		zur Berechnung der Arbeitsproduktivität
57	Wechselkurs	Währung/1 DM	

Tab. 21 Produktionsspezifische Kennzahlen<sup>621</sup>

Neben den Kennzahlen der Gewinn- und Verlustrechnung gibt es eine Reihe von produktionsspezifischen Kennzahlen, die vor allem zur Kosten- und Produktivitätsoptimierung eingesetzt werden (Tab. 21). Die Positionen *Kosten pro Einheit* und *Arbeitsproduktivität* spielen eine zentrale Rolle als Steuerungsgröße im Produktionscontrolling und werden daher besonders hervorgehoben. Sie und weitere Kennzahlen werden im Folgenden erläutert:

<sup>621</sup> Die hier dargestellten Kennzahlen beruhen auf historisch geprägten Begrifflichkeiten im untersuchten Unternehmen. Die Termini sind daher als unternehmensspezifisch anzusehen.

### *Gesamtkosten allgemein*

Die „Gesamtkosten“ umfassen alle Kostenarten.

Gesamtkosten = Einzelkosten + Gemeinkosten

### *Gesamtkosten speziell*

Bei den speziellen Gesamtkosten, die auch als Basis für die Kennzahl *Kosten pro Einheit* dienen, werden nicht alle Kostenarten einbezogen. Ein Problem stellt die unterschiedliche Berechnung der einzelnen Produktionsgesellschaften dar, denn es gibt kleine Unterschiede bei den Kostenpositionen, die zur Berechnung der Gesamtkosten herangezogen werden. Beispielsweise werden in einer Produktionsgesellschaft die übrigen Aufwendungen und Erträge nicht mit hinzugerechnet, während alle anderen Gesellschaften diese Größe einbeziehen. Aufgrund dieser Unterschiede wurde eine einheitliche Ableitungsregel ausgearbeitet, auf die sich alle Gesellschaften umstellen sollen.

Gesamtkosten speziell = Fertigungspersonalkosten  
+ Beschaffungsnebenkosten  
+ indirekte Personalkosten  
+ Sachgemeinkosten  
+ Investitionsgemeinkosten  
+ bilanzielle Abschreibungen  
+ Gemeinkostenabgrenzung  
+ Service Fee  
+ Weiterbelastung an Dritte  
+ übrige Aufwendungen / Erträge

### *Kosten pro Einheit*

Für die kumulierten Werte der Kosten pro Einheit werden die kumulierten Gesamtkosten und das kumulierte Volumen zur Berechnung benutzt.

$$\text{Kosten pro Einheit} = \frac{\text{Gesamtkosten}}{\text{Volumen (Produktionsmenge)}}$$

### *Beschäftigte*

Die *Beschäftigten* lassen sich in unterschiedliche Typen unterteilen. Das *direkte Personal* beinhaltet nur die Mitarbeiter, die nach Akkord bezahlt werden (Leistungslohn). Das Gegenstück dazu ist das *indirekte Personal* mit nach Zeitlohn vergüteten Mitarbeitern und Gehaltsempfängern. Unter der Kennzahl *Gesamtbeschäftigte* werden alle Arten von Personal zusammengefaßt, das heißt *Leistungslohnbeschäftigte*, *Zeitlohnbeschäftigte*, *Angestellte*, *Leihbeschäftigte*, *Kontraktbeschäftigte* und *Werkstudenten*. Weiterhin existiert die Unterscheidung zwischen *durchschnittlich Beschäftigten* und *Endständen*. Der *Endstand* ist die jeweilige Beschäftigtenzahl am Ende eines Monats. Die *durchschnittlich Beschäftigten* geben den durchschnittlichen Stand eines Zeitraums (Monat) an. Sie lassen sich aus den Endständen folgendermaßen berechnen:

$$\text{durchschnittlich Beschäftigte (Monat)} = \frac{\text{Endstand (Vormonat)} + \text{Endstand (Monat)}}{2}$$

Für den kumulierten Wert der *durchschnittlich Beschäftigten* wird die Summe der Monatsendstände durch die Anzahl der Monate dividiert. Auch bei dieser Kennzahl gibt es eine Ausnahme. In einer Produktionsgesellschaft werden zur Berechnung der *durchschnittlich Beschäftigten* sämtliche Tagesbeschäftigungszahlen addiert und durch die Anzahl der Tage dividiert. Dieser Wert ist zwar genauer, behindert aber eine einheitliche Berechnung der Daten.

### *Arbeitsproduktivität*

Die *Arbeitsproduktivität* gehört neben den *Kosten pro Einheit* zu den zentralen Steuergrößen. Sie wird folgendermaßen berechnet.

$$\text{Arbeitsproduktivität} = \frac{\text{Volumen}}{\text{durchschnittlich Beschäftigte}} \cdot \text{Annualisierungsfaktor}$$

$$\text{Annualisierungsfaktor} = \frac{\text{Standardarbeitstage im Jahr (budgetiert)}}{\text{tatsächliche Arbeitstage}}$$

Der *Annualisierungsfaktor* hat zwei Funktionen. Zum einen wird die *Arbeitsproduktivität* als produzierte Einheiten pro Mitarbeiter im Jahr betrachtet. Daher wird mit dem Faktor ein Monatsergebnis auf das Jahr hochgerechnet. Dies wird dadurch erreicht, daß im Zähler immer die *Standardarbeitstage* für ein gesamtes Jahr angegeben werden, wohingegen im Nenner bei einer Monatsberechnung nur die *tatsächlichen Arbeitstage* des Monats einbezogen werden. Zum anderen werden dadurch abweichende Produktionszeiten, z.B. durch Mehrarbeit oder Samstagsschichten, gegenüber den Standardproduktionszeiten berücksichtigt. Dies ist notwendig, da sich die *Arbeitsproduktivität* nicht proportional zum Volumen der Mehrarbeit verhält. Bei einer Berechnung der *Arbeitsproduktivität* für ein gesamtes Jahr mit Mehrarbeit, wird der Nenner im Annualisierungsfaktor größer als der Zähler.

Der Wert für die *Standardarbeitstage* im Jahr wird im Budget während der Planung festgelegt. Normalerweise bleibt dieser Wert im gesamten Jahr unverändert. Allerdings sind Ausnahmen möglich, z.B. können sich durch Tarifverhandlungen unerwartete Änderungen in der Arbeitszeit ergeben. Für die Berechnung der *kumulierten Arbeitsproduktivität* werden die kumulierten Werte für das *Volumen*, die *durchschnittlich Beschäftigten* und die *tatsächlichen Arbeitstage* benutzt. Nur die *Standardarbeitstage* im Jahr bleiben identisch.

### *Cash-Flow*

Der *Cash-Flow* stellt keine wesentliche Steuergröße im Produktionscontrolling dar. Da er aber für die Beurteilung des Unternehmenserfolgs und die finanzielle Steuerung des Konzerns eine wertvolle Größe darstellt, wird er aus Vollständigkeitsgründen im Kennzahlenschema geführt.

Cash - Flow = Überschuß / Fehlbetrag

- + Abschreibungen / Zuschreibungen des Anlagevermögens
- + Abschreibungen / Zuschreibungen des Vermietvermögens
- + Veränderung der mittel- und langfristigen Rückstellungen
- + sonstige zahlungsunwirksame Aufwendungen / Erträge

*Sonstige Kennzahlen*

Auch Kennzahlen wie *Nettoliquidität* und *durchschnittliche Reichweite der Vorräte* werden im Monatsbericht berücksichtigt. Allerdings liegen die zur Berechnung notwendigen Größen nicht in eindeutiger Form in der Zentralabteilung vor, so daß diese Kennzahlen von den Produktionsgesellschaften übernommen werden.

**7.3.2.2 Dimensionierung**

Die *Produktdimension* beinhaltet drei Ebenen: *Gesamt*, *Sparte* und *Typ* (siehe Abb. 96). Die einzelnen Produktionsgesellschaften bearbeiten unterschiedliche Sparten, wobei sich zur Zeit vier Sparten unterscheiden lassen: Fahrzeugbau, Motorenfertigung, Getriebemontage und Komponentenfertigung. Die Gesellschaften sind in der Regel in mehreren Sparten tätig. Die Ergebnisse der einzelnen Sparten werden zu einem Gesamtergebnis der Produktionsgesellschaft verdichtet. Innerhalb jeder Sparte werden einzelne Produkttypen unterschieden. Diese Aufgliederung erfolgt in erster Linie in der Sparte Fahrzeugbau, in der die einzelnen Fahrzeugtypen der Marke enthalten sind, z.B. Comet x4 oder Satellit 11.

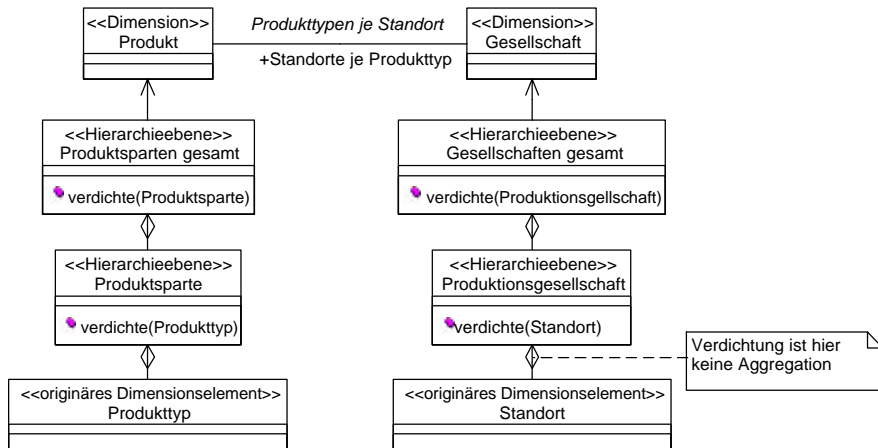



Abb. 96 Produkt- und Gesellschaftsdimension

In der *Gesellschaftsdimension* existieren ebenfalls drei Verdichtungsebenen. Auf der höchsten werden alle Produktionsgesellschaften aggregiert. Vom zentralen Produkti-

onscontrolling wird die Gesamtebene jedoch selten in Anspruch genommen. Die wesentliche Analyseebene sind die Produktionsgesellschaften. Alle Kennzahlen werden nach den einzelnen Gesellschaften geführt. Darunter existiert ergänzend die Standortebene, die besonders im Hinblick auf die an mehreren Standorten produzierenden Produktionsgesellschaften benötigt wird. Bei nur an einem Standort produzierenden Gesellschaften sind die Werte der Standorte gleich denen der Produktionsgesellschaft. Verglichen werden die Daten zwischen verschiedenen Gesellschaften bzw. Standorten, wobei es allerdings oftmals nicht genügt, einfach nur einzelne Kennzahlen zu vergleichen, sondern Zusatzinformationen nötig sind, die sich teilweise aus anderen Kennzahlen ableiten lassen. Beispielsweise muß bei einem Vergleich der *Arbeitsproduktivität* berücksichtigt werden, mit welchen Technologien an den einzelnen Standorten produziert wird.

Die *Produkt-* und die *Gesellschaftsdimension* können nicht einfach aggregiert werden, sondern die Verdichtungsmethode muß berücksichtigen, daß unter Umständen Werte fehlen oder auf Produktionsgesellschaftsebene Werte einbezogen werden, die nicht Bestandteil der Standortebene sind. Beide Dimensionen stehen zueinander in Beziehung. Die Dimensionsbeziehung *Produkt je Standort* besitzt die Kardinalität n-zu-m. Das bedeutet, daß zum einen ein Produkt bzw. eine Sparte an mehreren Standorten produziert werden kann, zum anderen ein Standort mehrere Produkte bzw. Sparten besitzen kann. Tab. 22 verdeutlicht, welche Sparten derzeit an den einzelnen Standorten bearbeitet werden.

	Fahrzeuge	Komponenten	Getriebe	Motoren
Braunschweig				
Celle				
Hildesheim				
Hannover				
Lüneburg				

 Sparte ist am Standort vertreten

Tab. 22 Standorte und Produktsparten

Die *Zeitdimension* ist analog wie im vorherigen Abschnitt aufgebaut (siehe Abb. 84). Bei der Kennzahlenverdichtung ist zu beachten, daß nicht alle Kennzahlen summiert werden können, wie z.B. die *durchschnittlich Beschäftigten* eines Jahres.

Im Modell existieren drei partitionierende Dimensionen für *Währung*, *Szenario* und *Beschäftigung*, wobei *Währungs-* und *Szenariodimension* analog wie im Beispiel des Produktanalyseystems aufgebaut sind (siehe Abb. 85 und Abb. 86). Die Besonderheit der *Szenariodimension* liegt in der Berechnung der verdichteten Werte der einzelnen Kennzahlen. Für den Großteil der Kennzahlen ist der kumulierte Wert gleich der Addi-



tion der einzelnen Monatswerte. Allerdings gibt es einige Ausnahmen, die in Tab. 23 aufgelistet sind.

In Abb. 97 ist als letztes die *Beschäftigungsdimension* dargestellt, die ausschließlich für Beschäftigungskennzahlen benötigt wird. Das Personal wird zum einen in Endständen gemessen, zum anderen als Durchschnittswert. Anhand der Endstände lassen sich die Durchschnitte berechnen. Allerdings gibt es bei einer Produktionsgesellschaft die Ausnahme, daß die Durchschnitte anhand von Tagesendständen, die in der Zentrale nicht vorliegen, berechnet werden und nicht wie in den anderen Gesellschaften mittels Monatsendständen. Aus diesem Grund gibt es ein zusätzliches Dimensionselement, in dem die Durchschnittswerte, die von den Gesellschaften berichtet werden, enthalten sind.

Verdichtungsregel	Kennzahl
Der kumulierte Wert eines Monats ist gleich dem nicht kumulierten.	Vorräte brutto Kreditstand Bruttoliquidität Nettoliquidität
Die kumulierten Werte werden nach derselben Regel berechnet, die auch für nicht kumulierte Werte benutzt wird, allerdings werden in diesem Fall die kumulierten Größen zu Berechnung benutzt.	Arbeitsproduktivität Gesamtkosten pro Einheit alle % - Werte
Die kumulierten Werte ergeben sich aus einer alternativen Regel.	alle Beschäftigtenkennzahlen verbrauchte Zeiten Off-Standards
Der kumulierte Wert kann gar nicht in der Abteilung berechnet werden, da die notwendigen Größen zur Berechnung nicht vorliegen. Der Wert wird manuell eingegeben und nicht berechnet.	Vorräte Ø Reichweite

Tab. 23 Besondere Verdichtungsvorschriften

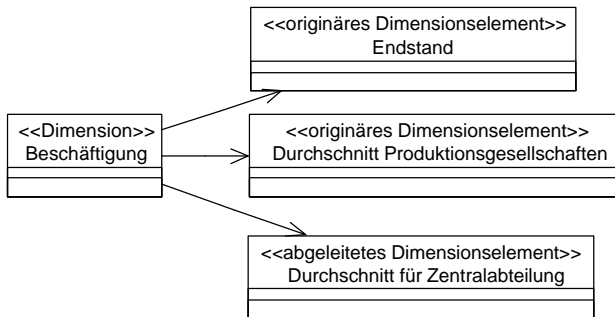


Abb. 97 Beschäftigungsdimension

### 7.3.2.3 Analysematrizen

Abb. 98 zeigt drei Analysematrizen mit finanziellen Kennzahlen, die deshalb alle eine Währungsdimension besitzen. Die oberste beinhaltet alle Positionen der Gewinn- und Verlustrechnung. In der Darstellung wird aus Platzgründen nur der erste Kennzahlenblock aus Tab. 20 wiedergegeben. Die mittlere Matrix besitzt die gleichen Dimensionen wie die obere, allerdings repräsentiert sie Kennzahlen außerhalb der Gewinn- und Verlustrechnung. Eine Kennzahl in diesem Bereich ist das *Produktionsvolumen*, das in Ausnahmefällen (z.B. Komponenten in Lüneburg) als finanzielle Kennzahl angegeben wird. Die unterste Matrix steht für Kennzahlen, die keine Produktdimension besitzen. Das liegt daran, daß diese Kennzahlen nicht in bezug zu einem Produkt oder einer Sparte stehen, sondern lediglich zu einer Produktionsgesellschaft.

Nicht-monetäre Kennzahlen sind in Abb. 99 aufgeführt. Ihnen fehlt die Währungsdimension, ansonsten werden sie ebenfalls den einzelnen Standorten und Produkten zugeordnet. Die Kennzahlen der *Beschäftigten* besitzen die zusätzliche Dimension *Beschäftigung*. Sie bestimmt die unterschiedlichen Betrachtungsweisen des Personals, die Endstände oder Durchschnitte.

<<Betriebswirtschaftliche Analysematrix>> Gewinn- und Verlustrechnung	
	originäre Kennzahlen = Umsatzerlöse, Materialkosten, Fertigungspersonalkosten, Beschaffungsnebenkosten, sonstige Einzelkosten
	abgeleitete Kennzahlen = Einzelkosten, Deckungsbeitrag I, Deckungsbeitrag II in % vom Umsatz
	Dimensionsmatrix = (Produkt, Standort, Szenario, Währung, Zeit)
<<Betriebswirtschaftliche Analysematrix>> produktionsspezifische Kennzahlen	
	abgeleitete Kennzahlen = Fabrikkosten, Gesamtkosten, Kosten pro Einheit, Brutto-Cash-Flow, Netto-Cash-Flow, sonstige Innenfinanzierung, Investitionstätigkeit, Produktion
	Dimensionsmatrix = (Produkt, Standort, Szenario, Währung, Zeit)
<<Betriebswirtschaftliche Analysematrix>> Sonstige Kennzahlen	
	originäre Kennzahlen = Kreditstand, Brutto-Liquidität, Netto-Liquidität
	Dimensionsmatrix = (Standort, Szenario, Währung, Zeit)

Abb. 98 Analysematrizen für monetäre Kennzahlen

In den Darstellungen dieses Abschnitts sind einige eigentlich originäre Kennzahlen als abgeleitete Kennzahlen modelliert worden. Der Grund dafür liegt in der zum Teil unterschiedlichen Definition einzelner Begriffe im Unternehmen. Wie bereits erwähnt wurde, gibt es leichte Differenzen bei der Berechnung. Vor diesem Hintergrund wurde an das Informationssystem die Anforderung gestellt, daß diese Kennzahlen einerseits originär von den Produktionsgesellschaften übernommen werden sollten, andererseits

sollten sie zusätzlich in der Zentralabteilung mit einer dort einheitlich vorgegebenen Ableitungsregel ermittelt werden. Folglich existieren für diese Kennzahlen jeweils ein originärer und ein abgeleiteter Wert.







<<Betriebswirtschaftliche Analysematrix>> nicht-monetäre Produktionskennzahlen	
	originäre Kennzahlen = Arbeitstage, Produktionsmenge, Produktionszeiten, Off-Standards
	abgeleitete Kennzahlen = Arbeitsproduktivität, Annualisierungsfaktor
	Dimensionsmatrix = (Produkt, Standort, Szenario, Zeit)
<<Betriebswirtschaftliche Analysematrix>> Beschäftigte	
	originäre Kennzahlen = direktes Personal, indirektes Personal, Leistungsbeschäftigte, Zeitbeschäftigte, Angestellte, Leihbeschäftigte, Kontraktbeschäftigte, Werkstudenten
	abgeleitete Kennzahlen = Gesamtbeschäftigte
	Dimensionsmatrix = (Beschäftigung, Produkt, Standort, Szenario, Zeit)

Abb. 99 Analysematrizen für nicht-monetäre Kennzahlen

### 7.3.3 Implementierung

Die Implementierung wurde wiederum mit Express vorgenommen. Die Ableitungsregeln für die Kennzahlen wurden als „Programs“ und „Models“ implementiert, da mit diesen Konstrukten die Kennzahlen sehr viel differenzierter definiert werden können als in „Formulas“. Der Nachteil liegt darin, daß bei jeder Änderung der Daten die entsprechenden Programme aufgerufen werden müssen, um die Kennzahlen neu berechnen zu lassen. Dies ist allerdings zweckmäßig, da die Änderung bzw. der Neu-Import der Daten nur einmal im Monat erfolgt.

