

Die approbierte Originalversion dieser Dissertation ist an der Hauptbibliothek der Technischen Universität Wien aufgestellt (<http://www.ub.tuwien.ac.at>).

The approved original version of this thesis is available at the main library of the Vienna University of Technology (<http://www.ub.tuwien.ac.at/englweb/>).



DISSERTATION

Ein Data Warehousing Referenzmodell zum Supply Chain Controlling

ausgeführt zum Zwecke der Erlangung des akademischen Grades eines Doktors der
Sozial- und Wirtschaftswissenschaften unter der Leitung von

a.o.Univ.-Prof. Dr. Kurt Matyas

Institut für Managementwissenschaften (E330)

und

a.o.Univ.-Prof Dr. Alexander Prosser

Institut für Produktionsmanagement (Wirtschaftsuniversität Wien)

eingereicht an der Technischen Universität Wien

Fakultät für Informatik von

Manuel Cantele

0002441

Reinprechtsdorferstrasse 54/22 1050 Wien

Wien, am