Bei der Implementierung wurde das Multicube-Prinzip angewandt, so daß jede Kennzahl als eigener Würfel implementiert wird. Für einige Kennzahlen werden sogar zwei Würfel benutzt. Dabei handelt es sich um die Kennzahlen, die einerseits von den Produktionsgesellschaften übernommen, andererseits von der Abteilung bzw. dem OLAP-System berechnet werden. Zu jeder Kennzahl wurde ein „Program“ implementiert, das Berechnungen durchführt, die für die Datenvereinheitlichung notwendig sind. „Programs“ werden weiterhin bezüglich der abgeleiteten Kennzahlen und von Dimensionselementen, wie z.B. der Szenariodimension benötigt. Abgeleitet werden *Ist kumuliert*, *Budget kumuliert*, *Abweichung Ist – Budget*, *Abweichung Ist kumuliert – Budget kumuliert*, *Abweichung VS Gesamtjahr – Budget Gesamtjahr* und *Abweichung VS Gesamtjahr – Vorjahr Ist*. Diese Dimensionselemente der Szenariodimension wurden nicht als Konstrukt „Model“ implementiert, da ein „Model“ nicht geeignet ist, die jeweiligen Ausprägungen für unterschiedliche Kennzahlen differenziert zu berechnen. Die Notwendigkeit der unterschiedlichen Berechnung begründet die Zuordnung eines eigenen „Programs“ zu jeder Kennzahl, was zusätzlich den Vorteil hat, daß alle für eine bestimmte Kennzahl relevanten Berechnungen eine übersichtliche Einheit bilden. Aller-

dings erfordert diese Methode mehr Programmcode, und bei der monatlichen Aktualisierung der Datenbank müssen viele einzelne Programme ausgeführt werden. Für abgeleitete Kennzahlen wurden neben „Programs“ auch „Models“ implementiert. In einem „Model“ ist nur die betriebswirtschaftliche Formel abgelegt, nach der sich die Kennzahl definiert. Die eigentliche Ableitung wird im „Program“ durchgeführt. Sollte sich eine Regel ändern, braucht diese Änderung nur im „Model“ nachvollzogen zu werden und nicht an mehreren Stellen des „Program“. Zur Beschreibung der Implementierung einer Kennzahl wurde die Definitionstabelle um implementierungstechnische Zeilen für „Formula“, „Model“ und „Program“ ergänzt (siehe die Definition der Kennzahl Gesamtkosten aus Abschnitt 7.3.2.1, die in Tab. 24 näher beschrieben wird).

Bezeichnung	Gesamtkosten
Kurzbezeichnung	GK
Maßeinheit	originär DM (siehe Währungsdimension)
Dimensionen	Produkt, Standort, Szenario, Währung, Zeit
Status	abgeleitete Kennzahl
Beschreibung	Spitzenwert aller Kostenarten
Definition	Fertigungspersonalkosten + Beschaffungsnebenkosten + indirekte Personalkosten + Sachgemeinkosten + Investgemeinkosten + bilanzielle Abschreibungen + Gemeinkostenabgrenzung + Service Fee + Weiterbelastung an Dritte + übrige Aufwendungen/Erträge
Datenherkunft	-
Function	f_gesamtkosten
Model	m_gesamtkosten
Program	p_gesamtkosten
Aktualisierung	monatlich

Tab. 24 Implementierung der Kennzahl Gesamtkosten

Tab. 25 bietet eine Übersicht über alle implementierten Dimensionen, ihre Bezeichnungen und ihre Dimensionselemente. Grundsätzlich gibt es Kennzahlen, für die eine Aggregation entlang von Hierarchien nicht sinnvoll ist, z.B. kann die *Arbeitsproduktivität* der Sparten Fahrzeugbau und Komponentenfertigung nicht summiert werden. Desweiteren sind die Regeln, nach denen die Kennzahlen aggregiert werden müßten sehr unterschiedlich. Dieses Problem ist ähnlich zu dem der unterschiedlichen Kumulationen in der Szenariodimension. Die Aggregation der Kennzahlen über die Gesellschaftsdimension ist ebenfalls nicht trivial, da bei der Implementierung das Problem der „missing values“ auftritt. So kann es vorkommen, daß die angelieferten Werte auf Ebene einer Produktionsgesellschaft ungleich der Verdichtung der jeweils zu dieser Gesellschaft gehörenden Standorte ist, da z.B. in das Gesellschaftsergebnis Erträge aus Immobiliengeschäften einfließen. Es gibt mehrere Möglichkeiten, dieses Problem zu

behandeln. Auf der Ebene der Standorte kann z.B. ein Platzhalter-Standort bzw. eine Position „sonstige Erträge“ etabliert werden, die genau die Differenz enthält. Man kann prinzipiell die Muttergesellschaft selbst ein zweites Mal als Platzhalter auf der Standortebene führen. Die Position kann andererseits aber auch weggelassen werden, wenn man das Ergebnis der Gesellschaften nicht im Datenbanksystem berechnet, sondern als für das System originären Wert vorverdichtet importiert. Dem Anwender muß nur hinreichend klar gemacht werden, daß die Werte der Muttergesellschaft nicht der Aggregationen der Standorte entsprechen. In Verbindung hiermit ist auch die notwendige Konsolidierung der internen Leistungsbeziehungen der verschiedenen Standorte zu sehen.

Dimension	Dimensionsname	Dimensionselemente	Ebene	Bezeichnung der Dimensionselemente
Produkt	PRODUKT	GESAMT	3	Gesamt
		FAHRZEUGE	2	Fahrzeugbau
		MOTOREN	2	Motorenfertigung
		GETRIEBE	2	Getriebemontage
		KOMPONENTEN	2	Komponentenfertigung
		ROHKAROSSEN	2	Rohkarossen
		COMET_X4	1	Comet x4
		SATELLIT_L1	1	Satellit I1
		...	...	....
Standort	STANDORT	GESAMT	3	Gesamt
		BRAUNSCHWEIG	2	Produktionsgesellschaft BS
		CELLE	2	Produktionsgesellschaft Celle
		NORD	2	Produktionsgesellschaft Nord
		BRAUNSCHWEIG	1	Braunschweig
		CELLE	1	Celle
		HILDESHEIM	1	Hildesheim
		HANNOVER	1	Hannover
		LÜNEBURG	1	Lüneburg
sonstige Erträge Nord	1	Platzhalter für Erträge der Mutter		
Währung	WAEHRUNG	DM	-	DM
		EURO		Euro
Zeit	ZEIT	JAN98	1	Januar 1998
		...	...	...
		DEZ98	1	Dezember 1998
		GESAMT98	2	Gesamtjahr 1998
		JAN99	1	Januar 1999
		...	...	...
		DEZ99	1	Dezember 1999
GESAMT99	2	Gesamtjahr 1999		

Tab. 25 Ausschnitt der Dimensionsübersicht

Abb. 100 zeigt einen Bildschirmauszug der Realisierung.

Währung (2) DM    Produkt/Sparte (36) Comet_X4    Measure (12)    Szenario (7) Standort (8) TU_Braunschweig    Zeit (12) Februar98						
DM	IST	Abweichung Budget	IST kumuliert	Abweichung Budget kumuliert	Prognose Gesamtjahr	Buc
Comet_X4						
TU_Braunschweig						
Februar98						
Umsatz	8.000	-1.000	15.000	-1.800	110.000	
Einzelkosten	2.000	500	4.000	900	25.000	
Deckungsbeitrag	6.000	-1.500	11.000	-3.100	85.000	
Fixkosten	1.500	600	3.100	900	18.100	
Risikovorsorge	1.000	200	2.000	300	12.700	
sonstige Kosten und Berechtigungen	800	100	1.500	150	8.000	
operatives Ergebnis	2.700	-2.400	4.400	-3.000	46.200	
Beteiligungsergebnis	300	200	500	300	3.800	
Bankergebnis	200	100	250	210	2.100	
bilanzielle Einflüsse	100	50	90	90	1.100	
Ergebnis vor Steuern	3.300	-2.050	5.240	-3.700	53.200	
Ergebnis nach Steuern	2.000	-1.000	4.100	-2.000	39.800	

Abb. 100 Interne Gewinn- und Verlustrechnung

## 7.4 Informationssysteme im Konzern

Aktuell wird der Einsatz von Data-Warehouse-Lösungen in Konzern- bzw. Holdingstrukturen diskutiert. Zahlreiche Veröffentlichungen beschäftigen sich in jüngster Zeit mit diesem Anwendungsgebiet für die integrierte multidimensionale Datenhaltung<sup>622</sup>. Die Determinanten eines Data-Warehouse-Konzepts in Konzernstrukturen unterscheiden sich sowohl betriebswirtschaftlich, rechtlich als auch informationstechnisch von denen für Einzelunternehmen. Die Determinanten sind vor allem von der konkreten Ausprägung des Konzerns abhängig. Die Bestimmungsfaktoren hängen dabei von der Organisation der Konzernführung, der Aufbauorganisation der Konzerngesellschaften und dem Umfang und der Struktur der zentralen Einheiten ab<sup>623</sup>. In der Literatur finden sich mit Finanzholding, Managementholding und Stammhauskonzern drei Idealtypen der Konzernführung, die bei der Konzeption von Führungsinformationssystemen und Data Warehouse unterschieden werden sollten<sup>624</sup>.

### 7.4.1 Konzernkonsolidierung

Eine wesentliche Methode für die Datenaufbereitung auf Konzernebene ist die Konsolidierung. Durch sie werden die Daten von impliziten Beziehungen, die zwischen Tochterunternehmen in Konzernen zwangsläufig bestehen, bereinigt. Dies ist Grundvoraussetzung für eine Datenanalyse auf Konzernebene. Der Begriff Konsolidierung wird in der Praxis oft undifferenziert gebraucht. Allgemein werden im Zuge einer

<sup>622</sup> Z.B. Schumann 1998, S. 8; Kagermann/Sinzig 1998, S. 383; Weber/Fröhling 1998, S. 429; Reichmann/Baumöl 1998, S. 15.

<sup>623</sup> Kraege 1998a, S. 102 f.

<sup>624</sup> Kraege 1998a, S. 114.

Konsolidierung viele gleichartige Datensätze (innerhalb von Unternehmen meist in Form von Kontenwerten) zusammengetragen und zu einem ganzen zusammengefaßt. Wie bei dieser Zusammenfassung jedoch konkret vorgegangen wird, ist zum Teil sehr unterschiedlich. Allein im Bereich des Berichtswesens können drei verschiedene Formen der Konsolidierung – auch im alltäglichen Sprachgebrauch des Controllers – voneinander abgegrenzt werden:

- *Handelsrechtliche Konzernkonsolidierung (externe Konsolidierung)*  
Für die Rechnungslegung nach deutschem (HGB), amerikanischem (US-GAAP) oder internationalem Recht (IAS) muß eine handelsrechtliche Konsolidierung im Rahmen des Konzernabschlusses vorgenommen werden. Sie besteht aus den Schritten Kapitalkonsolidierung, Forderungen- und Schuldenkonsolidierung, Zwischenergebniseliminierung sowie Aufwands- und Ertragskonsolidierung. Die handelsrechtliche Konsolidierung ist gesetzlich vorgeschrieben. Daher muß der fertige Konzernabschluß von einem unabhängigen Wirtschaftsprüfer auf seine Ordnungsmäßigkeit hin begutachtet werden.
- *Managementkonsolidierung (interne Konsolidierung)*  
Diese Art der Konsolidierung wird i. d. R. innerhalb eines Managementinformationssystems angewendet. Es werden hierbei „echte“ Konsolidierungsberechnungen – im Sinn einer Eliminierung von innerbetrieblichen Vorgängen – vorgenommen, um ein realistisches Bild vom Konzernergebnis auch unterjährig zur Verfügung stellen zu können. Die Betonung bei der Managementkonsolidierung liegt jedoch eindeutig auf den Punkten einfache Handhabung und Schnelligkeit, zu deren Gunsten auf eine bis zur feinsten Detaillierungsstufe abgebildete Genauigkeit verzichtet wird. Eine Ausrichtung an handelsrechtlichen Vorschriften ist im Rahmen der Managementkonsolidierung natürlich nicht notwendig.
- *Kennzahlenverdichtung*  
Eine dritte Intention des Begriffs Konsolidierung gilt einerseits dem Vorgang der Datenvereinheitlichung bei der Übernahme in ein multidimensionales Informationssystem und andererseits der Vorverdichtung von Kennzahlen.

Um die drei Begriffe klar auseinanderzuhalten, sollte die jeweils intendierte Art der Konsolidierung genauer spezifiziert werden, indem grundsätzlich von Management- und handelsrechtlicher Konsolidierung sowie von Datenvereinheitlichung und Verdichtung gesprochen wird.

Ziel der handelsrechtlichen Konsolidierung ist die Erstellung eines Konzernabschlusses nach HGB. Hierzu werden die Vermögens- Finanz und Ertragslage der einbezogenen Unternehmen so dargestellt, als wenn es sich um ein einziges Unternehmen handelt<sup>625</sup>. Gemäß dieser Einheitstheorie ist der Konzernabschluß für Tochterunternehmen (§ 290 HGB), Gemeinschaftsunternehmen (§310 HGB) und assoziierte Unternehmen zu erstellen. Nach § 294 HGB ist der Konzernabschluß als Weltabschluß, unter Einbe-

---

<sup>625</sup> § 297 Abs. 3 Satz 1 HGB.

ziehung des Mutterunternehmens und aller in- und ausländischen Tochterunternehmen anzufertigen. Grundsätzlich bestehen zwei Möglichkeiten der Konzernbuchhaltung: bei der originären Form werden alle für den Konzernabschluß relevanten Geschäftsvorfälle in den Tochterunternehmen parallel mitkontiert. Im Gegensatz dazu werden bei der derivativen Konzernbuchhaltung in den Einzelabschlüssen der Tochterunternehmen Ergänzungen und Korrekturen vorgenommen und dadurch der Konzernabschluß abgeleitet. Letztere Form wird in der Praxis fast ausschließlich benutzt, so daß im Folgenden nur noch von der derivativen Form ausgegangen wird.

Jedes Tochterunternehmen eines Konzerns erstellt einen eigenen Jahresabschluß. Dieser ist nach den konzerneinheitlichen Bilanzierungsrichtlinien in die Handelsbilanz II (HB II) zu überführen<sup>626</sup>. Hierzu zählt auch die Währungsumrechnung ausländischer Töchter. Die HB II kann je nach Konstellation von der jeweiligen Tochter aber auch von der Konzernmutter erstellt werden. Im Summenabschluß werden alle Positionen der HB II, wie z.B. Vermögensgegenstände, Schulden, Bilanzierungshilfen, Rechnungsabgrenzungsposten, Aufwendungen und Erträge als auch das Eigenkapital von Mutter- und konsolidierten Tochterunternehmen zusammengefaßt<sup>627</sup>. Im Rahmen der Kapitalkonsolidierung wird das Eigenkapital der Töchter nach bestimmten, wählbaren Verfahren abhängig von der Beteiligungsquote erfaßt. Bei der Aufwands- und Ertragskonsolidierung werden aus der GuV diejenigen Aufwendungen und Erträge eliminiert, die aus konzerninternen Transaktionen stammen. Durch die Zwischenergebniskonsolidierung werden alle Zwischenergebnisse aus dem Austausch von Lieferungen und Leistungen unter den Konzernunternehmen herausgerechnet, um z.B. Scheingewinne zu vermeiden. Durch die Schuldenkonsolidierung sollen konzerninterne Kreditverhältnisse, wie z.B. Ausleihungen, Forderungen, Rückstellungen und Verbindlichkeiten zwischen den Tochtergesellschaften eliminiert werden. Weiterhin muß im Rahmen der Konsolidierung eine Nebenrechnung zur Bildung und Auflösung von latenten Steuern erfolgen. Als Ergebnis der Konsolidierung läßt sich der Konzernabschluß mit Bilanz, GuV und Anlage sowie der Konzernlagebericht erstellen.

Für die Ausgestaltung des internen Konzernberichtswesens gibt es eine beliebige Anzahl von relevanten Komponenten. Häufig genannt wird unter anderem die Spartergebnisrechnung, die den Erfolg und seine Teilkomponenten weltweit spartenbezogen darstellt<sup>628</sup>. Sparten sind Teilbereiche des Unternehmens, die Produkte oder Produktgruppen verantworten. Konzernsegment und Konzernsparte können deckungsgleich sein, wenn das Segment erzeugnisbezogen definiert ist<sup>629</sup>. Weiteres Instrument ist die Konzernkostenrechnung, die Kosten- und Erlösinformationen einzelner Konzernunternehmen bzw. Standorte erfaßt und Informationen über Kosten, Erlöse und Ergebnisse

---

<sup>626</sup> Bossert/Manz 1997, S. 265.

<sup>627</sup> Kütting/Weber 1998, S. 1159.

<sup>628</sup> Steinbichler 1990, S. 146.

<sup>629</sup> Ruhnke 1995, S. 108.



des Gesamtkonzerns und der Konzernunternehmen liefert<sup>630</sup>. Diese Form der Kostenrechnung ist allerdings nur in Konzernen mit starker Zentralisation und Integration der Töchter möglich<sup>631</sup>. Nicht sinnvoll wäre eine solche Rechnung z.B. für eine Finanzholding. Eine wichtige Stellung kommt dem Aufbau eines konzernweiten Kennzahlensystems zu. Neben finanziellen Kennzahlen sind Führungskennzahlen, wie das operative Ergebnis oder umsatzbezogene Kennzahlen relevant. Spezifisch für ein Konzerninformationssystem sind unternehmenswertorientierte Kennzahlen, wie z.B. der Discounted-Cash-Flow oder der Return on Capital Employed, um Beteiligungen an ihrem Wert zu messen. Bei Spartenergebnisrechnung, Konzernkostenrechnung aber auch bei der Kennzahlengenerierung sind die Bestandteile zu eliminieren, die aus Beziehungen mit anderen Konzerntöchtern resultieren. Dies sollte prinzipiell nach den gleichen Grundsätzen geschehen, wie bei der handelsrechtlichen Konsolidierung<sup>632</sup>. In der Praxis wird die Konsolidierung in der monatlichen Konzernberichterstattung gegenüber der externen allerdings vereinfacht.

#### **7.4.2 Integration der Informationssysteme in Konzernstrukturen**

Für die Ausgestaltung der innerbetrieblichen Informationsverarbeitung spielt die horizontale und vertikale Integration der Informationssysteme eine entscheidende Rolle. Horizontal wird auf operativer Ebene der mengen- und wertmäßige Einsatz der Elementarfaktoren im Leistungsprozeß eines Unternehmens über die verschiedenen betrieblichen Teilbereiche hinweg abgebildet<sup>633</sup>. Vertikal werden die Daten aus den operativen Systemen für Systeme zur Unterstützung von Management und Controlling aufbereitet und verdichtet.

Im Unterschied dazu wird die Integration von Informationssystemen in überbetrieblicher Sichtweise durch externe Faktoren determiniert. Die Notwendigkeit einer horizontalen Integration hängt zum Beispiel von der betrachteten Konzernstruktur ab. Im Integrationskonzern besteht eine enge Leistungsverflechtung innerhalb der Konzerntöchter. Hier macht ein hoher horizontaler Integrationsgrad Sinn, um zum Beispiel die Disposition von Rohstoffen und Halberzeugnissen zwischen den Töchtern zu koordinieren. Die Verflechtungen sollten direkt an der Quelle bei den beteiligten Unternehmen erfaßt werden, damit die für externe Konsolidierungszwecke notwendige Eliminierung zwischengesellschaftlicher Ergebnisse und der Aufwands- und Ertragskonsolidierung automatisch durch die Tochterunternehmen erfolgt bzw. vorbereitet wird<sup>634</sup>. Demgegenüber spielt im Normalfall innerhalb einer Finanzholding die leistungswirtschaftliche Verflechtung der Beteiligungen nur eine untergeordnete Rolle, so daß hier nur ein sehr geringer oder kein Informationsaustausch notwendig ist. Eliminierungen können dann auch im Nachhinein auf der Ebene der Konzernmutter erfolgen.

---

<sup>630</sup> Wullenkord 1995, S. 56.

<sup>631</sup> Borchers 1997, S. 65.

<sup>632</sup> Früh/Wegmann 1989, S. 375.

<sup>633</sup> Mertens 1995, S. 4.

<sup>634</sup> Zipfel 1995, S. 169.

In allen Konzernstrukturen ist aber eine vertikale Integration der Informationssysteme für das Konzernberichts-wesen notwendig: einerseits für die Zwecke des gesetzlich vorgeschriebenen externen Rechnungswesens, aber auch für die darüber hinaus benötigten internen Kennzahlen zum Beteiligungscontrolling. Die Ausgestaltung der internen Berichterstattung hängt von der jeweiligen Ausprägung der betrachteten Konzernstruktur ab.

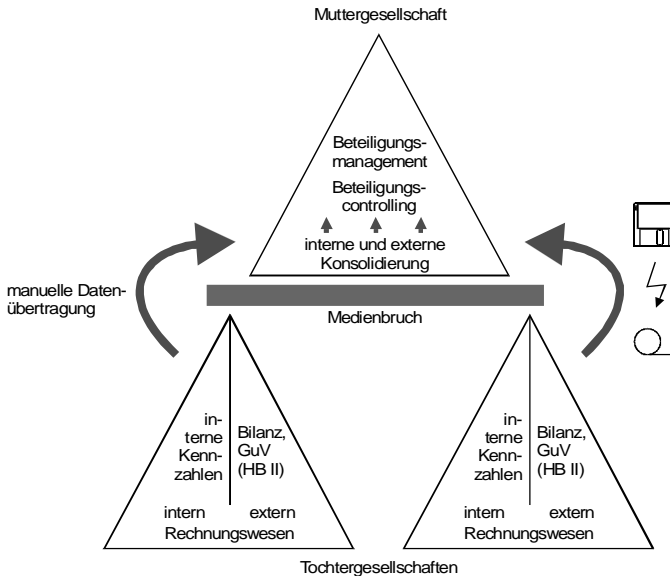


Abb. 101 Integrationsbruch der Informationssysteme in Konzernstrukturen<sup>635</sup>

Bisher ist insbesondere die Informationssystemlandschaft in Holdings durch heterogene Insellösungen, das heißt sehr uneinheitliche und gering vertikal integrierte Informationssysteme in den einzelnen Beteiligungen, geprägt<sup>636</sup>. Die Informationsermittlung und -erfassung erfolgt oft manuell oder per Datenträger und ist vielfach mit Doppelarbeiten verbunden. Abb. 101 zeigt schematisch den Medienbruch, der in der Informationssystemlandschaft von Konzernen zwischen Tochter- und Muttergesellschaften auftritt. Die besonders bei komplexen Konzernstrukturen notwendige Integration der DV-Infrastruktur kann auf unterschiedliche Weise erfolgen.

Eine vollständige, vertikale Integration der operativen Systeme kann durch die Einführung eines holdingweiten einheitlichen Systems mit gleicher betriebswirtschaftlicher Standardsoftware erreicht werden. Dies ist dann sinnvoll, wenn es im Beteiligungs-

<sup>635</sup> Zum innerbetrieblichen Medienbruch in der Informationssystempyramide siehe Abschnitt 3.4.4.

<sup>636</sup> Borchers 1997, S. 47.

portfolio einen Kern von strategischen Beteiligungen gibt, die über einen langen Zeitraum in Holding oder Konzern gehalten werden. Praktisches Beispiel ist die Ruhrkohle AG<sup>637</sup>, die SAP R/3 als strategische Integrationsplattform ihrer Informationssystemlandschaft ausgewählt hat und mit der konzernweiten Einführung im Controlling

- Betriebsergebnis und Deckungsbeitragsrechnung einheitlich definiert,
- die Bewertungsregeln standardisiert und
- einen einheitlichen Kontenrahmen schafft<sup>638</sup>.

Diese Lösung ist allerdings in der Praxis nicht immer möglich, da sich bei selbständigen Zwischenholdings die Zwangseinführung eines Systems nur schwer durchsetzen läßt, und die Kosten für eine solche Integration oft sehr hoch ausfallen<sup>639</sup>.

Je schwächer der Integrationsgrad eines Konzerns ist, desto eher empfiehlt sich ein föderaler Ansatz für die DV-Unterstützung, bei dem die Töchter ihre Daten über Brückenprogramme in einen zentralen Datenpool bei der Mutter einstellen<sup>640</sup>. Eine flexible vertikale Integration bietet hierfür das Konzept des Data Warehouse durch die logische Vereinheitlichung des entscheidungsorientierten Datenbestands. Analysen können in einem Data Warehouse durchgeführt werden, ohne in den Ablauf des operativen Geschäfts der Beteiligung einzugreifen<sup>641</sup> und ohne die Notwendigkeit, deren Informationssystem zu revolutionieren. Mittels einer gleichzeitigen Vereinheitlichung der Schnittstellen durch Inter-/Intranet-Technologien kann eine weitere Vereinfachung und Integration erzielt werden. Der Vorteil einer vertikalen Integration besteht darüber hinaus darin, daß die Informationsermittlung bottom-up erfolgen kann, und sich Doppelarbeiten und Inkonsistenzen im Datenmaterial vermeiden lassen<sup>642</sup>. Ohne weiterreichende Plausibilitätsprüfungen läßt sich dies aber nur verwirklichen, wenn ein entsprechendes Vertrauensverhältnis zu der Beteiligung geschaffen werden kann.

Wichtiges Element eines Data Warehouse ist die Datenextraktions- und -transformationskomponente, die die Daten aus den operativen Systemen abholt und vereinheitlicht<sup>643</sup>. Um diesen Vorgang durchführen zu können, müssen vorher die betriebswirtschaftlichen Begriffe abgestimmt werden, die Währungsumrechnungsmethode und natürlich auch die Konsolidierungsmethode festgelegt sein. In einem Konzern-Data-Warehouse können am Markt erhältliche Standard-Konsolidierungssoftwarepakete die Rolle der Datenextraktions- und transformationskomponente übernehmen und als Zwischenspeicher bzw. Operational Data Store der Daten bis zur Übernahme

---

<sup>637</sup> In der Ruhrkohle AG wurden 1996 mehr als 220 Unternehmen konsolidiert (Koppitz 1996a, S. 54).

<sup>638</sup> Koppitz 1996a, S. 56.

<sup>639</sup> Bei der Ruhrkohle AG gab man z.B. 1996 für die Einrichtung von 4.000 SAP-Arbeitsplätzen ein Investitionsvolumen von 180 Millionen DM ohne die Berücksichtigung von Hardware an (Koppitz, 1996b, Folie 20).

<sup>640</sup> Schumann 1998, S. 8.

<sup>641</sup> Huch et al. 1997, S. 468.

<sup>642</sup> Mosch 1997, S. 163.

<sup>643</sup> Kemper/Finger 1998, S. 65 ff.

in das Data Warehouse fungieren<sup>644</sup>. Abb. 102 zeigt schematisch die Architektur für ein solches Konzept.

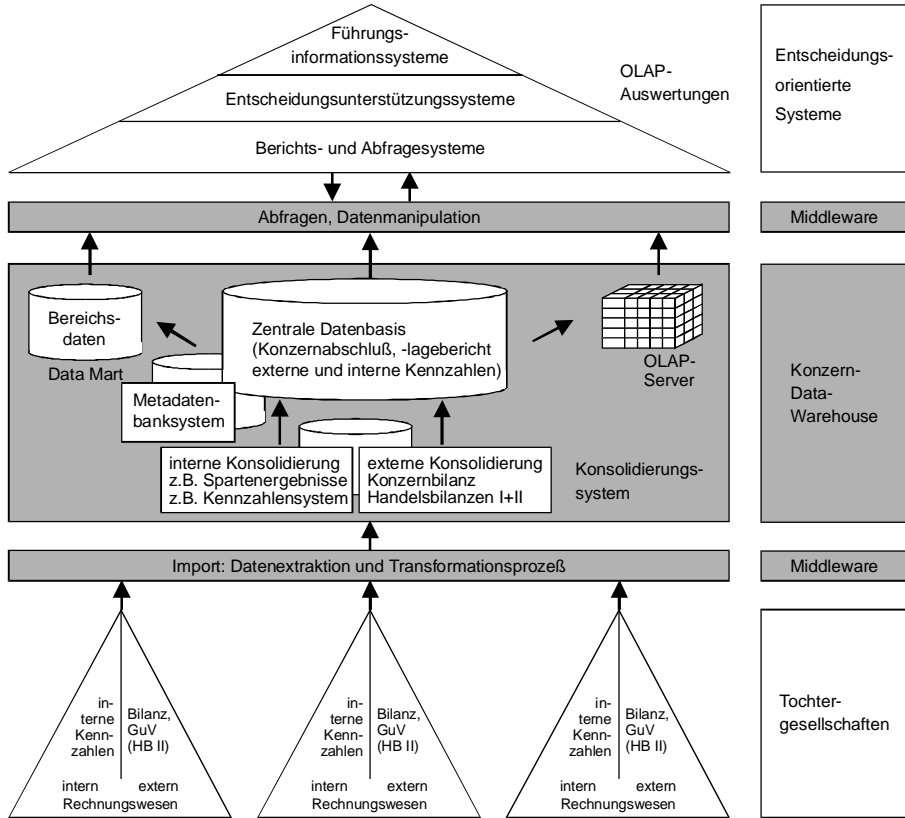


Abb. 102 Konzept für interne und externe Konsolidierung in einem Konzern-Data-Warehouse

### 7.4.3 Kennzahlen und Dimensionen

Tab. 26 zeigt die relevanten Dimensionen einer Managementkonsolidierung. Für die Spartenergebnisrechnung im Rahmen einer Managementkonsolidierung bietet sich eine Matrixorganisation an<sup>645</sup>. Auf der untersten Ebene werden Profit-Centern als kleinsten Verantwortungsbereichen die Erfolgswerte von Märkten, Produkten oder Wertschöpfungsketten gegenübergestellt. Für das Berichtssystem einer Finanz-

<sup>644</sup> Borchers et al. 1999, S. 46.

<sup>645</sup> Steinbichler 1990, S. 147.

holding macht die Betätigungsdimension allerdings keinen Sinn, so daß sie in diesem Fall weggelassen werden kann.

Dimension	Dimensionselemente
Konzernstruktur	Gesamt, Land, (Teilkonzern), Tochtergesellschaft, Profit-Center
Betätigungsgebiete	Markt, Produkt, Wertschöpfungskette
Zeit	Jahr, Quartal, Monat
Szenario	Plan, Ist
Risiko	hoch, mittel, niedrig
Kennzahlen	monetäre Kennzahlen (operatives Ergebnis, Cash Flow, ROI, Working Capital), nicht-monetäre Kennzahlen

Tab. 26 Dimensionen einer Managementkonsolidierung<sup>646</sup>

Über eine Risikodimension lassen sich die Anforderungen eines Risikocontrolling abbilden. Die grundlegenden Determinanten einer Risikodimension sind Zielverfehlung, Eintrittswahrscheinlichkeit und Zeit<sup>647</sup>. Über eine geeignete Wahrscheinlichkeitsfunktion lassen sich diese Determinanten z.B. auf die Ausprägungen hoch, mittel und niedrig abbilden. Durch die Berechnung der Risiken, unter Verknüpfung mit den jeweiligen anderen Dimensionen, lassen sich z.B. abwicklungs-, markt- oder kundendeterminierte Risiken berücksichtigen. Weiterhin lassen sich Kennzahlen im Rahmen des Beteiligungscontrolling in Beziehung zum jeweils eingegangenen Risiko setzen, so daß ein Beteiligungsportfoliomanagement unter Beachtung der jeweiligen Risikopräferenz möglich wird.

Dimension	Dimensionselemente
Konzernstruktur	Gesamt, Land, (Teilkonzern), Tochtergesellschaft
Segmente	Gesamt, Segment
Zeit	Jahr, Quartal
Szenario	Plan, Ist
Kontenrahmen	hierarchische Gliederung von Bilanz und GuV

Tab. 27 Dimensionen einer handelsrechtlichen Konsolidierung

Die Dimensionen der handelsrechtlichen Konsolidierung sind klar durch die Vorschriften der gewählten Bilanzierungsgesetze bzw. -richtlinien vorgeschrieben und werden in Tab. 27 dargestellt.

<sup>646</sup> In Anlehnung an Reichmann/Baumöl 1998, S. 17; Steinbichler 1990, S. 145.

<sup>647</sup> Braun 1984, S. 232.

	<b>Finanzholding</b>	<b>Managementholding</b>	<b>Stammhauskonzern</b>
<b>Zielbezogene Betrachtungsdimension</b>	<input type="checkbox"/> Erfolgsziele <input type="checkbox"/> Flexibilitäts- und Risikoziele	<input type="checkbox"/> Erfolgsziele <input type="checkbox"/> Flexibilitäts- und Risikoziele <input type="checkbox"/> Erfolgspotentialziele	<input type="checkbox"/> Erfolgsziele <input type="checkbox"/> Flexibilitäts- und Risikoziele <input type="checkbox"/> Erfolgspotentialziele
<b>Organisatorische Betrachtungsdimension</b>	<input type="checkbox"/> Beteiligungen <input type="checkbox"/> Gesamtkonzern	<input type="checkbox"/> Gesamtkonzern <input type="checkbox"/> Konzernbereiche <input type="checkbox"/> Geschäftsfeldklassen	<input type="checkbox"/> Gesamtkonzern (Stammhaus) <input type="checkbox"/> Funktionsbereiche <input type="checkbox"/> Geschäftseinheiten, -felder
<b>Erfolgsträgerbezogene Betrachtungsdimension</b>	<input type="checkbox"/> Beteiligungen	<input type="checkbox"/> Geschäftsfeldklassen	<input type="checkbox"/> Produkte <input type="checkbox"/> Kunden <input type="checkbox"/> Absatzmärkte <input type="checkbox"/> Konkurrenten
<b>Geschäftsfeldstruktur</b>	<input type="checkbox"/> Operatives Geschäft <input type="checkbox"/> Beteiligungsgeschäft <input type="checkbox"/> Finanzgeschäft	<input type="checkbox"/> Kerngeschäftsfelder <input type="checkbox"/> Ergänzungsgeschäftsfelder <input type="checkbox"/> Randgeschäftsfelder	<input type="checkbox"/> Operatives Geschäft <input type="checkbox"/> Beteiligungsgeschäft <input type="checkbox"/> Finanzgeschäft
<b>Einsatzfaktorbezogene Betrachtungsdimension</b>	<input type="checkbox"/> Kapital	<input type="checkbox"/> Strategische Ressourcen (unternehmensspezifisch)	<input type="checkbox"/> Kapital <input type="checkbox"/> Anlagen <input type="checkbox"/> Personal <input type="checkbox"/> Material
<b>Inhaltliche Struktur der Datenbasis</b>	<input type="checkbox"/> Zweistufiger Detaillierungsgrad	<input type="checkbox"/> Zweistufiger Detaillierungsgrad <input type="checkbox"/> Konsolidierungsrechnungen <input type="checkbox"/> Differenzierte Bereichsergebnisrechnung	<input type="checkbox"/> Mehrstufiger Detaillierungsgrad <input type="checkbox"/> Konsolidierungsrechnungen <input type="checkbox"/> Querschnittsinformationssysteme

Tab. 28 Betrachtungsdimensionen und inhaltliche Struktur<sup>648</sup>

Handelsrechtliche und Managementkonsolidierung weisen Gemeinsamkeiten auf, was auch durch die Benutzung der gleichen Dimensionen ersichtlich ist. Durch die zunehmende Harmonisierung von externen und internen Rechnungswesen werden die Gemeinsamkeiten noch größer, so daß zukünftig in manchen Unternehmen eine kombinierte Konsolidierung denkbar ist. Die Modellierung in zwei getrennten Bereichen macht aber hinsichtlich Platzoptimierung durchaus Sinn, da durch die Kombination der Dimensionen und Kennzahlen beider Bereiche sehr große dünnbesetzte Würfel entstehen würden. Tab. 28 zeigt eine Darstellung von KRAEGE, der die unterschiedlichen Ausprägungen der Betrachtungsdimensionen von Finanz-, Managementholding und Stammhauskonzern detailliert gegenüberstellt. Abschließend sollen die Bestandteile eines Konzernmonatsbericht exemplarisch aufgeführt werden<sup>649</sup>:

- Kurzbericht*: die Situation von operativen Gesellschaften und der strategischen Geschäftsfelder wird verbal erläutert.

<sup>648</sup> Kraege 1998b, S. 522 f.

<sup>649</sup> Großeibl 1994, S. 595 f.

- *Kurzfristige Konzernerfolgsrechnung*: die Monatsberichte der Töchter werden für den Konzernbericht konsolidiert.
- Ein *vertiefender Teilbericht* für jede Tochtergesellschaft, der sich aus folgenden Bestandteilen zusammensetzen kann:
  - Kurzbericht,
  - kurzfristige Erfolgsrechnung,
  - Ergebnisdarstellung nach Produkten, Regionen, Werken,
  - Vergleich der wichtigsten Kostenarten,
  - spezifische Kennzahlen zur Charakterisierung der Tochtergesellschaft.
- *Anhang* mit Aussagen zur Währungsumrechnung und Aufbau der Konsolidierungskreise.

Ein Konzern-Data-Warehouse sollte als Mindestanforderung in der Lage sein, die Kennzahlen für solcherart aufgebaute Berichte zu liefern.

### 7.5 Praktische Probleme beim Aufbau von multidimensionalen Systemen

Veröffentlichungen, die sich mit Aufbau und Nutzen von Data-Warehouse-Systemen beschäftigen, handeln meist von erfolgreich abgewickelten Projekten. Mißerfolge werden zwar unternehmensintern diskutiert, dringen aber nicht nach außen. Doch gerade aus nicht gelungenen Projekten könnten sich Lerneffekte für die zukünftige Implementierungen ergeben. In einigen Veröffentlichungen wird immerhin auf kritische Erfolgsfaktoren von Data-Warehouse-Projekten hingewiesen, so daß sich hieraus die Risiken ableiten lassen.

Wie schon erwähnt wurde, gilt der Aufbau der Datenextraktion- und Transformationskomponente als die anspruchsvollste Aufgabe in einem entsprechenden Projekt. Die Datenqualität ist ein zentraler Erfolgsfaktor für den Aufbau von Data Warehouses und der Durchführung von entscheidungsrelevanten Analysen. Liegen die Daten in den Quellsystemen in einer schlechten Qualität vor oder fehlen sogar Daten<sup>650</sup>, so müssen im Rahmen des Projekts zunächst Qualitätssicherungs- bzw. -verbesserungsmaßnahmen initiiert werden<sup>651</sup>. Gerade bei der Anwendung von Data-Mining-Methoden werden Qualitätsmängel im Nachhinein offenbar, da sie als Auffälligkeiten identifiziert werden<sup>652</sup>. Grundsätzlich kann in multidimensionalen Informationssystemen zwischen fehlenden Daten unterschieden werden, die nicht erhoben worden sind und solchen, die semantisch nicht möglich sind<sup>653</sup>. Nicht erhobene Daten – auch Missing Data genannt – können z.B. auf nicht oder schlecht gepflegte Felder in den Quellsystemen zurückgeführt werden. Die Behandlung von Missing Data ist ein Gebiet der empirischen Forschung. Kann man die fehlenden Daten nicht mehr erheben, so ist die An-

---

<sup>650</sup> Jones 1998, S. 90.

<sup>651</sup> Conrad 1997, S. 359 ff; siehe auch Abschnitt 2.3.

<sup>652</sup> Bissantz 1996, S. 132.

<sup>653</sup> Codd 1986, S. 61 ff.

wendung von Schätzverfahren oder Ersetzungstechniken möglich<sup>654</sup>. Diese müssen bei der Modellierung genau mit der Fachabteilung abgestimmt werden, um die Datenbasis nicht zu verfälschen.

Das Problem von semantisch nicht möglichen Daten kann in multidimensionalen Systemen auftreten, wenn das Datenbanksystem Kombinationen von Dimensionselementen zuläßt, die aus betriebswirtschaftlicher Sicht nicht möglich sind, wie z.B. die Kombination eines Fahrzeugtyps mit einem Absatzmarkt, auf dem das Fahrzeug noch gar nicht eingeführt ist. Die Kombination dieser Elemente müßte durch das System verhindert werden (siehe auch *Gültigkeitskombination* in Abschnitt 5.6.2). In der Praxis werden die Wertfelder in der Tabellendarstellung vom System einfach leer gelassen. Wichtig ist, daß in der Datenbank tatsächlich „Not Available“ eingetragen ist<sup>655</sup>, da sonst Operationen auf diesen Feldern möglich wären. Einige multidimensionale Datenbanksysteme können zwischen semantisch nicht möglichen Werten und der mathematischen 0 nicht unterscheiden, was zu fehlerhaften Analyseergebnissen führen kann.

Bei älteren, individuell programmierten Quellsystemen kommt es häufig vor, daß die Systeme schlecht dokumentiert sind, und die ehemaligen Entwickler nicht mehr verfügbar sind. Dieses Problem tritt zur Zeit auch verstärkt hinsichtlich der Jahr-2000-Umstellung auf. Solche Systeme verfügen in der Regel über keine standardisierten Schnittstellen, wie z.B. SQL, so daß die Datenextraktion neu in das System kodiert werden muß. Die Komplexität der Datenextraktion steigt mit der Anzahl von Quellsystemen, die zu berücksichtigen sind. Die Datenvereinheitlichung kann unter Umständen sogar den Einsatz von speziellen Methoden für die Behandlung von unscharfen Daten erfordern. Wird z.B. ein Kunde in mehreren Systemen parallel geführt, so werden die Datensätze zur Identifizierung des Kunden nie ganz übereinstimmen, wenn nicht eine unternehmensweit einheitliche Kundennummer geführt wird. Um die Daten trotzdem zusammenführen zu können, bedarf es Methoden, die z.B. über den Gesamtzusammenhang der Daten erkennen, daß „W. Meyer GmbH“ und „Werner Meyer GmbH“ ein und derselbe Kunde sind. Bei anderen redundanten Daten müssen Regeln vorgegeben werden, um die „richtigen“ Daten zu übernehmen. Die Software-Anbieter haben inzwischen auf diese Probleme reagiert, und es gibt inzwischen entsprechende Werkzeuge, die die Datenextraktion und -transformation automatisieren<sup>656</sup>.

Eine hohe Anforderung stellt auch die Begriffs- und Methodenvereinheitlichung im Rahmen von Data-Warehouse-Anwendungen an die operativen Informationssysteme. Im Konzernberichtswesen der Bayer AG traten Inkonsistenzen in der Datenbasis durch Vorgewinnausweisungen von ausländischen Tochtergesellschaften auf<sup>657</sup>. Die Daten gelangten in nicht-konsolidierter Form aus dem Rechnungswesen der Tochtergesell-

---

<sup>654</sup> Schnell 1986, S. 83 ff.

<sup>655</sup> Zur Behandlung von Nullwerten in Datenbanken siehe auch Wedekind 1988, S. 97 f.

<sup>656</sup> Siehe z.B. Kirchner 1997, S. 256 ff; Poe/Reeves 1997, S. 217 ff.

<sup>657</sup> Kaiser 1998, S. 31 f.



schaft in das Konzernberichtsweisen, so daß Kostenpositionen zu hoch waren. Das operative Quellsystem war nicht in der Lage, die Daten in konsolidierter Form zu liefern, da diese Anforderung bei der Konzeption des Systems nicht relevant gewesen war. Vor der Einführung des Data Warehouse wurden die dezentral erstellten Berichte beim Tochterunternehmen manuell korrigiert, was danach nicht mehr möglich war.

Probleme können aber nicht nur aus der Software, sondern durchaus auch aus der Hardwareausstattung resultieren. So schlug z.B. ein erster Ansatz für ein Data Warehouse bei der Baumarkt-Kette OBI fehl, da die Datenbeschickung des Data Warehouse zu langsam war. Die Größe der zentralen Datenbank umfaßte 1997 ca. 1.400.000.000 Datensätze. Aktualisierungsläufe erfolgten täglich, so daß der Zeitraum für die Aktualisierung von Ladenschluß bis Ladenöffnung beschränkt war. Bei einem ersten Ansatz war das Gesamtsystem nicht in der Lage, die Daten rechtzeitig bereitzustellen, so daß man sich für eine andere Hardware entschied<sup>658</sup>. Durch die Datentransaktion in das Data Warehouse kann auch die Netzwerklast in verteilten Systemen stark ansteigen. Inzwischen werden parallele Netzwerkverbindungen exklusiv für den Datenimport aufgebaut. Insgesamt läßt sich festhalten, daß Soft- und Hardware skalierbar angelegt sein sollten, um mit den zwangsläufig steigenden Anforderungen sowie mit den wachsenden Datenmengen und Benutzerzahlen Schritt halten zu können.

Auch die Datenmodellierung ist ein kritischer Erfolgsfaktor eines Data-Warehouse-Projekts. Wird das Datenmodell nicht von Anfang offen für zukünftige Entwicklungen konzipiert, so besteht die Gefahr, daß selbst bei kleinen Änderungen in Kennzahlen- oder Dimensionsdefinitionen der gesamte Datenbestand neu aufgebaut werden muß. Die Gestaltung des semantischen Modells sollte unter ständiger Einbeziehung der Controlling-Fachabteilung erfolgen. Vertreter der Fachabteilung müssen das Modell verstehen. Erfolgversprechend war ein vom Autor betreutes Projekt in einem Dienstleistungskonzern, wo das semantische Modell von der Fachabteilung gepflegt wurde und der IT-Bereich das logische Modell verantwortete. Ständige Rückkopplungen sind bei dieser Aufgabenverteilung die Grundvoraussetzung. Aus eigener Erfahrung kann weiter berichtet werden, daß die semantische Datenmodellierung nicht völlig losgelöst von der eingesetzten Software erfolgen darf. Nicht alle Anforderungen, die auf semantischer Ebene formuliert wurden, lassen sich auch tatsächlich mit den heute am Markt befindlichen Produkten realisieren. So waren bei einem Produkt Operationen nur zwischen gleichdimensionierten Datenwürfeln möglich. Selbst wenn man genau die Schnittmenge der Dimensionen beider Würfel selektierte, ließen sich die Kennzahlen in der Client-Anwendung nicht vergleichen. Ein ähnliches Beispiel stammt von der GfK, die die führenden Anbieter von Data-Warehouse-Lösungen zu Modellierungs-Workshops eingeladen hatte. 1997 konnte keiner der eingeladenen Anbieter die Anforderungen des semantischen multidimensionalen Datenmodells der GfK zufrieden-

---

<sup>658</sup> Zinke 1997, o.S.

stellend realisieren<sup>659</sup>. Hauptproblem war die umfangreiche Attributierung der Dimensionen. Der Softwareauswahl sollte daher große Aufmerksamkeit geschenkt werden.

Ein weiterer Faktor für den Erfolg eines Data-Warehouse-Projekts ist die Akzeptanz der Benutzer. Während der Projektlaufzeit sollten nicht nur die Schlüsselbenutzer einbezogen werden, sondern möglichst auch alle späteren Anwender über die Entwicklung informiert werden. Ein interner Promoter sollte sich mit gegenüber dem Projekt kritisch eingestellten Benutzern auseinandersetzen und das System hausintern regelrecht vermarkten. Ist das Data Warehouse erst einmal im Echtbetrieb, so muß auch sich ändernden Benutzeranforderungen Rechnung getragen werden. Ähnlich wie bei einem periodisch erscheinenden Magazin, sollte es eine Data-Warehouse-Redaktion geben, die für den Inhalt verantwortlich ist und neue „Nachrichten“ in das System übernimmt. Hiermit sind nicht nur die ohnehin erfolgenden periodischen Updates gemeint. Hierzu zählt z.B. die Pflege des Repository, das es den Benutzern erlaubt, sich über Datendefinition, -inhalt und -aktualität zu informieren.

---

<sup>659</sup> Ruf 1997b, o.S.

## 8 Ausblick

Es kann festgestellt werden, daß sich die Versorgung von Management und Controlling mit entscheidungsrelevanten Informationen durch Data-Warehouse- und OLAP-Konzept stark verbessert hat. Die Daten- und Funktionsmodellierung ist ein wesentlicher Erfolgsfaktor für die Gestaltung von solchen multidimensionalen Informationssystemen. In dieser Arbeit wurde ein objektorientierter Modellrahmen vorgestellt, der es erlaubt, die Anforderungen multidimensional strukturierter Systeme adäquat auf semantischer Ebene abzubilden. Dabei wurden die besonderen Anforderungen, wie z.B. die Unterscheidung zwischen originären und abgeleiteten Kennzahlen und Dimensionselementen, die Integration von Operationen oder die Gültigkeitszuordnung von Kennzahlen zu Dimensionselementen berücksichtigt. Mit Hilfe des Modellrahmens ist es dadurch auch möglich, die modellbezogenen Anforderungen an Softwarelösungen darzustellen, indem das semantische Modell entsprechend auf logischer und physikalischer Ebene umgesetzt wird. Dies kann mit Hilfe von relationalen, objektrelationalen, objektorientierten oder echten multidimensionalen Systemen erfolgen.

Am Markt existieren heute eine Vielzahl von Programmen, die den Aufbau von multidimensionalen Informationssystemen in allen Entwicklungsphasen unterstützen. Trotz der ständigen Weiterentwicklung der Produkte, ist der Aufbau von Managementunterstützungssystemen weiterhin ein komplexer Vorgang, der stark fallbezogen ist. In Praxi wird in vielen Projekten immer wieder von Null angefangen, ohne daß auf vordefinierte betriebswirtschaftliche Entwurfsmuster zurückgegriffen werden kann. Die meisten Schritte für den Aufbau von multidimensionalen Informationssystemen werden heute manuell erledigt. Die Gestaltung geht dabei über das von ERP-Software bekannte Customizing hinaus. Dies hat zum Teil seine Berechtigung, da ein Data Warehouse nicht „von der Stange“ gekauft werden kann, und in den Unternehmen eine Vielzahl von Besonderheiten berücksichtigt werden müssen. Auf der anderen Seite gibt es durchaus eine Reihe von Automatisierungsmöglichkeiten.

Als Ausgangspunkt für entsprechende Überlegungen bietet sich die semantische und logische Datenmodellierung an. Es existieren eine Reihe von Werkzeugen, die die grafische Modellierung am Computer unterstützen. Die objektorientierten UML-Diagramme dieser Arbeit wurden beispielsweise mit Rational Rose erstellt, das eine automatische Codegenerierung in C++ Klassen- und Methodenrumpfe beinhaltet. Andere Modellierungswerkzeuge, wie z.B. ERwin von Platinum Technology erzeugen aus dem logischen Datenmodell Skripte, die die Erzeugung von Datenbanken auf Grundlage einer Vielzahl von Datenbanksystemen ermöglichen. Das Power Designer Toolset von Sybase erzeugt Skripte, die die Generierung von relationalen Datenbanken auf Basis des Star Schema automatisieren. Bei den relational-basierten Werkzeugen ist allerdings die Unterstützung bei der Umsetzung von Methoden in Constraints oder Stored Procedures noch eher schwach ausgeprägt.

Generell fehlt die gezielte Unterstützung bei der Umsetzung von immer wiederkehrenden betriebswirtschaftlichen Sachverhalten. Einen ersten Schritt in diese Richtung ist

SAP mit dem Business Information Warehouse (BW) gegangen. Für die Implementierung eines BW in Verbindung mit dem operativen System R/3 stellt SAP unter dem Schlagwort Business Content betriebswirtschaftliche Mustervorlagen bereit. Durch die enge Verbindung von operativem und entscheidungsorientiertem System lassen sich Strukturinformationen, wie z.B. über Profit Center, Kostenstellen oder Kostenträgern, die in R/3 gepflegt werden, automatisch im BW aktualisieren. Außerdem werden Metadaten aus R/3 direkt in die Metadatenbank des BW übernommen, da sie aus dem Unternehmensmodell von R/3 abgeleitet ist<sup>660</sup>. Durch die betriebswirtschaftlichen Mustervorlagen sollen neben dem eigentlichen technischen Produkt auch schon vorgefertigte betriebswirtschaftliche Strukturen zusammen mit dem BW ausgeliefert werden, die den Aufwand der Einrichtung und Konfiguration des Systems an kundenspezifische Gegebenheiten verringern und somit zu einer schnelleren produktiven Nutzung des Systems führen sollen. Zum einen werden Beschreibungen für unterschiedliche Bereiche des Unternehmens – wie Einkauf, Vertrieb oder Controlling – vorkonfiguriert, die der Kunde dann sofort übernehmen oder gegebenenfalls auch anpassen kann. Zum anderen werden übliche Standardberichte für diese Bereiche vordefiniert, die direkt übernommen werden oder als Schablone für eigene Berichte dienen können. Auch andere Anbieter wie Sybase mit nach Branchen angepaßten Datenmodellen für Data Warehouses oder SAS mit Templates für vordefinierte Geschäftsberichte stoßen in die gleiche Richtung vor.

Wünschenswert ist, daß betriebswirtschaftliche Muster für den Aufbau von multidimensionalen Systemen unabhängig von konkreten operativen Systemen sind. Der objektorientierte Ansatz bietet gute Möglichkeiten für die Generierung von Entwurfsmustern. Wie bei einem Baukasten sollten sich betriebswirtschaftliche Sachverhalte, Lade-, Basis- und Auswertungsdatenstrukturen, Analysemethoden sowie Analyseoberfläche in grafischer Form zusammensetzen lassen. Das Informationssystem mit Datenbank und Analyseoberfläche würde im Anschluß daran automatisch erstellt werden.

---

<sup>660</sup> SAP 1997, S. 7.

## **Anhang**



# A Oracle Express

## A.1 Express-Serie

Für die Implementierung der in Kapitel 7 beschriebenen Projekte wurde die Produktserie Express der Firma Oracle eingesetzt. Express erschien geeignet, da es vom IT-Bereich des Unternehmens als strategisches Produkt ausgewählt worden war und schon in anderen Bereichen des Unternehmens für OLAP-Realisierungen verwendet wurde. Somit konnte das im Unternehmen vorhandene Fachwissen genutzt werden. Auch innerhalb eines unabhängig von den Projekten stattgefundenen Auswahlprozesses der Abteilung Controlling und Unternehmensrechnung der TU Braunschweig wurde die Express-Serie als sehr leistungsfähige OLAP-Entwicklungsumgebung eingestuft und als Hochschulversion lizenziert.

Oracle hat 1995 die von Information Resources Inc. (IRI) entwickelte OLAP-Produktserie Express gekauft und kontinuierlich weiterentwickelt. Die Express-Serie besitzt eine integrierte Architektur und gliedert sich in die drei Bereiche *Server*, *Verwaltungswerkzeuge* und *Analysekomponenten* (siehe Abb. 103). Oracle geht in seinem OLAP-Konzept von zwei Anwendergruppen aus: einerseits von einer kleinen Anzahl von Anwendern, die mit ihrem Spezialwissen Analysen erstellen, andererseits von einer Vielzahl Anwendern, die die Analysen in Form von vorgefertigten Berichten erhalten<sup>661</sup>. Diese Aufteilung läßt sich in den Analysekomponenten nachvollziehen: so besteht einerseits die Möglichkeit vorgefertigte Anwendungen oder Berichte anzusehen, andererseits aber immer auch die Option für vertiefende Ad-hoc-Analysen, deren Ergebnisse die Grundlage für neue Berichte sein können.

Die Analysekomponenten der Express-Serie sind Abfragewerkzeuge wie Objects, Analyser, Excel-Add-In und Web Agent auf der einen und Anwendungen wie Financial und Sales Analyser auf der anderen Seite. Objects ist ein grafikorientiertes Front-End-Entwicklungswerkzeug, das über die einfache Berichtsgenerierung hinausgeht. Mit Objects können anspruchsvolle Analyseprogramme entwickelt werden, wie z.B. zur Generierung von Portfolios oder zur Abbildung von Balanced Scorecards. Der Analyser ist hingegen ein Ad-hoc-Abfragewerkzeug zur direkten Datenanalyse und Berichtsansicht. Oracle bietet mit dem Web Agent auch eine plattformunabhängige Analysemöglichkeit an, um Analysen per Intra- oder Internet zu ermöglichen. Das Excel-Add-in ermöglicht die Analyse innerhalb der Logik eines Tabellenkalkulationsprogramms. Vorkonfigurierte Analyseanwendungen sind Sales Analyser und Financial Analyser, die fachspezifische Lösungen enthalten.

Alle Analyseprogramme und -anwendungen können keine direkten Verbindung zu Fremd-Datenbanken herstellen sondern stellen Anfragen generell nur an den Express Server. Dieser stellt Rechen- und Datenbankkapazität für die Express-Produkte zur Verfügung. Es existieren von Express aus allerdings umfangreiche Schnittstellen zu

---

<sup>661</sup> Oracle 1997a, o. S.

Produkten von anderen Anbietern, wie für den Datenbankzugriff (z.B. ODBC), für die Programmierung (z.B. Visual Basic, C oder C++, OLE) oder für die Analyse (Microsoft Excel)<sup>662</sup>.

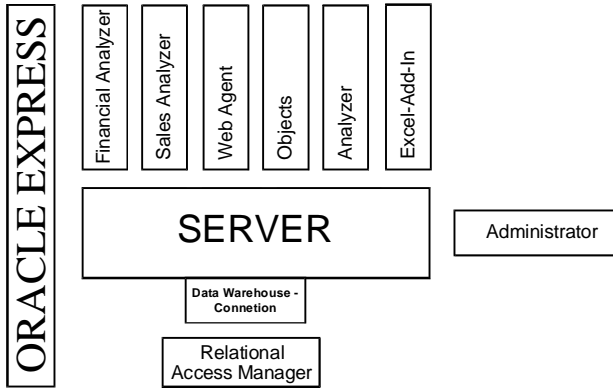


Abb. 103 Express-Produktserie

## A.2 Server

Im Mittelpunkt der Express-Serie steht der Server. Als Betriebssystem werden UNIX-Derivate oder Microsoft NT angeboten. Dem Server liegt ein multidimensionales Datenmodell zugrunde, das Daten in Feldstrukturen speichert. Es ist jedoch auch die multidimensionale Analyse relationaler Daten möglich. Hierbei wird dynamisch zur Laufzeit auf detaillierte Daten, die in einer relationalen Datenbank abgelegt sind, zugegriffen. Mit Hilfe von Importfiltern kann Express auf unterschiedliche Dateiformate bzw. mittels SQL auf jede über eine ODBC-Schnittstelle verfügbare Datenbank zugreifen. Andererseits kann mittels Programmierschnittstellen auch ein offener Zugriff auf den Express Server erfolgen. Bei der Datenspeicherung bietet Express die Möglichkeit zu permanenter sowie virtueller Datenhaltung. Im letzteren Fall fungiert Express Server als temporärer Cache-Speicher. Die Speichermethoden lassen sich auch beliebig kombinieren, wodurch eine performante Lastverteilung zwischen relationalem und multidimensionalem System möglich ist. Die Datenhaltung kann daher auf drei Arten erfolgen:

- Speicherung der Daten in der multidimensionalen OLAP Datenbank.
- Direkter Zugriff auf relationale Datenbanken; dabei stellt der Server die multidimensionale Sicht dar und „cached“ sie nur temporär.
- Mischformen der beiden ersten Möglichkeiten.

<sup>662</sup> Oracle 1997b, o. S.



Express besitzt eine serverbasierte Programmiersprache, in die eine matrixorientierte Komponente zur Datenmanipulation eingebettet ist. Diese enthält Funktionen für mathematische, statistische und logische Operationen, desweiteren unterstützt sie gespeicherte Prozeduren und benutzerdefinierte Funktionen. Hierdurch verfügt Express über vielfältige Programmiermöglichkeiten für Analysen. Es existieren unter anderem finanzmathematische, statistische und zeitreihenbezogene Funktionen zur Datenanalyse.

Express kann gleichzeitig mehrere Hierarchien pro Dimension verwalten. Umsätze lassen sich so z.B. sowohl über einzelne Vertriebsregionen als auch über relevante Ländermärkte analysieren. Weiterhin ist eine statische Verknüpfung von zwei Dimensionen zu einer möglich, um den Speicherplatzbedarf hinsichtlich dünnbesiedelter Dimensionen zu verringern.

### A.3 Verwaltungswerkzeuge

#### □ *Administrator*

Der Administrator ist eine Client-Anwendung, durch die sich der Server komfortabel mit Hilfe einer grafischen Benutzeroberfläche konfigurieren läßt. So lassen sich Kennzahlen, Dimensionen, Formeln und Programme anlegen. Ein Assistent begleitet die Konfiguration des Datenimports und generiert Skripte, die sich im Nachhinein noch programmiersprachlich anpassen lassen. Dadurch ist es möglich, Besonderheiten in den Quelldaten zu berücksichtigen. Weiterhin erlaubt der Administrator Manipulationen am Datenbestand, etwa um fehlerhafte Werte zu bereinigen. Auch Dimensionselemente lassen sich mit dem Administrator erzeugen oder verändern, wenn diese nicht automatisch aus den Stammdaten des Quellsystems übernommen werden.

#### □ *Relational Access Manager*

Der Relational Access Manager erzeugt eine dynamische Verbindung zwischen dem multidimensionalen Modell des Express Servers und relationalen Datenbeständen eines Data Warehouse. Dabei unterstützt der Relational Access Manager sowohl Star- als auch Snowflake-Schemata. Mit einem Administratorwerkzeug wird der relationale Zugriff eingerichtet und verwaltet. Dazu werden die relationalen Strukturen den entsprechenden Express-Elementen zugeordnet. Somit läßt sich ROLAP, MOLAP oder eine Mischform realisieren.

### A.4 Analysekomponenten

Gemeinsames Analyseinstrument aller Express-Komponenten ist der Selektor (siehe Abschnitt 7.2.3.2). Mit seiner Hilfe lassen sich die multidimensionalen Anfragen genau definieren. Eine mit dem Selektor erstellte Anfrage läßt sich abspeichern und in jeder beliebigen Analysekomponente wiederverwenden. So ist es z.B. möglich, mit Objects erstellte Anfragen im Excel-Add-in weiterzubnutzen.

#### □ *Objects*

Express Objects ist eine graphische, objektorientierte Entwicklungsumgebung für OLAP-Client-Anwendungen (siehe Abb. 104)<sup>663</sup>. Alle Elemente einer Anwendung wie Tabellen, Grafiken, Menüs etc. sind als grafische Werkzeuge vorhanden und können ereignisgesteuert programmiert werden. Objects ist objektorientiert und unterstützt Vererbung, Kapselung und Polymorphismus. Objects erlaubt es, die Ergebnisse einer Analyse auf Client-Seite durch Algorithmen weiterzuverarbeiten. Es ist z.B. denkbar, eine Anwendung zu programmieren, die den ungeübten Anwender interaktiv durch seine Analyse führt.

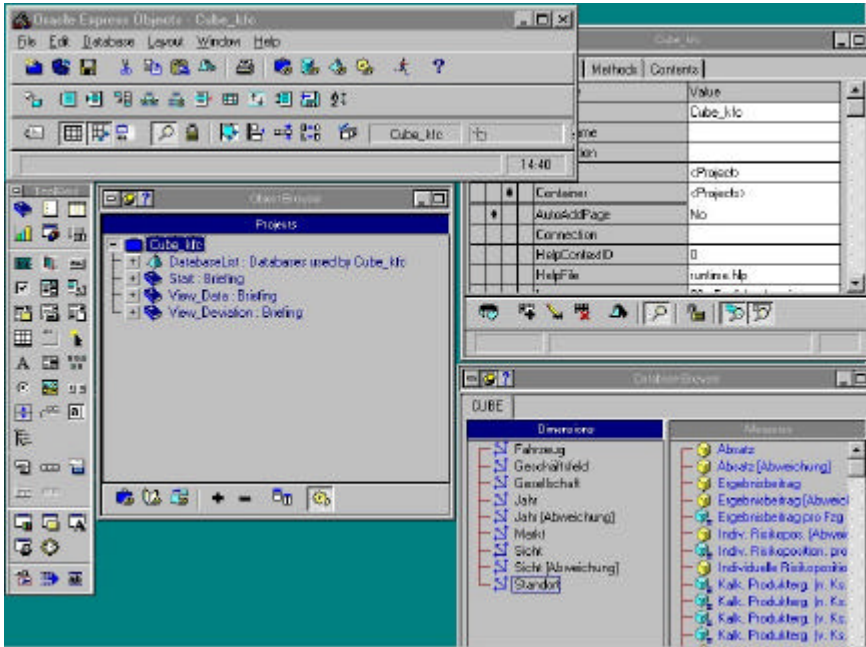


Abb. 104 Express Objects

#### □ Analyser

Express Analyser ist ein Analyseinstrument für den Endanwender. Die Anwender können mit diesem Werkzeug Express Datenbanken analysieren und mit Objects entwickelte Applikationen benutzen. Analyser und Objects basieren auf demselben Objektmodell. Daher kann ein Analyser-Anwender jedes Objekt benutzen, das mit Objects erstellt wurde. Er kann jedoch keine Objekte selber erstellen oder verändern. Für wiederkehrende Analysen kann der Anwender mit dem Analyser sogenannte Briefings erstellen. Dies sind mehrseitige Dokumente mit interaktiven Tabellen und Grafiken,

<sup>663</sup> Oracle 1997a, o. S.

die aktuelle Daten enthalten und in denen relevante Analysen voreingestellt sind. Briefings können verteilt und von anderen Analyser-Anwendern weitergenutzt werden.

□ *Excel-Add-In*

Das Excel-Add-In richtet sich vorwiegend an Anwender aus dem Controlling, die die Analyse mit Tabellenkalkulationsprogrammen gewöhnt sind. Das Add-In ermöglicht es, Daten als Verknüpfung oder Kopie in Tabellenblätter einzufügen. Sind die Daten verknüpft, so lassen sich die Tabellenblätter immer wieder aktualisieren. Auch alle im Tabellenblatt vom Import abhängigen Berechnungen ändern sich gleichzeitig, ohne daß die Formatierung verloren geht, wie es bei Produkten anderer Hersteller der Fall ist. Mit Hilfe des Add-Ins lassen sich auch komplexe Berichte realisieren, die umfangreiche Formatierungsmerkmale besitzen können.

□ *Web Agent*

Der Web Agent bietet Anwendern die Möglichkeit, multidimensionale Analysen von Unternehmensdaten über das Internet und Intranet durchzuführen. In Verbindung mit einem HTML-Autorenwerkzeug ist es möglich, dynamische Datensichten wie Tabellen und Grafiken in Webseiten einzubinden. Hierdurch kann ein großer Anwenderkreis angesprochen werden. Bei einer Anwendung im Intra- oder Internet muß natürlich auch die Sicherheit im Netz gewährleistet werden.

□ *Financial Analyser*

Der Financial Analyser ist eine multidimensionale Anwendung speziell für die Planung und Budgetierung. Die Planung kann im Top-down-, Bottom-up- oder Gegenstromverfahren erfolgen. Das integrierte Instrumentarium verfügt dabei unter anderem über Methoden zur Abweichungsanalyse, Allokation von Finanzmitteln oder des Activity-based Costing<sup>664</sup>. Der Financial Analyser besitzt Komponenten für die Server-Administration, wie z.B. die Verwaltung von Dimensionen von der Anwendungsseite her. Hierzu gehört z.B. eine vordefinierte Dimension für den Kontenrahmen des Rechnungswesens, der nur noch angepaßt werden muß. Der Financial Analyser verfügt weiterhin über eine vorkonfigurierte Schnittstelle zum Rechnungswesenmoduls des ERP-Pakets Oracle Applications.

□ *Sales Analyser*

Der Sales Analyser wurde für die speziellen Anforderungen in Vertrieb, Marketing und Marktforschung konzipiert, wird aber auch in anderen Bereichen eingesetzt. Er verfügt über ein integriertes Instrumentarium z.B. zur Trendanalyse, Erfolgsmessung von Marketingmaßnahmen, Profitabilitätsuntersuchung von Kunden oder zur Analyse von Produktlebenszyklen<sup>665</sup>. Der Financial und der Sales Analyser erlauben es auch, Datenbankausschnitte aus dem Server herunterzuladen und unterwegs zu nutzen. Dies kann z.B. für einen Vertriebsregionsleiter interessant sein, der seine Filialleiter besucht und mit diesen das Vertriebsergebnis vor Ort analysiert.

---

<sup>664</sup> Oracle 1998a, o. S.

<sup>665</sup> Oracle 1998b, o. S.



## Literaturverzeichnis

**Ackoff, R. L. (1967):**

Management MISinformation Systems, in: Management Science, Vol.14, 4/1967, S. B-147-B156

**Almstedt, M. (1994):**

Anforderungen an ein Controlling-Informationssystem in Unternehmen mit schlanker Organisationsstruktur, Göttinger Wirtschaftsinformatik Arbeitsbericht Nr. 5, Universität Göttingen 1994

**Altenpohl, U.; Huhn, M.; Schwab, W.; Zeh, T. (1997):**

Datenmodellierung Data Warehouse – ein Lösungsvorschlag mittels ER-Modellierung, Interner Bericht der UAG Guide Share Europe Rhein-Main 1997

**Alur, N. (1995):**

Missing Links in Data Warehousing, in: Database Programming & Design, 9/1995, S. 21-23

**Arbeitskreis Hax der Schmalenbach-Gesellschaft (1970):**

Investitions- und Finanzierungsentscheidungen im Rahmen langfristiger Unternehmenspolitik, in: ZfbF Schmalenbachs Zeitschrift für betriebswirtschaftliche Forschung, 22. Jg. 1970, S. 741-770

**Arbor Software (1996):**

Essbase Version 4.0 – Database Administrator's Guide, Sunnyvale (Arbor Software) 1996

**Augustin, S. (1990):**

Information als Wettbewerbsfaktor – Informationslogistik – Herausforderung an das Management, Köln Zürich (TÜV Rheinland/Industrielle Organisation) 1990

**Back-Hock, A. (1993):**

Internes Rechnungswesen und Informationstechnologie, Habilitationsschrift, Universität Erlangen-Nürnberg 1993

**Back-Hock, A.; Zäh, P. (1992):**

Die Bedeutung der Objektorientierten Programmierung und Objektorientierter Datenbanken für Controlling-Anwendungen, Arbeitsbericht Nr. 1/1992, Universität Erlangen-Nürnberg 1992

**Bager, J.; Becker, J.; Munz, R. (1997):**

Zentrallager – Data Warehouse – zentrale Sammelstelle für Informationen, in: c't magazin für computer technik, 3/1997, S. 284-293

**Balzert, H. (1995):**

Generierung von Benutzungsoberflächen aus OOA-Modellen, in: HMD – Theorie und Praxis der Wirtschaftsinformatik, 183/1995, S. 86-100

**Bastian, R. (1997):**

Riesige Datenfülle in den Griff bekommen, in: Computerwoche focus – Blickpunkt Data Warehouse, 6.6.1997, S. 30-31

**Bauer, A.; Lehner, W. (1997):**

The Cube-Query-Language for Multidimensional Statistical and Scientific Database Systems, in: 5th International Conference on Database Systems For Advanced Applications DASFAA'97, Melbourne, Australia, 1.-4.4.1997

**Becker, G. M. (1998):**

Das interne Rechnungswesen auf dem Prüfstand, in: wisu das wirtschaftsstudium, 10/1998, S. 1100-1104

**Becker, J.; Holten, R. (1998):**

Fachkonzeptuelle Spezifikation von Führungsinformationssystemen, in: Wirtschaftsinformatik, 6/1998, S. 483-492

**Becker, J.; Priemer, J.; Wild, R. G. (1994):**

Modellierung und Speicherung aggregierter Daten, in: Wirtschaftsinformatik, 5/1994, S. 422-433

**Becker, J.; Wiese, J. (1998):**

Modellierung von Controlling-Systemen – Ein Plädoyer für einen betriebswirtschaftlich-fachkonzeptionellen Ansatz, in: Kostenrechnungspraxis, Sonderheft, 2/1998, S. 15-21

**Behme, W. (1993):**

Entwurf eines objektorientierten Meta-Informationssystems zur Unterstützung der Informationslogistik, Dissertation, Universität Hildesheim 1993

**Behme, W.; Mucksch, H. (1996):**

Die Notwendigkeit einer unternehmensweiten Informationslogistik zur Verbesserung der Qualität von Entscheidungen, in: Mucksch, H.; Behme, W. (Hrsg.): Das Data-Warehouse-Konzept – Architektur – Datenmodelle – Anwendungen, Wiesbaden (Gabler) 1996, S. 3-26

**Behme, W.; Ohlendorf, T. (1994):**

Datenbanksysteme, -modelle und Entwurfsmethoden als Grundlage von Controlling-Informationssystemen, in: Biethahn, J.; Huch, B. (Hrsg.): Informationssysteme für das Controlling, Berlin-Heidelberg (Springer) 1994, S. 117-174

**Behme, W.; Schimmelpfeng, K. (1993):**

Führungsinformationssysteme: geschichtliche Entwicklung, Aufgaben und Leistungsmerkmale, in: Behme, W.; Schimmelpfeng, K. (Hrsg.): Führungsinformationssysteme – neue Entwicklungstendenzen im EDV-gestützten Berichtswesen, Wiesbaden (Gabler) 1993, S. 3-16

**Berthel, J. (1980):**

Information, in: Grochla, E.; Wittmann, W.: Handwörterbuch der Betriebswirtschaft, Stuttgart (Poeschel) 1980, Sp. 1866-1873

**Biethahn, J.; Mucksch, H.; Ruf, W. (1991):**

Ganzheitliches Informationsmanagement – Band II: Daten und Entwicklungsmanagement, München-Wien (Oldenbourg) 1991

**Birk, S. (1991):**

Berichtssysteme – Operative Berichterstattung in Konzernen, Hersching (Barbara Kirsch) 1991

**Biskup, J. (1995):**

Grundlagen von Informationssystemen, Braunschweig Wiesbaden (Vieweg) 1995

**Bissantz, N. (1996):**

CLUSMIN – Ein Beitrag zur Analyse von Daten des Ergebniscontrollings mit Datenmustererkennung (Data Mining), in: Dal Cin, M.; Ertl, T.; Feldmann, K. et al. (Hrsg.), Arbeitsberichte des Instituts für mathematische Maschinen und Datenverarbeitung (Informatik), Universität Erlangen Nürnberg, Bd. 29, Nr. 7, 1996

**Bissantz, N. (1998):**

Aktive Managementinformation und Data Mining: Neuere Methoden und Ansätze, in: Chamoni, P.; Gluchowski, P. (Hrsg.): Analytische Informationssysteme, Berlin et al. (Springer) 1998, S. 321-338

**Bissantz, N.; Hagedorn, J. (1993):**

Data Mining (Datenmustererkennung), in: Wirtschaftsinformatik, 5/1993, S. 481-487

**Bloech, J. (1994):**

Berichte in der strategischen Planung, in: Bloech, J.; Götze, U.; Huch, B.; Lücke, W.; Friedhelm, R. (Hrsg.): Strategische Planung, Heidelberg (Physica), 1994, S. 194-208

**Blohm, H. (1970):**

Die Gestaltung des betrieblichen Berichtswesens als Problem der Leitungsorganisation, Herne Berlin (Neue Wirtschafts-Briefe) 1970

**Blummer, T. (1997):**

Objektverwalter – Objektdatenbanken – High-Tech-Spielzeug oder Zukunftsmodell?, in: c't magazin für computer technik, 5/1997, S. 284-295

**Bode, J. (1997):**

Der Informationsbegriff in der Betriebswirtschaftslehre, in: ZfbF Schmalenbachs Zeitschrift für betriebswirtschaftliche Forschung, 5/1997, S. 449-468

**Bollinger, T. (1996):**

Assoziationsregeln – Analyse eines Data Mining Verfahrens, in: Informatik-Spektrum, 5/1996, S. 257-261

**Booch, G. (1991):**

Object Oriented Design with Applications, Redwood City (Benjamin Cummings) 1991

**Booch, G.; Jacobsen, I.; Rumbaugh, J. (1999):**

The Unified Modeling Language User Guide, Massachusetts et al. (Addison-Wesley) 1999

**Borchers, S. (1997):**

Beteiligungscontrolling – Ein integrativer Ansatz unter Berücksichtigung der Management-Holding, Arbeitsbericht Nr. 97/06, Institut für Wirtschaftswissenschaften, Technische Universität Braunschweig, 1997

**Borchers, S.; Totok, A.; Köning, C. (1999):**

DV-gestützte externe Konsolidierung – Eine Marktübersicht für Konsolidierungssoftware, Arbeitsbericht Nr. 98/18, Institut für Wirtschaftswissenschaften, Technische Universität Braunschweig, 1999

**Born, A. (1997):**

Die OLAP-Anbieter müssen Internet-Funktionalität bieten, in: Computer Zeitung, 6/1997, S. 29

**Bossert, R.; Manz, U. L. (1997):**

Externe Unternehmensrechnung – Grundlagen der Einzelrechnungslegung, Konzernrechnungslegung und internationale Rechnungslegung, Heidelberg (Physica) 1997

**Braun, H. (1984):**

Risikomanagement – Eine spezifische Controllingaufgabe, Darmstadt (S. Toeche-Mittler) 1984

**Breitner, C. A.; Lockemann, P. C., Schlösser, J. A. (1998):**

Die Rolle der Informationsversorgung im KDD-Prozeß, in: Nakhaeizadeh, G. (Hrsg.): Data Mining – Theoretische Aspekte und Anwendungen, Heidelberg (Physica) 1998, S. 34-60

**Brockhaus, R. (1992):**

Informationsmanagement als ganzheitliche informationsorientierte Gestaltung von Unternehmen, Göttingen (Universität Göttingen) 1992

**Bulos, D. (1996):**

A New Dimension, in: Database Programming & Design: 6/1996, S. 33-37



**Bulos, D.; Forsman, S. (1998):**

Getting Started with ADAPT, White Paper, San Rafael (Symmetry) 1998

**Burkhardt, R. (1997)**

UML – Unified Modeling Language – Objektorientierte Modellierung für die Praxis, Bonn et al. (Addison Wesley Longman) 1997

**Chamoni, P.; Gluchowski, P. (1998):**

Analytische Informationssysteme – Einordnung und Überblick, in: Chamoni, P.; Gluchowski, P. (Hrsg.): Analytische Informationssysteme, Berlin et al. (Springer) 1998, S. 3-25

**Chamoni, P.; Stock, S. (1998a):**

Modellierung temporaler multidimensionaler Daten in Analytischen Informationssystemen, in: Kruse, R.; Saake, G. (Hrsg.): Data Mining und Data Warehousing, Tagungsband zur Informatik '98, Magdeburg, S. 93-106

**Chamoni, P.; Stock, S. (1998b):**

Temporale Daten in Management Support Systemen, in: Wirtschaftsinformatik, 6/1998, S. 513-519

**Chamoni, P.; Zeschau, D. (1996):**

Management-Support-Systeme und Data-Warehousing, in: Mucksch, H.; Behme, W. (Hrsg.): Das Data-Warehouse-Konzept – Architektur – Datenmodelle – Anwendungen, Wiesbaden (Gabler) 1996, S. 47-83

**Chen, P. P. (1976):**

The Entity-Relationship Model – Towards a Unified View of Data, in ACM Transactions on Database Systems, 1/1976, S. 9-36

**Chik, P. (1997):**

What is Data Mining and how to apply data mining techniques to exploit information from your data warehouse or data mart, in: Sui, B.; Kwan, P. K. M.; Lam, B.; de Vries, P. (Hrsg.) Data Mining, Data Warehousing & Client/Server Databases – Proceedings of the 8<sup>th</sup> International Database Workshop, Singapore (Springer) 1997

**Christ, N. (1996):**

Archivierungssysteme als Bestandteil eines Data Warehouses, in: Mucksch, H.; Behme, W. (Hrsg.): Das Data-Warehouse-Konzept – Architektur – Datenmodelle – Anwendungen, Wiesbaden (Gabler) 1996, S. 301-335

**Coad, P.; Yourdon, E. (1990):**

Object-Oriented Analysis, Englewood Cliffs (Prentice-Hall) 1990

**Codd, E. F. (1970):**

A relational model of data for large shared data banks, in: Communications of the ACM, 6/1970, S. 377-387

**Codd, E. F. (1971):**

Normalized data base structure – a brief tutorial, Yorktown Heights, New York et al. (IBM Corp) 1971

**Codd, E. F. (1982):**

Relational database: a practical foundation for productivity, in: Communications of the ACM, 2/1982, S. 109-117

**Codd, E. F. (1986):**

Missing Information (Applicable an Inapplicable) in Relational Databases, SIGMOD Record 15, 4/1986, S. 53-87

**Codd, E. F. (1994):**

OLAP – On-Line Analytical Processing – mit TM/1, Darmstadt (AW Technische Dokumentationen und M.I.S. GmbH) 1994

**Codd, E. F.; Codd, S. B.; Salley, C. T. (1993):**

Providing OLAP (On-Line Analytical Processing) to User-Analysts: An IT Mandate, E. F. Codd & Associates, [http://www.arborsoft.com/essbase/wht\\_ppr/coddTOC.html](http://www.arborsoft.com/essbase/wht_ppr/coddTOC.html), 15.5.1997

**Codd, E. F.; Codd, S. B.; Salley, C. T. (1993):**

Providing OLAP (On-Line Analytical Processing) to User-Analysts: An IT Mandate, E. F. Codd & Associates, [http://www.arborsoft.com/essbase/wht\\_ppr/coddTOC.html](http://www.arborsoft.com/essbase/wht_ppr/coddTOC.html), 15.5.1997

**Coleman, D. (1994):**

Object-Oriented Development – The Fusion Method, - Englewood Cliffs (Prentice Hall) 1994

**Computerwoche (1998):**

IDC: Peoplesoft ist im ERP-Markt vor Oracle die Nummer zwei, in: Computerwoche, 24/1998, S. 12

**Conrad, W. (1997):**

Qualitätsmanagement in Data Warehouse-Projekten – Methoden und Verfahren für die Projektpraxis, in: Mucksch, H.; Behme, W. (Hrsg.): Das Data-Warehouse-Konzept – Architektur – Datenmodelle – Anwendungen, 2. Aufl., Wiesbaden (Gabler) 1996, S. 237-264

**Czap, H. (1992):**

Beständigkeit versus Flexibilität von Informationsstrukturen, in: Spremann, K.; Zur, E. (Hrsg.): Controlling: Grundlagen – Informationssysteme – Anwendungen, Wiesbaden (Gabler) 1992, S. 803-813

**Darling, C. B. (1996):**

Think outside the OLAP box, in: Datamation, 4/1996, <http://www.datamation.com/PlugIn/workbench/olap/stories/04beval1.htm>, 16.02.1998

**Dayal, A. P.; Buchmann, A. P., McCarty, D. R. (1988):**

Rules Are Objects Too – A Knowledge Model For An Active Object-Oriented Database Management System, in: Dittrich, K. R. (Hrsg.): Advances In Object-Oriented Database Systems, Berlin et al. (Springer) 1988, S. 129-143

**Dellmann, K. (1992):**

Eine Systematisierung der Grundlagen des Controlling, in: Spremann, K.; Zur, E. (Hrsg.): Controlling: Grundlagen – Informationssysteme – Anwendungen, Wiesbaden (Gabler) 1992, S. 113-140

**Devlin, B. A.; Murphy, P. T. (1988):**

An architecture for a business and information system, in: IBM Systems Journal, 1/1988, S. 50-80

**DIN 44 300 (1988):**

Informationsverarbeitung – Begriffe – Allgemeine Begriffe, DIN 44 300, Normenausschuß Informationsverarbeitungssysteme im DIN Deutsches Institut für Normung e.V., Berlin (Beuth) 1988

**Dölle, W.; Ohlendorf, T. (1995):**

Betriebliche Informationssysteme: Entwicklung/Einsatz/Bewertung – Ergebnisse einer empirischen Untersuchung, in: Ambrosi, K.; Huch, B. (Hrsg.): Arbeitspapiere des Instituts für Betriebswirtschaftslehre 1/1995, Universität Hildesheim 1995

**Dudenredaktion (Hrsg., 1996):**

Duden Rechtschreibung der deutschen Sprache, Mannheim et al. (Dudenverlag) 1996

**Ehrenberg, D.; Heine, P. (1998):**

Konzept zur Datenintegration für Management Support Systeme auf der Basis uniformer Datenstrukturen, in: Wirtschaftsinformatik, 6/1998, S. 503-512.

**Eichhorn, W. (1972):**

Die Begriffe Modell und Theorie in der Wirtschaftswissenschaft (Teil 1), in: WiSt Wirtschaftswissenschaftliches Studium, 7/1972, S. 281-288

**Eicker, S.; Jung, R.; Nietsch, M.; Winter, R. (1996):**

Entwicklung eines Data Warehouse für das Produktionscontrolling: Konzepte und Erfahrungen, in: Becker, J.; Grob, H. L.; Müller-Funk, T., Vossen, G. (Hrsg.): Arbeitsberichte des Instituts für Wirtschaftsinformatik, Nr. 51, Universität Münster, November 1996

**Eicker, S.; Jung, R.; Nietsch, M.; Winter, R. (1997):**

Entwicklung eines Data Warehouse für das Produktionscontrolling: Konzepte und Erfahrungen, in: Krallmann, H. (Hrsg.; 1997): Wirtschaftsinformatik '97, Heidelberg (Physica) 1997, S. 449-468

**Eicker, S.; Schüngel, M. (1998):**

Stand der Unternehmensdaten-Modellierung in der Praxis, in: Information Management, 4/1998, S. 78-85

**Engels, E. (1996):**

OLAP jenseits der Schlagworte (1): Grundlagen und Datenmodellierung, in: Datenbank Fokus, 7/1996, S. 14-24

**Falkenberg, E. (1991):**

„Datenmodell“ sowie „Informationsbereich“, in: Schneider, H.-J. (Hrsg.): Lexikon der Informatik und Datenverarbeitung, 3. Aufl., München Wien 1991, Paragraphen 191, 388

**Fank, M. (1996):**

Einführung in das Informationsmanagement, München et al. (Oldenbourg) 1996

**Fayyad, U. M.; Piatetsky-Shapiro, G.; Smyth, P. (1996):**

From Data Mining to Knowledge Discovery – An Overview, in: Fayyad, U. M.; Piatetsky-Shapiro, G.; Smyth, P.; Uthurusamy, R. (Hrsg.): Advances in Knowledge Discovery and Data Mining, Menlo Park et al. (The MIT Press) 1996, S. 1-34

**Ferstl, O. K.; Sinz, E. J. (1993):**

Grundlagen der Wirtschaftsinformatik, München et al. (Oldenbourg) 1993

**Fischer, J. (1992):**

Datenmanagement – Datenbanken und betriebliche Datenmodellierung, München Wien (Oldenbourg) 1992

**Fischer, J. (1996):**

Aktive Datenbankmanagementsysteme, in: Wirtschaftsinformatik, 4/1996, S. 435-438

**Fischer, R.; Rogalski, M. (1993):**

Von der primären zur sekundären Grundrechnung (I), in wisu das wirtschaftsstudium, 2/1993, S. 121-126

**Fischer, R.; Rogalski, M. (1995):**

Datenbankgestütztes Kosten- und Erlöscontrolling, 2. Aufl., Wiesbaden (Gabler) 1995

**Fowler, M. (1997):**

Analysis Patterns – Reusable Object Models, Massachusetts (Addison-Wesley) 1997

**Franck, E.; Jungwirth, C. (1998):**

Produktstandardisierung und Wettbewerbsstrategie, in: wisu das wirtschaftsstudium, 10/1998, S. 497-502

**Fritz, B. (1993):**

Controlling-Anforderungen an ein Führungsinformationssystem – Einführungsprozeß und Auswahlkriterien, in: Controlling, 6/1993, S. 328-339

**Fröhling, O.; Fritz, V. (1997):**

Controlling On The Information Highway, in: controller magazin, 6/1997, S. 394-401

**Früh, H.-J.; Wegmann, J. (1989):**

Die DV-gestützte Konsolidierung – Anforderungen und Möglichkeiten, in: Betriebswirtschaftliche Forschung und Praxis, 4/1989, S. 373-387

**Gabriel, R. (1998):**

Strategische Bedeutung der analytischen Informationssysteme, in: Chamoni, P.; Gluchowski, P. (Hrsg.): Analytische Informationssysteme, Berlin et al. (Springer) 1998, S. 411-420

**Gabriel, R.; Gluchowski, P. (1997):**

Semantische Modellierungstechniken für multidimensionale Datenstrukturen, in: HMD – Theorie und Praxis der Wirtschaftsinformatik, 195/1997, S. 18-37

**Gabriel, R.; Gluchowski, P. (1998):**

Grafische Notationen für die semantische Modellierung multidimensionaler Datenstrukturen in Management Support Systemen, in: Wirtschaftsinformatik, 6/1998, S. 493-502

**Gamma, E.; Helm, R.; Johnson, R.; Vlissides, J. (1998):**

Entwurfsmuster – Elemente wiederverwendbarer objektorientierter Software, Bonn et al. (Addison-Wesley) 1998

**Garbe, H. (1971):**

Der Verdichtungsgrad von Information, in: Grochla, E.; Szyperski, N. (Hrsg.): Management-Informationssysteme – eine Herausforderung an Forschung und Entwicklung, Wiesbaden (Gabler) 1971, S. 199-219

**Gegenmantel, R. (1998):**

Konzeption einer Absatzsegmentrechnung mit Hilfe von OLAP-Datenbanken, in: Hannig, U. (Hrsg.): Managementinformationssysteme in Marketing und Vertrieb, Stuttgart (Schäffer-Poeschel) 1998, S. 173-186

**Geiß, W. (1986):**

Betriebswirtschaftliche Kennzahlen, Frankfurt am Main (Peter Lang) 1986

**Gilmozzi, S. (1998):**

Data Warehousing – Turning Data Into Decisions, in: controller magazin, 1/1998, S. 30-36

**Gluchowski, P. (1993):**

Konzeption einer matrizenbasierten Planungssprache und Datenbank zur Erstellung betrieblicher Planungs- und Kontrollsysteme, Bochum (Brockmeyer) 1993

**Gluchowski, P. (1997):**

Das aktuelle Schlagwort – Data Warehouse, in: Informatik-Spektrum, 1/1997, S. 48-49

**Gluchowski, P.; Gabriel, R., Chamoni, P. (1997):**

Management Support Systeme, Berlin Heidelberg (Springer) 1997

**Goetz, Billy E. (1949):**

Management Planning and Control – A Managerial Approach to Industrial Accounting, New York Toronto London (McGraw-Hill) 1949

**Golfarelli, M.; Maio, D.; Rizzi, S. (1998):**

Conceptual Design of Data Warehouses from E/R Schemes, in: Proceedings of the Hawaii International Conference On System Sciences, 6.-9.1.1998, Kona, Hawaii, o. S.

**Graf, P. (1996):**

Konzeptentwicklung, 2. Aufl., Alling (Sandmann) 1996

**Gray, P.; Watson, H. J. (1998):**

Decision Support in the Data Warehouse, New Jersey (Prentice Hall) 1998

**Gronau, N. (1996):**

Grundlagen der Systemanalyse, in: Krallmann, H. (Hrsg.): Systemanalyse im Unternehmen – Geschäftsprozeßoptimierung, partizipative Vorgehensmodelle, objektorientierte Analyse, München Wien (Oldenbourg) 1996, S. 5-24

**Großeibl, W. (1994):**

Konzerncontrolling, in: Eschenbach, R. (Hrsg.): Controlling, Stuttgart (Schäffer-Poeschel) 1995, S. 587-599.

**Gruner, L. (1996):**

Designing a Database for OLAP, in: Oracle Magazine Interactive, 3-4/1996, <http://www.oramag.com/archives/26meth.html>, 25.09.97

**Habermann, G. (1993):**

Integrationskonzepte externer Wirtschaftsinformationen für Führungsinformationssysteme, in: Behme, W.; Schimmelpfeng, K. (Hrsg.): Führungsinformationssysteme – Neue Entwicklungstendenzen im EDV-gestützten Berichtswesen, Wiesbaden (Gabler) 1993, S. 157-165

**Hahn, D. (1996):**

PuK – Planung und Kontrolle, 5. Aufl., Wiesbaden (Gabler) 1996

**Hahn, D.; Laßmann, G. (1990):**

Produktionswirtschaft – Controlling industrieller Produktion, Band 1, 2. Aufl., Heidelberg (Physica) 1990

**Hahne, M. (1998):**

Logische Datenmodellierung für das Data Warehouse, in: Chamoni, P.; Gluchowski, P. (Hrsg.): Analytische Informationssysteme, Berlin et al. (Springer) 1998, S. 103-122

**Hahne, M.; Schelp, J. (1997):**

Semantische und logische Modellierung mehrdimensionaler Datenstrukturen, Arbeitsberichte des Lehrstuhls für Wirtschaftsinformatik, Ruhr-Universität Bochum, 1997

**Hammer, M; Champy, J. (1995):**

Business Reengineering – die Radikalkur für das Unternehmen, Frankfurt-New York (Campus) 1995

**Hannig, U. (1997):**

Data Warehousing 1997 – Studie, Vortragsskript, Data Warehouse Kongreß 97, Düsseldorf-Neuss, 5.11.1997

**Harbert, L. (1982):**

Controlling-Begriffe und Controlling-Konzeptionen – Eine kritische Betrachtung des Entwicklungsstandes des Controlling und Möglichkeiten seiner Fortentwicklung, Bochum 1982

**Harel, D. (1988):**

On Visual Formalisms, Commun. ACM, Bd. 31, 1988, S. 514-531

**Hars, A. (1994):**

Referenzdatenmodelle – Grundlagen effizienter Datenmodellierung, Wiesbaden (Gabler) 1994

**Haun, P. (1985):**

Einsatzmöglichkeiten von Tabellenkalkulationsprogrammen im Rechnungswesen, in Kostenrechnungspraxis Sonderheft 1985, S. 71-78

**Haun, P. (1987):**

Entscheidungsorientiertes Rechnungswesen mit Daten- und Methodenbanken, Berlin Heidelberg (Springer) 1987

**Heine, P.; Peterson, H. (1998):**

Interdependenzen zwischen Data-Warehouse, Managementinformationssystem und Geschäftsprozeßmodellen, in: Information Management, 2/1998, S. 78-82

**Heinrich, L. J. (1993):**

Wirtschaftsinformatik – Einführung und Grundlegung, München et al. (Oldenbourg) 1993

**Henneböle, J. (1995):**

Executive Information Systems für Unternehmensführung und Controlling, Wiesbaden (Gabler) 1995

**Heß, H.; Houy, C. (1995):**

Konventionenhandbuch – für die Arbeit mit dem ARIS-Toolset, Saarbrücken (IDS) 1995

**Heß, H.; Scheer, A.-W. (1992):**

Methodenvergleich zum objektorientierten Entwurf von Softwaresystemen, in: HMD, 165/1992, S. 117-137

**Herzog, U.; Breitner, Chr. A., Schlösser, J. (1997):**

Die DB-Szene hat sich schlagartig verändert – Der „Universal Server“ – Ein Meilenstein in der Datenbank-Technologie?, in: Computerwoche focus – Blickpunkt Data Warehouse, 6.6.1997, S. 12-14

**Hichert, R.; Moritz, M. (1995):**

MIKsolution – betriebswirtschaftliche Konzeption und softwaretechnische Realisierung eines erfolgreichen Konzepts für Management-Informationssysteme, in: Hichert, R.; Moritz, M. (Hrsg.): Management-Informationssysteme, 2. Aufl., Berlin (Springer) 1995, S. 339-365

**Hildebrand, K.; Müßig, M. (1991):**

Modellierung zeitbezogener Daten im unternehmensweiten Datenmodell (UDM), in: Wirtschaftsinformatik, 3/1991, S. 238-243

**Hoffmann, W.; Kusterer, F. (1997):**

Handels-Controlling auf Basis eines Datawarehouse und OLAP, in: Controlling, 1/1997, S. 46-53

**Hohensee, M. (1997):**

Datenbanken – Auf dem Weg zum gläsernen Kunden, in: Wirtschaftswoche, 44/1997, S. 116-128

**Holten, R./Knackstedt, R. (1997):**

Führungsinformationssysteme – Historische Entwicklung und Konzeption, in: Becker, J.; Grob, H. L.; Funk, U.; Vossen, G. (Hrsg.): Arbeitsberichte des Instituts für Wirtschaftsinformatik, Nr. 56, Universität Münster, 1997



**Holthuis, J. (1997):**

Modellierung multidimensionaler Daten – Modellierungsaspekte und Strukturkomponenten, Oestrich-Winkel (European Business School) 1997

**Holthuis, J. (1998):**

Der Aufbau von Data Warehouse-Systemen, Wiesbaden (Deutscher Universitäts Verlag) 1998

**Holthuis, J.; Mucksch, H.; Reiser, M. (1995):**

Das Data Warehouse Konzept – ein Ansatz zur Informationsbereitstellung von Managementunterstützungssystemen, Arbeitsberichte des Lehrstuhls für Informationsmanagement und Datenbanken, European Business School, Oestrich-Winkel 1995

**Horváth, P. (1995a):**

Thesen zur Neuorientierung des Controlling, in: Horváth, P. (Hrsg.): Controllingprozesse optimieren, Stuttgart (Schäffer Poeschel) 1995, S. 1-4

**Horváth, P. (1995b):**

Controlling und Führung, in Kieser, A.; Reber, G.; Wunderer, R. (Hrsg.): Handwörterbuch der Führung, 2. Aufl., Stuttgart (Schäffer-Poeschel) 1995, S. 211-226

**Horváth, P. (1996):**

Controlling, 6. Aufl., München (Vahlen) 1996

**Horváth, P.; Seidenschwarz, W. (1988):**

Controlling und Informationsmanagement, in: HMD – Theorie und Praxis der Wirtschaftsinformatik, 142/1988, S. 36-45

**Huch, B. (1982):**

Instrumente des Controlling auf dem Gebiet der Abweichungsanalyse, in: Praxis des Rechnungswesens, 1982, Gruppe 11, S. 731-748

**Huch, B.; Behme, W.; Ohlendorf, T. (1995):**

Rechnungswesen-orientiertes Controlling, 2. Aufl., Heidelberg (Physica) 1995

**Huch, B.; Behme, W.; Ohlendorf, T. (1997):**

Rechnungswesen-orientiertes Controlling, 3. Aufl., Heidelberg (Physica) 1997

**Huch, B.; Schimmelpfeng, K. (1994):**

Controlling: Konzepte, Aufgaben und Instrumente, in: Biethahn, J.; Huch, B. (Hrsg.): Informationssysteme für das Controlling, Berlin Heidelberg (Springer) 1994, S. 1-24

**Hübner, H. (1996):**

Informationsmanagement und strategische Unternehmensführung – Vom Informationsmarkt zur Innovation, München Wien (Oldenbourg) 1996

**Hummel, S. (1970)**

Wirklichkeitsnahe Kostenerfassung – Neue Erkenntnisse für eine eindeutige Kostenermittlung, Berlin (Erich Schmidt) 1970

**Hummeltenberg, W. (1998):**

Data Warehousing: Management des Produktionsfaktors Information – eine Idee und ihr Weg zum Kunden, in: Martin, W. (Hrsg.): Data Warehousing – Data Mining – OLAP, Bonn (International Thomson Publishing) 1998, S. 41-71

**IBM (1997):**

Data Warehouse – Neues von IBM und Partnern, Prospekt, IBM Form 12-6051-0 (6/97), 1997

**Inan, Y. (1997):**

Semantische Modellierung komplexer OLAP-Anwendungen mit der Objekttypenmethode (OTM) – Grundlagen und Fallstudie, Diplomarbeit, Universität Konstanz, 1997

**Informix (1997):**

Entwurf eines Data Warehouses auf relationalen Datenbanken, Ismaning (Informix) 1997

**Inmon, W. H. (1993):**

Building the Data Warehouse, New York et al. (Wiley) 1993

**Inmon, W. H. (1996):**

Building the Data Warehouse, 2. Aufl., New York et al. (Wiley) 1996

**Inmon, W. H.; Imhoff, C.; Battas, G. (1996):**

Building the Operational Data Store, New York et al. (Wiley) 1996

**Jacobsen, I.; Christerson, P.; Jonsson, P., Övergaard, G. (1992):**

Object-Oriented Software Engineering, Massachusetts et al. (Addison-Wesley) 1992

**Jahnke, B.; Groffmann, H.-D.; Kruppa, S. (1996):**

On-Line Analytical Processing (OLAP), in: Wirtschaftsinformatik, 3/1996, S. 321-324

**Jaros-Sturhahn, A.; Löffler, P. (1995):**

Das Internet als Werkzeug zur Deckung des betrieblichen Informationsbedarfs, in: Information Management, 1/1995, S. 6-13

**Jones, G. (1998):**

Building Effective Data Marts, in: Oracle Magazine, 3/1998, S. 89-97

**Joswig, D. (1992):**

Das Controlling-Informationssystem CIS, Wiesbaden (Deutscher Universitäts-Verlag) 1992

**Kagermann, H.; Sinzig, W. (1998):**

Unternehmenscontrolling, in: Lachnit, L.; Lange, C.; Palloks, L. (Hrsg.): Zukunftsfähiges Controlling, München (Vahlen) 1998, S. 363-387

**Kaiser, B.-U. (1998):**

Unternehmensinformation mi SAP-EIS – Aufbau eines Data Warehouse und einer in-Sight-Anwendung, 2. Aufl., Braunschweig Wiesbaden (Vieweg) 1998

**Kaiser, E. (1992):**

Semantische Datenmodellierung in Theorie und Praxis, Universität Mannheim (Lehrstuhl für Allgemeine Betriebswirtschaftslehre, Organisation und Wirtschaftsinformatik) 1992

**Kaplan, R. S.; Norton D. P. (1997):**

Balanced Scorecard – Strategien erfolgreich umsetzen, Stuttgart (Schäffer-Poeschel) 1997

**Keen, P. G. W.; Scott Morton, M. S. (1978):**

Decision Support Systems – An Organizational Perspective, Massachusetts et al. (Addison-Wesley) 1978

**Keil, C.; Lang, C. (1998):**

Standardsoftware und organisatorische Flexibilität – Eine Untersuchung am Beispiel der Siemens AG, in: ZfbF Schmalenbachs Zeitschrift für betriebswirtschaftliche Forschung, 9/1998, S. 847-862

**Kemper, H.-G.; Finger, R. (1998):**

Datentransformation im Data Warehouse – Konzeptionelle Überlegungen zur Filterung, Harmonisierung, Verdichtung und Anreicherung operativer Datenbestände, in: Chamoni, P.; Gluchowski, P. (Hrsg.): Analytische Informationssysteme, Berlin et al. (Springer) 1998, S. 61-77

**Kenan Technologies (1995):**

An Introduction To Multidimensional Database Technology, White Paper, <http://www.kenan.com/acumate/mddb.htm>, 5.6.1997

**Kern, W. (1993):**

Zeitaspekte in der Betriebswirtschaftslehre, in: Wittmann, W.; Kern, W. Köhler, R. et al. (1993): Handwörterbuch der Betriebswirtschaft, Teilband 2, 5. Aufl., Stuttgart (Schäffer-Poeschel) 1993, Sp. 4773-4785

**Kimball, R. (1996a):**

The Data Warehouse Toolkit – Practical Techniques for Building Dimensional Data Warehouses, New York et al. (John Wiley & Sons) 1996

**Kimball, R. (1996b):**

Slowly Changing Dimensions, in: DBMS Online, 4/1996, <http://www.dbmsmag.com/9604d05.html>; 20.12.1998

**Kimball, R. (1996c):**

Monster Dimensions: Design solutions for handling changes in very large dimensions, in: DBMS Online, 5/1996, <http://www.dbmsmag.com/9605d05.html>, 10.10.1997

**Kimball, R. (1997):**

A Dimensional Modeling Manifesto – Drawing The Line Between Dimensional Modeling and ER Modeling Techniques, in: DBMS Online, 8/1997, <http://www.dbmsmag.com/9708d15.html>, 17.10.1997

**Kirchner, J. (1997):**

Transformationsprogramme und Extraktionsprozesse entscheidungsrelevanter Daten, in: Mucksch, H.; Behme, W. (Hrsg.): Das Data-Warehouse-Konzept – Architektur – Datenmodelle – Anwendungen, 2. Aufl., Wiesbaden (Gabler) 1996, S. 237-264

**Knolmayer, G.; Myrach, T. (1996):**

Zur Abbildung zeitbezogener Daten in betrieblichen Informationssystemen, in: Wirtschaftsinformatik, 1/1996, S. 63-74

**Koopmann, F. (1998):**

Verteilte OLAP-Datenbank – Dynamische Kalkulation und Partitionierung, in: Client/Server magazin, 1/1998, S. 20-21

**Koppitz, M. (1996a):**

Konzernstrategische Überlegungen zur Geschäftsprozeßoptimierung, in: Scheer, A. W. (Hrsg.): Rechnungswesen und EDV, 17. Saarbrücker Arbeitstagung 1996, Heidelberg (Physica) 1996, S. 53-65

**Koppitz, M. (1996b):**

Konzernstrategische Überlegungen zur Geschäftsprozeßoptimierung, Vortragsskript, Rechnungswesen und EDV, 17. Saarbrücker Arbeitstagung 1996, [http://www.iwi.uni-sb.de/sat/sat\\_1996/koppitz/koppitz.htm](http://www.iwi.uni-sb.de/sat/sat_1996/koppitz/koppitz.htm), 9.9.1998

**Kraege, T. (1998a):**

Informationssysteme für die Konzernführung – Funktion und Gestaltungsempfehlungen, Wiesbaden (Gabler) 1998

**Kraege, T. (1998b):**

Ausgestaltung von FIS für unterschiedliche Konzernführungskonzeptionen, in: Wirtschaftsinformatik, 6/1998, S. 529-526

**Kraus, H. (1993):**

Betriebswirtschaftliche Kennzahlen als Steuerungsinstrumente des Controlling, in: Liessmann, K. (Hrsg.): Controllingkonzepte für den Mittelstand, o. O. (Haufe) 1993, S. 231-266

**Krcmar, H. (1990):**

Entscheidungsunterstützungssysteme: Hilfsmittel und Werkzeuge, in: Kurbel, K.; Strunz, H. (Hrsg.): Handbuch Wirtschaftsinformatik, Stuttgart (Poeschl) 1990, S. 403-418

**Krcmar, H. (1997):**

Informationsmanagement, Berlin et al. (Springer) 1997

**Küpper, H.-U. (1997):**

Controlling – Konzeption, Aufgaben und Instrumente, 2. Aufl., Stuttgart (Schäffer-Poeschel) 1997

**Kütting, K.; Weber, C.-P. (1998):**

Handbuch der Konzernrechnungslegung – Kommentar zur Bilanzierung und Prüfung – Band II, 2. Aufl., Stuttgart (Schäffer-Poeschel) 1998

**Kurz, A. (1998):**

Neue Wege in der Datenanalyse mittels neuartigen Knowledge Discovery- und Data Mining Methoden, in: Martin, W. (Hrsg.): Data Warehousing – Data Mining – OLAP, Bonn (International Thomson Publishing) 1998, S. 249-281

**Lehmann, P.; Ellerau, P. (1997):**

Implementierung eines Data Warehouse für die Verpackungsindustrie, in: HMD – Theorie und Praxis der Wirtschaftsinformatik, 195/1997, S. 76-93

**Lehner, W. (1998):**

Aggregationsverarbeitung in multidimensionalen Datenbanksystemen, in: Dal Cin, M.; Ertl, Th.; Feldmann, K. et al. (Hrsg.), Arbeitsberichte des Instituts für mathematische Maschinen und Datenverarbeitung (Informatik), Universität Erlangen Nürnberg, Bd. 31, Nr. 9, 1998

**Lehner, W.; Albrecht, J.; Wedekind, H. (1998):**

Normal Forms for Multidimensional Databases, in: 10th International Conference on Scientific and Statistical Data Management (SSDBM'98), Capri, Italy, 1.-3.7.1998

**Link, J. (1982):**

Die methodologischen, informationswirtschaftlichen und führungspolitischen Aspekte des Controlling, in: ZfB, 3/1982, S. 261-280

**Link, P.; Schmitz, H. (1998):**

Flexibilität von Software zur Kosten- und Ergebnisrechnung für den Mittelstand, in: Kostenrechnungspraxis, 5/1998, S. 290-295

**Löbbe, J. (1995):**

Die Bedeutung externer Wirtschaftsinformationen für das Management – Strategien für die wirkungsvolle Nutzung und die Integration in ein Management-Informationssystem, in: Hichert, R.; Moritz, M. (Hrsg.): Management-Informationssysteme, 2. Aufl., Berlin (Springer) 1995, S. 84-94

**Madnick, S. E. (1993):**

The Voice of the Customer: Innovative and Useful Research Directions, in: Agrawal, R.; Baker, S.; Bell, D. (Hrsg.): Proceedings of the 19th VLDB Conference, Dublin 1993, S. 701-704

**Maier, R. (1996):**

Qualität von Datenmodellen, Wiesbaden (Gabler) 1996

**Maro Saracco, C. (1998):**

Universal Database Management – A Guide To Object/Relational Technology, San Francisco (Morgan Kaufmann) 1998

**Martin, J.; Odell, J. J. (1992):**

Object Oriented Analysis and Design, Englewood Cliffs (Prentice Hall) 1992

**Martin, W. (1997):**

Data Mining zwischen Wunsch und Wirklichkeit – eine kritische Betrachtung, in: Scheer, A. W. (Hrsg.): Organisationsstrukturen und Informationssysteme auf dem Prüfstand, 18. Saarbrücker Arbeitstagung 1997, Heidelberg (Physica) 1997, S. 221-238;

**Martin, W. (1998a):**

Data Warehouse, Data Mining und OLAP: Von der Datenquelle zum Informationsverbraucher, in: Martin, W. (Hrsg.): Data Warehousing – Data Mining – OLAP, Bonn (International Thomson Publishing) 1998, S. 19-37

**Martin, W. (1998b):**

Data Warehouse für Enterprise Resource Management-Pakete, in: Martin, W. (Hrsg.): Data Warehousing – Data Mining – OLAP, Bonn (International Thomson Publishing) 1998, S. 403-413

**McGuff, F. (1996):**

Data Modeling for Data Warehouses, <http://members.aol.com/fmcguff/dwmodel/dwmodel.htm>, 10.06.1997

**Meffert, H. (1998):**

Marketing: Grundlagen marktorientierter Unternehmensführung: Konzepte – Instrumente – Praxisbeispiele, 8. Aufl., Wiesbaden (Gabler) 1998

**Menninger, D. (1996):**

Designing a Database for OLAP, in: Oracle Magazine Interactive, 3-4/1996, <http://www.oramag.com/archives/26meth.html>, 25.09.97

**Meredith, M. E.; Khader, A. (1996)**

Divide and Aggregate: Designing Large Warehouses, <http://www.dbpd.com/khader.htm>, 13.6.1997

**Merrill Lynch; International Data Corporation (1999):**

Der Markt für Business Intelligence, in: Client/Server Magazin 6/1999, S. 8.

**Mertens, P. (1995):**

Integrierte Informationsverarbeitung 1 – Administrations- und Dispositionssysteme in der Industrie, 10. Aufl., Wiesbaden (Gabler) 1995

**Mertens, P. (1996):**

Buchbesprechung: Vetschera, R. (1995): Informationssysteme der Unternehmensführung, in: Wirtschaftsinformatik, 2/1996, S. 254-255

**Mertens, P.; Bissantz, N.; Hagedorn, J. (1997):**

Data Mining im Controlling – Überblick und erste Praxiserfahrung, in: Zeitschrift für Betriebswirtschaft, 2/1997, S. 179-201

**Mertens, P.; Bodendorf, F.; König, W.; Picot, A.; Schumann, M. (1995):**

Grundzüge der Wirtschaftsinformatik, 3. Aufl., Berlin et al. (Springer), 1995

**Mertens, P.; Griese, J. (1993):**

Integrierte Informationsverarbeitung 2 – Planungs- und Kontrollsysteme in der Industrie, 7. Aufl., Wiesbaden (Gabler) 1993

**Meyer, K. (1994):**

Qualität ist kein Zufall – SAP-Projekte in einem nach ISO 9001 zertifizierten Umfeld, in: Output, Sonderausgabe 1994, S. 60-61

**Microsoft (1998):**

OLE DB for OLAP Programmer's Reference Version 1.0 – The MDX Grammar Specification, Redmond, <http://www.microsoft.com/data/oledb/olap/>, 18.12.1998

**MicroStrategy (1997):**

Relationales OLAP – Die Gründe für relationales OLAP, Whitepaper, MicoStrategy Deutschland, 1997

**Morris, W. C. (1979):**

Grundlagen der Zeichentheorie – Ästhetik und Zeichentheorie, Frankfurt/M. et al. (Ullstein) 1979, Übersetzung aus: Foundations of the Theory of Signs, Chicago (The University of Chicago Press) 1938 sowie Esthetics and the Theorie of Signs, Journal of Unified Science, Vol. 8, Den Haag (van Stockum & Zoon) 1939;

**Mosch, B. (1997):**

Effizientes Beteiligungsmanagement durch Kennzahlensysteme, in: Roth, A.; Behme, W. (Hrsg.): Organisation und Steuerung dezentraler Unternehmenseinheiten, Wiesbaden (Gabler) 1997, S. 153-168

**Mountfield, A.; Schalch, O. (1998):**

Konzeption von Balanced Scorecards und Umsetzung in ein Management-Informationssystem mit SAP Business Information Warehouse, in: Controlling, 5/1998, S. 316-322

**Mucksch, H.; Behme, W. (1997):**

Das Data Warehouse-Konzept als Basis einer unternehmensweiten Informationslogistik, in: Mucksch, H.; Behme, W. (Hrsg.): Das Data-Warehouse-Konzept – Architektur – Datenmodelle – Anwendungen, 2. Aufl., Wiesbaden (Gabler) 1997, S. 31-94

**Mucksch, H.; Holthuis, J.; Reiser, M. (1996):**

Das Data Warehouse-Konzept – ein Überblick, in: Wirtschaftsinformatik, 4/1996, S. 421-433

**Müller, W. (1974):**

Die Koordination von Informationsbedarf und Informationsbeschaffung als zentrale Aufgabe des Controlling, in: ZfbF, 26. Jg., 1974, S. 683-693

**Müßig, M. (1993):**

Berichtsform, in: Horváth, P.; Reichmann, Th. (1993): Vahlens Großes Controllinglexikon, München (Vahlen) 1993, S. 55-56

**Multhaupt, M. (1998):**

Data Mining – Grundlagen und Methoden, Arbeitsbericht Nr. 98/05, Institut für Wirtschaftswissenschaften, Technische Universität Braunschweig, 1997

**Nakhaeizadeh, G.; Reinartz, T.; Wirth, R. (1998):**

Wissensentdeckung in Datenbanken und Data Mining – Ein Überblick, in: Nakhaeizadeh, G. (Hrsg.): Data Mining, Heidelberg (Physika) 1998, S. 248-264

**Neumann, G. (1998):**

Das Vertriebsinformationssystem des Deutschen Sparkassenverlags, in: Martin, W. (Hrsg.): Data Warehousing – Data Mining – OLAP, Bonn (International Thomson Publishing) 1998, S. 225-245



**Nölken, D. (1998):**

OLAP-gestütztes Controlling: Umsetzungserfahrungen in einem Handels- und Dienstleistungsunternehmen, in: Reichmann, T.: Tagungsband zum Deutschen Controlling Congress, Düsseldorf 1998

**Nowak, P. (1966):**

Betriebswirtschaftliche Kennzahlen, in: Hax, K.; Wessel, T. (Hrsg.): Handbuch der Wirtschaftswissenschaften, 2. Aufl., Köln-Opladen (Westdeutscher Verlag) 1966, S. 702-725

**Oehler, K. (1997):**

Das General Ledger-Konzept in Rechnungswesen und Controlling – Zeit für einen Wandel?, in: Controlling, 5/1997, S. 356-361

**Oehler, K. (1998a):**

Unternehmensweite Planung und Budgetierung, in: Kostenrechnungspraxis, 5/1998, S. 296-302

**Oehler, K. (1998b):**

OLAP-Konzeption einer geschlossenen Kostenrechnung, in: Kostenrechnungspraxis, Sonderheft, 2/1998, S. 85-96

**Oesterle, H. (1996):**

Integration: Schlüssel zur Informationsgesellschaft, in: Österle, H; Riehm, R.; Vogler, P. (Hrsg.): Middleware – Grundlagen, Produkte und Anwendungsbeispiele für die Integration heterogener Welten, Braunschweig Wiesbaden (Vieweg) 1996, S. 1-23

**Oestereich, B. (1997a):**

Objektorientierte Softwareentwicklung: Analyse und Design – mit der Unified Modeling Language, 3. Aufl., München Wien (Oldenbourg) 1997

**Oestereich, B. (1997b):**

Objektorientierte Geschäftsprozeßmodellierung mit der UML, White Paper, <http://www.oose.de/uml/gpm.htm>, 3.2.1999

**Ohlendorf, T. (1997):**

Objektorientierte Datenbanksysteme für den Einsatz im Data-Warehouse-Konzept, in: Mucksch, H.; Behme, W. (Hrsg.): Das Data-Warehouse-Konzept – Architektur – Datenmodelle – Anwendungen, 2. Aufl., Wiesbaden (Gabler) 1997, S. 211-233

**Ohlendorf, T. (1998):**

Architektur betrieblicher Referenzmodellsysteme – Konzept und Spezifikation zur Gestaltung wiederverwendbarer Norm-Software-Bausteine für die Entwicklung betrieblicher Informationssysteme, Aachen (Shaker) 1998

**OLAP Council (1998):**

MD-API – The OLAP Application Program Interface, Version 2.0, Programmer's Guide, 01/1998, Portland, <http://www.olapcouncil.org/research/apily.htm>, 28.1.1998

**OMG (1997):**

Technology Adoptions – UML Specification, [http://www.omg.org/techprocess/meetings/schedule/Technology\\_Adoptions.html#tbl\\_UML\\_Specification](http://www.omg.org/techprocess/meetings/schedule/Technology_Adoptions.html#tbl_UML_Specification), 19.11.1997

**Oppelt, R. U. (1995):**

Computerunterstützung für das Management, München Wien (Oldenbourg) 1995

**Oracle (1997a):**

Oracle OLAP Technology: An Integrated Family of Decision Support Solutions, White Paper, Redwood Shores (Oracle Corporation) 1997

**Oracle (1997b):**

Oracle Express Server – Delivering OLAP to the Enterprise, White Paper, Redwood Shores (Oracle Corporation) 1997

**Oracle (1998a):**

Oracle Financial Analyser, Produktinformation, München (Oracle) 1998

**Oracle (1998b):**

Oracle Sales Analyser, Produktinformation, München (Oracle) 1998

**Ortner, E. (1983):**

Aspekte einer Konstruktionssprache für den Datenbankentwurf, Darmstadt (Toeche-Mittler) 1983

**Ortner, E.; Söllner, B. (1989):**

Semantische Datenmodellierung nach der Objekttypenmethode, in: Informatik-Spektrum, 12/1989, S. 31-42

**Ossadnik, W. (1996):**

Controlling, München Wien (Oldenbourg) 1996

**Ott, H. J. (1992):**

Informationsmanagement, in: wisu das wirtschaftsstudium, 6/1992, S. 476-482

**Ottmann, T.; Widmayer, P. (1993):**

Algorithmen und Datenstrukturen, 2. Aufl., Mannheim et al. (BI) 1993

**Parsayse, K. (1995):**

The Sandwich Paradigm, in: Database Programming & Design, 4/1995, S. 50-55

**Pendse, N. (1997a):**

The OLAP Report: Multidimensional data structures, <http://www.olapreport.com/MDStructures.htm>, 22.7.1997

**Pendse, N. (1997b):**

The OLAP Report: Database explosion, <http://www.olapreport.com/DatabaseExplosion.htm>, 22.7.1997

**Pendse, N. (1999):**

The OLAP Report: Market share analysis, <http://www.olapreport.com/Market.htm>, Stand: 21.5.1999

**Pendse, N.; Creeth, R. F. (o. J.):**

Synopsis of The OLAP Report, <http://www.busintel.com/synopsis.htm>, 15.08.1996

**Peters, T.; Schomburg, E. (1998):**

Unternehmensweites Kennzahlensystem in der keramischen Industrie, in: Kostenrechnungspraxis, 5/1998, S. 303-309

**Peterson, S. (1994):**

Stars: A Pattern Language for Query Optimized Schema, White Paper, Sequent Computer Systems Inc., o.O., <http://c2.com/ppr/stars.html>, 20.12.1998

**Petsch, M. (1985):**

Budgetinformationssysteme – Computergestützte Erfolgsplanung und -kontrolle, Darmstadt (Toeche Mittler) 1985

**Picot, A. (1990):**

Der Produktionsfaktor Information in der Unternehmensführung, in: Information Management, 1/1990, S. 6-14;

**Picot, A.; Franck, E. (1993):**

Aufgabenfelder eines Informationsmanagement (I), in: wisu das wirtschaftsstudium, 5/1993, S. 433-437

**Poe, V.; Reeves, L. (1997):**

Aufbau eines Data Warehouse, München et al. (Prentice Hall) 1997

**Preißler, P. R. (1994):**

Controlling auch im Klein- und Mittelbetrieb, 9. Aufl., Eschborn (Rationalisierungs-Kuratorium der Deutschen Wirtschaft e.V.) 1994

**Raden, N. (1996):**

Star Schema 101, <http://www.strategy.com/dwf/raden/str101.htm>, 24.04.1997

**Rational (1997a):**

UML Summary – version 1.1, Santa Clara (Rational et al.) 1.9.1997

**Rational (1997b):**

UML Notation Guide – version 1.1, Santa Clara (Rational et al.) 1.9.1997

**Rauh, O. (1991):**

Gütekriterien für die semantische Datenmodellierung, in: HMD – Theorie und Praxis der Wirtschaftsinformatik, 158/1991, S. 91-110

**Rauh, O. (1992):**

Überlegungen zur Behandlung ableitbarer Daten im Entity-Relationship-Modell (ERM), in: Wirtschaftsinformatik, 3/1992, S. 294-306

**Rauh, O.; Stickel, E. (1993):**

Searching for compositions in ER schemes, in: Proceedings of the 12th International Conference on Entity Relationship Approach, Arlington, 1993, S. 75-86

**Rauh, O.; Stickel, E. (1997):**

Konzeptuelle Datenmodellierung, Stuttgart Leipzig (Teubner) 1997

**Rautenstrauch, C. (1997):**

Modellierung und Implementierung von Data-Warehouse-Systemen, Arbeitspapier, Otto-von-Guericke-Universität, Magdeburg, 1997

**Rehkugler, H.; Podding, T. (1993):**

Bilanzanalyse, 3. Aufl., München Wien (Oldenbourg) 1993

**Reichmann, T. (1997):**

Controlling mit Kennzahlen und Managementberichten, 5. Aufl., München (Vahlen) 1997

**Reichmann, T.; Baumöl, U. (1998):**

Die Potentiale globaler Datennetze aus der Sicht des Unternehmens-Controlling, in: Reichmann, T. (Hrsg.): Globale Datennetze – Innovative Potentiale für Informationsmanagement und Controlling, München (Vahlen) 1998, S. 1-20

**Reichmann, T.; Fritz, B.; Nölken, D. (1993):**

EIS-gestütztes Controlling: Schnittstelle zwischen Controlling und Informationsmanagement, in: Scheer, A.-W. (Hrsg.): Handbuch Informationsmanagement, Wiesbaden (Gabler) 1993, S. 463-489

**Reichmann, T.; Fröhling, O. (1994):**

Euro-Controlling – Konzeption, Systeme und DV-technische Applikation, in: Die Betriebswirtschaft, 1/1994, S. 59-73

**Riebel, P. (1959):**

Das Rechnen mit Einzelkosten und Deckungsbeiträgen, in: Zeitschrift für handelswirtschaftliche Forschung, 1959, S. 213-238, nachgedruckt in: Riebel, P. (1994): Einzelkosten- und Deckungsbeitragsrechnung – Grundfragen einer markt- und entschei-

dungsorientierten Unternehmensrechnung, 7. Aufl., Wiesbaden (Gabler) 1994, S. 37-59

**Riebel, P. (1967):**

Kurzfristige unternehmerische Entscheidungen im Erzeugnisbereich auf Grundlage des Rechnens mit relativen Einzelkosten und Deckungsbeiträgen, in: Neue Betriebswirtschaft, 8/1967, S. 1-23, nachgedruckt in: Riebel, P. (1994): Einzelkosten- und Deckungsbeitragsrechnung – Grundfragen einer markt- und entscheidungsorientierten Unternehmensrechnung, 7. Aufl., Wiesbaden (Gabler) 1994, S. 269-307

**Riebel, P. (1974a):**

Systemimmanente und anwendungsbedingte Gefahren von Differenzkosten und Deckungsbeitragsrechnungen, in: ZfbF Schmalenbachs Zeitschrift für betriebswirtschaftliche Forschung, 26. Jg. 1974, S. 493-529, nachgedruckt in: Riebel, P. (1994): Einzelkosten- und Deckungsbeitragsrechnung – Grundfragen einer markt- und entscheidungsorientierten Unternehmensrechnung, 7. Aufl., Wiesbaden (Gabler) 1994, S. 356-385

**Riebel, P. (1974b):**

Deckungsbeitrag und Deckungsbeitragsrechnung, in: Grochla, E.; Wittmann, W. (Hrsg.; 1974); Handwörterbuch der Betriebswirtschaft, 4. Aufl., Stuttgart 1974, Sp. 1137-1155, nachgedruckt in: Riebel, P. (1994): Einzelkosten- und Deckungsbeitragsrechnung – Grundfragen einer markt- und entscheidungsorientierten Unternehmensrechnung, 7. Aufl., Wiesbaden (Gabler) 1994, S. 386-398

**Riebel, P. (1979):**

Gestaltungsprobleme einer zweckneutralen Grundrechnung, in: ZfbF Schmalenbachs Zeitschrift für betriebswirtschaftliche Forschung, 31. Jg. 1979, S. 863-893, nachgedruckt in: Riebel, P. (1994): Einzelkosten- und Deckungsbeitragsrechnung – Grundfragen einer markt- und entscheidungsorientierten Unternehmensrechnung, 7. Aufl., Wiesbaden (Gabler) 1994, S. 444-474

**Riebel, P. (1994):**

Einzelers-, Einzelkosten- und Deckungsbeitragsrechnung als Kern einer ganzheitlichen Führungsrechnung, in: Kostenrechnungspraxis, 1/1994, S. 9-31

**Rieg, R. (1997):**

Architektur und Datenmodell eines koordinationsorientierten Controlling-Informationssystems, Heidelberg (Physica) 1997

**Riem, R.; Vogler, P. (1996):**

Middleware: Infrastruktur für die Integration, in: Österle, H; Riehm, R.; Vogler, P. (Hrsg.): Middleware – Grundlagen, Produkte und Anwendungsbeispiele für die Integration heterogener Welten, Braunschweig Wiesbaden (Vieweg) 1996, S. 25-135

**Ruf, T. (1997a):**

Scientific&Statistical Databases – Datenbankeinsatz in der multidimensionalen Datenanalyse, Braunschweig Wiesbaden (Vieweg) 1997

**Ruf, T. (1997b):**

Einsatz von Data Warehousing und OLAP im Bereich der Marktforschung, Folien-skript, Herbst-Treffen der GI-Fachgruppe Datenbanken und des AK Grundlagen von Informationssystemen, Magdeburg, 1.10.1997

**Ruhnke, K. (1995):**

Konzernbuchführung, Düsseldorf (IDV) 1995

**Rumbaugh, J.; Blaha, M.; Premerlani, W.; Eddy, F.; Lorenson, W. (1991):**

Object-Oriented Modeling and Design, Englewood Cliffs (Prentice-Hall) 1991

**Rumbaugh, J.; Blaha, M.; Premerlani, W.; Eddy, F.; Lorenson, W. (1993):**

Objektorientiertes Modellieren und Entwerfen, München et al. (Hanser/Prentice Hall) 1993

**SAP (1997):**

Business Information Warehouse – Technologie, White Paper, Walldorf (SAP AG) 1997

**Sapia, C. (1998):**

Babel Fish – A Model-Driven Data Warehouse Design Methodology – Konzeptionelle multidimensionale Datenmodellierung mit dem ME/R Modell, Vortragsskript, 4. Workshop des GI-Arbeitskreises Multidimensionale Datenbanken, Darmstadt, 27.4.1998

**Sapia, C.; Blaschka, M.; Höfling, G.; Dinter, B. (1998):**

Extending the E/R Model for the Multidimensional Paradigm, Proc. International Workshop on Data Warehouse and Data Mining (DWDM, in connection with ER'98), Nov 19-20, 1998, Singapore, <http://www.forwiss.tu-muenchen.de/~system42/publications/index.html>, 10.12.1998

**Scheer, A.-W. (1990):**

Wirtschaftsinformatik – Informationssysteme im Industriebetrieb, 3. Aufl., Berlin et al. (Springer) 1990

**Scheer, A.-W. (1995):**

Wirtschaftsinformatik – Referenzmodelle für industrielle Geschäftsprozesse, 6. Aufl., Berlin-Heidelberg (Springer) 1995

**Scheer, A.-W., Nüttgens, M.; Zimmermann, V. (1995):**

Rahmenkonzept für ein integriertes Geschäftsprozeßmanagement, in: Wirtschaftsinformatik, 5/1995, S. 426-434

- Schelp, J. (1998):**  
Konzeptionelle Modellierung mehrdimensionaler Datenstrukturen, in: Chamoni, P.; Gluchowski, P. (Hrsg.): Analytische Informationssysteme, Berlin et al. (Springer) 1998, S. 263-276
- Schinzer, H. D.; Bange, C. (1998):**  
Werkzeuge zum Aufbau analytischer Informationssysteme – Marktübersicht, in: Chamoni, P.; Gluchowski, P. (Hrsg.): Analytische Informationssysteme, Berlin et al. (Springer) 1998, S. 41-58;
- Schinzer, H.; Bange, C.; Wehner, J.; Zeile, C. (1997):**  
Management mit Maus und Monitor – Ausgewählte Business Intelligence-, OLAP- und Data Warehouse-Werkzeuge im Vergleich, München (Vahlen) 1997
- Schlageter, G.; Stucky, W. (1983):**  
Datenbanksysteme: Konzepte und Modelle, 2. Aufl., Stuttgart (Teubner) 1983
- Schmalenbach, E. (1956):**  
Kostenrechnung und Preispolitik, 7. Aufl., Köln-Opladen (Westdeutscher Verlag) 1956
- Schmidt, G. (1996):**  
Informationsmanagement: Modelle, Methoden, Techniken, Berlin et al. (Springer) 1996
- Schmitz, H. (1997):**  
Objektorientierte Konzepte für Kosteninformationssysteme, Wiesbaden (Gabler) 1997
- Schnell, R. (1986):**  
Missing-Data-Probleme in der empirischen Sozialforschung, Dissertation, Ruhr-Universität, Bochum, 1986
- Schöning, U. (1992):**  
Theoretische Informatik kurz gefaßt, Mannheim et al. (BI-Wissenschaftsverlag) 1992
- Schosser, R.; Wagner, C. (1996):**  
Weltweite Vertriebsdatenanalyse mit Online Analytical Processing, in: Hannig, U. (Hrsg.): Data Warehouse und Managementinformationssysteme, Stuttgart (Schäffer-Poeschel) 1996, S. 123-128
- Schreiber, D. (1993):**  
Zur temporalen Datenmodellierung aus der Sicht der Wirtschaftsinformatik, Arbeitsberichte Nr. 11, Institut für Wirtschaftsinformatik, Universität Gesamthochschule Siegen, 1993
- Schumann, M. (1998):**  
Aktuelle Entwicklungen im DV-gestützten Controlling, in: Kostenrechnungspraxis, Sonderheft, 2/1998, S. 5-13

**Schwarze, J. (1993):**

Mathematik und Betriebswirtschaftslehre, in: Wittmann, W.; Kern, W. Köhler, R. et al. (1993): Handwörterbuch der Betriebswirtschaft, Teilband 2, 5. Aufl., Stuttgart (Schäffer-Poeschel) 1993, Sp. 2830-2838

**Schweitzer, M. (1994):**

Gegenstand der Industriebetriebslehre, in: Schweitzer, M. (Hrsg.): Industriebetriebslehre, 2. Aufl., München (Vahlen) 1994, S. 3-60

**Schweitzer, M.; Friedl, B. (1992):**

Beitrag zu einer umfassenden Controlling-Konzeption, in: Spremann, K.; Zur, E. (Hrsg.): Controlling: Grundlagen – Informationssysteme – Anwendungen, Wiesbaden (Gabler) 1992, S. 141-168

**Shlaer, S.; Mellor, J. (1991)**

Object Lifecycles – Modelling the World in States, Englewood Cliffs (Prentice-Hall), 1991

**Seufert, A. (1997):**

Groupware enabled Data Warehouse – Management Support für die Professionelle Know-how Organisation Prüfungs- und Beratungsgesellschaft, Wiesbaden (Gabler) 1997

**Siegwart, H. (1987):**

Controlling-Konzepte und Controller-Funktionen in der Schweiz, in: Mayer, E.; Landsberg, G. von; Thiede, W. (Hrsg.): Controlling-Konzepte im internationalen Vergleich, Freiburg (Haufe) 1987, S. 105-131

**Sill, H. (1995):**

Externe Rechnungslegung als Controlling-Instrument, in: Horváth, P. (Hrsg.): Controllingprozesse optimieren, Stuttgart (Schäffer-Poeschel) 1995, S. 13-31

**Soeffky, M. (1997):**

Von befriedigenden Lösungen noch weit entfernt – Datenanalyse ist eine wichtige Basis für Unternehmensentscheidungen, in: Computerwoche focus – Blickpunkt Data Warehouse, 6.6.1997, S. 4-7, 26

**Software AG (1996):**

Endbenutzerwerkzeuge für das Data Warehouse, in: Datenbank Extra – Software AG: Technologien für die IT-Praxis, 1996, S. 39-42

**Staehe, W. H. (1973):**

Kennzahlensysteme als Instrument der Unternehmensführung, in: WiSt Wirtschaftswissenschaftliches Studium, 5/1973, S. 222-228

**Stahlknecht, P. (1993):**

Einführung in die Wirtschaftsinformatik, 6. Aufl., Berlin Heidelberg (Springer) 1993



**Stein, W. (1993):**

Objektorientierte Analysemethoden – ein Vergleich, in: Informatik-Spektrum, 16/1993, S. 317-332

**Stein, W. (1997)**

Objektorientierte Analysemethoden – Vergleich, Bewertung, Auswahl, 2. Aufl., Mannheim (Spektrum Akademischer Verlag) 1997

**Steinbichler, G. (1990):**

Das Berichtswesen im internationalen Unternehmen – Gestaltungsmöglichkeiten für das Controlling, in: Controlling, 3/1990, S. 144-147

**Stickel, E.; Groffmann, H.-D.; Rau, K.-H. (Hrsg., 1997):**

Gablers Wirtschaftsinformatik-Lexikon, Wiesbaden (Gabler) 1997

**Stonebraker, M.; Moore, M. (1996):**

Object-Relational DBMSs – The Next Great Wave, San Francisco (Morgan Kaufmann) 1996

**Szyperski (1980):**

Informationsbedarf, in: Grochla, E. (Hrsg.): Handwörterbuch der Organisation, 2. Aufl., Stuttgart (Poeschel) 1980, Sp. 904-913

**Teuteberg, F. (1997):**

Effektives Suchen im World Wide Web: Suchdienste und Suchmethoden, in: Wirtschaftsinformatik, 4/1997, S. 373-383

**Thomsen, E. (1997):**

OLAP Solutions – Building Multidimensional Information Systems, New York et al. (John Wiley & Sons) 1997

**Tiemeyer, E. (1996):**

Erfolgsfaktor „Führungsinformation“ – Ausschöpfung strategischer Potentiale durch informationstechnische Unterstützung, in: Zeitschrift für Unternehmensentwicklung und Industrial Engineering, 3/1996, S. 108-115

**Totok, A. (1997):**

Data Warehouse und OLAP als Basis für betriebliche Informationssysteme, Arbeitsbericht Nr. 97/03, Institut für Wirtschaftswissenschaften, Technische Universität Braunschweig, 1997

**Totok, A. (1998):**

Controllinganwendungen mit OLAP, in: Zeitschrift für Planung, 2/1998, S. 161-180

**Totok, A.; Jaworski, R. (1998):**

Modellierung von multidimensionalen Datenstrukturen mit ADAPT, Arbeitsbericht Nr. 98/11, Institut für Wirtschaftswissenschaften, Technische Universität Braunschweig, 1998

**Tresch, M.; Rys, M. (1997):**

Data Warehousing Architektur für Online Analytical Processing, in: HMD – Theorie und Praxis der Wirtschaftsinformatik, 195/1997, S. 56-75

**Uhr, W.; Woywod, A.; Bödker, V. (1996):**

Anforderungen potentieller Empfänger von Expertisen im Controlling – Ergebnisse einer empirischen Untersuchung und Ansatzpunkt für die Benutzermodellierung, in: Wirtschaftsinformatik, 4/1996, S. 411-419

**Vetschera, R. (1995):**

Informationssysteme der Unternehmensführung, Berlin et al. (Springer) 1995

**Vetter, M. (1990):**

Konzeptionelle Datenmodellierung, in: Kurbel, K.; Strunz, H. (Hrsg.): Handbuch Wirtschaftsinformatik, Stuttgart (Poeschl) 1990, S. 383-401

**Voß, S. (1997):**

Informationsmanagement, Folienskript, TU Braunschweig, Wintersemester 1997/98

**Wagner, G. (1997):**

Jenseits von Schema F – Datenmodelle – Strickmuster für Datenbanken, in: c't magazin für computer technik, 5/1997, S. 276-282

**Wall, F. (1999):**

Planungs- und Kontrollsysteme – Informationstechnische Perspektiven für das Controlling, Gabler (Wiesbaden) 1999

**Weber, H. W.; Fröhling, O. (1998):**

Controlling in Netzwerkunternehmen: Verteilte Controllingsauswertungen auf Basis von Data Warehouse- und OLAP-Lösungen, in: Lachnit, L.; Lange, C.; Palloks, L. (Hrsg.): Zukunftsfähiges Controlling, München (Vahlen) 1998, S. 417-442

**Weber, H. W.; Strüngmann, U. (1997):**

Datawarehouse und Controlling – einr vielversprechende Partnerschaft, in: Controlling, 1/1997, S. 30-36

**Weber, J. (1983):**

Kosten-Grundrechnung im entscheidungsorientierten Rechnungswesen – Konzept und Entwicklungsmöglichkeiten (I), in: wisu das wirtschaftsstudium, 11/1983, S. 174-178

**Weber, J. (1992):**

Die Koordinationssicht des Controlling, in: Spremann, K.; Zur, E. (Hrsg.): Controlling: Grundlagen – Informationssysteme – Anwendungen, Wiesbaden (Gabler) 1992, S. 169-183

**Weber, J. (1995):**

Einführung in das Controlling, 6. Aufl., Stuttgart (Schäffer-Poeschel) 1995

**Wedekind, H. (1981):**

Datenbanksysteme I: Eine konstruktive Einführung in die Datenverarbeitung in Wirtschaft und Verwaltung, 2. Aufl., Mannheim Zürich (Bibliographisches Institut) 1981

**Wedekind, H. (1988):**

Nullwerte in Datenbanksystemen, in: Informatik-Spektrum, 11/1988, S. 97-98

**Wegner, P. (1990):**

Concepts and Paradigms of Object-Oriented Programming, in: OOPS Messenger, 1/1990, o S.

**Welge, M. K.; Amshoff, B. (1998):**

Internationales Controlling: Aufgaben – Techniken – Organisation, in: Lachnit, L.; Lange, C.; Palkos, L. (Hrsg.): Zukunftsfähiges Controlling, München (Vahlen) 1998, S. 445-480

**Weißberger, B. E. (1997):**

Die Informationsbeziehung zwischen Management und Rechnungswesen, Wiesbaden (Gabler) 1997

**Wirfs-Brock, R.; Wilkerson, B.; Wiener, L. (1990)**

Designing Object-Oriented Software, Englewood Cliffs (Prentice-Hall) 1990

**Wirtschaftsinformatik-Lexikon (1997):**

Methode, in: Stickel, E.; Groffmann, H.-D.; Rau, K.-H. (Hrsg.): Gabler-Wirtschaftsinformatik-Lexikon, Wiesbaden (Gabler) 1997, S. 440-441

**Witt, F.-J. (1991):**

Deckungsbeitragsmanagement, München (Vahlen) 1991

**Witt, F.-J. (1992):**

Handelscontrolling, München (Vahlen) 1992

**Wittmann, W. (1959):**

Unternehmung und unvollkommene Information, Köln (Westdeutscher) 1959

**Wittmann, W. (1980):**

Information, in: Grochla, E. (Hrsg.): Handwörterbuch der Organisation, 2. Aufl., Stuttgart (Poeschel) 1980, Sp. 894-904

**Wollnik, M. (1987):**

Aktionsfeld des Informationsmanagements, in: Jahresbericht der GMD 1987, S. 148-166

**Wullenkord, A. (1995):**

Kosten- und Erfolgs-Controlling im Konzern, München (Vahlen) 1995

**Zeschau, D. (1998):**

Einsatz der OLAP-Technologie zur Unterstützung der weltweiten Konzernsteuerung bei der Thyssen Haniel Logistic GmbH, in: Chamoni, P.; Gluchowski, P. (Hrsg.): Analytische Informationssysteme, Berlin et al. (Springer) 1998, S. 277-288

**Ziener, M. (1985):**

Controlling im multinationalen Unternehmen, Landsberg a. L. (moderne Industrie) 1985

**Zinke, J. E. (1997):**

Das Data Warehouse bei OBI als Werkzeug zur Globalisierung, Vortragsskript, Data Warehouse Kongreß 97, Düsseldorf-Neuss, 5.11.1997

**Zipfel, C. (1995):**

EDV-unterstütztes Konzern-Controlling, in: controller magazin, 3/1995, S. 167-171

# Stichwortverzeichnis

---

## A

Ableitungsregel	95, 161, 192
ADAPT	133
Administrationssystem	38
Akteur	144
Anforderungsanalyse	117
Anwendungsfall	144
Architektur	45
Archivierungssystem	45
ARIS	153
Attribut	102, 141
Ebenenattribut	174
Aussagensammlung	31
Auswertungsdatenstruktur	111
Auswertungsrechnung	80

---

## B

Balanced Scorecard	195
Basisdatenstruktur	111
Begriffsstandard	29, 182
Benutzerschnittstelle	212
Bericht	26
Berichtssystem	25
Berichtswesen	20
Betriebsergebnisrechnung	196
Bewegungsdaten	109
Beziehung	102, 142
Beziehungstyp	137
Business Content	242
Business Information Warehouse	242
Business Intelligence	96

---

## C

Constraint	193
Controlling	7
Anwendungen	195
Informationsversorgungsfunktion	16
Konzept	8
Koordinationsfunktion	16, 20
Ziele	8
Controllinginformationssystem	40, 48
Anforderungen	50

---

## D

Data Mart	39, 46
Data Mining	71
Data Warehouse	39
Anwendungsgebiete	196
Architektur	45
Projekt	46
Database Marketing	196
Daten	10
Bewegungsdaten	109
Datenbanksystem	42
Datenwürfel	119
Denormalisierung	112, 174
Extraktion	109, 233, 238
Granularität	113
Import	109
Indizierung	174
Konsistenz	110
Metadaten	44
Partitionierung	44
qualifizierende Daten	108
Qualität	15, 237
quantifizierende Daten	108
Stammdaten	109, 181
Transformation	109
Verdichtung	113
Vereinheitlichung	114
Datenmodell	98, 239
logisches	99
semantisches	99
Datenmodellierung	
logische	173
semantische	102
Datenstruktur	
Auswertungsdatenstruktur	111
Basisdatenstruktur	111, 162
Decision Support System	52
Denormalisierung	112, 174
DF Model	151
Dimension	87, 108, 159
Dimensionselement	136, 160
Dimensionierung	119, 221
Dimensionstyp	135
betriebswirtschaftlicher	87
struktureller	92
verdichtender	92

Dispositionssystem	38	Internet	64
Drill Down	62	Intranet	64
<hr/>		<hr/>	
<b>E</b>		<b>J</b>	
Enterprise Resource Planning	38	Join	120, 175, 187
Entity	102	<hr/>	
Entity-Relationship Model	102	<b>K</b>	
Entscheidungsunterstützungssystem	40, 52	Kapselung	143
Express	208, 225, 245	Kennzahl	32, 85, 108
<hr/>		abgeleitete	119, 158, 201, 216
<b>F</b>		Asymmetrie	36
Fact Constellation Schema	178	importierte	158
Fahrzeugtyp	197	Kennzahlenbedarf	117
Financial Analyser	208	Kennzahlensystem	34, 195
Flat File	110	originäre	124, 200, 216
Fremdschlüssel	174	Klasse	141, 146, 148
Führungsinformationssystem	40, 52	Knowledge Discovery in Databases	72
<hr/>		Konsolidierung	228
<b>G</b>		Konzept	7
Generalisierung	142, 146	Konzern	
Granularität	113	Controlling	196
Grundrechnung	76	Informationssystem	228
Gültigkeitskombination	161	Konsolidierung	228
Gültigkeitszeitmatrix	190	Koordinationsfunktion	7
<hr/>		<hr/>	
<b>H</b>		<b>M</b>	
Historientabelle	187	Managementinformationssystem	51
<hr/>		Managementunterstützungsfunktion	7
<b>I</b>		Metadaten	44
Information	10	Methodenbanksystem	159
Information Overload	48	Middleware	39
Informationsbedarf	14	Minidimension	188
Informationskongruenz	15, 25	Modell	97
Informationslogistik	25	Modellierung	97
Informationsmanagement	23	MOLAP	67
Informationsquellen	31	Multicube	120, 173, 211, 225
Informationsversorgungsfunktion	7, 9	<hr/>	
Informationssystem	37	<b>N</b>	
analytisches	49	Navigation	62
Integration	37, 231	Normalform	102
Probleme	53	Normalisierung	104
Insellösung	29, 41, 46, 232		
Integritätsregel	193		

**O**

Objekt	141
Typ	141
Objektorientierung	
Methode	139
Modellierung	139
Objekttypenmethode	127
OLAP	55
Architektur	65
Regeln	58
Server	39
OMT	147
OOA	146
Operation	141
Operational Data Store	110

**P**

Paket	145
Partitionierung	44
Planung	195
Polymorphie	142
Preisindexanalyse	198
Probleme	237
Produktanalysesystem	197
Produktionsanalysesystem	215
proprietär	55

**R**

ROLAP	68, 173
Roll Up	62
Rolle	144

**S**

Schlüsselattribut	174
Selector	214
Sicht	143
Singlecube	119, 173, 210
Slowly Changing Dimensions	180
Snowflake Schema	177
Spartenergebnisrechnung	234
Spezialisierung	102, 124, 142, 146
SQL	110, 138
Stammdaten	109
Star Schema	174
Stored Procedure	193
System	9
Systemlandschaft	117

**T**

Tätigkeitsanalyse	117, 198
Trigger	193
Tupel-Zeitstempelung	185

**U**

Unified Modeling Language	141
Unternehmensdatenmodell	2, 37, 105

**V**

Verdichtung	27, 92, 223, 229
Vererbung	142
Versionierung	180, 183
Versionsdimension	180
Versionsnummer	185
Vorgehensmodell	115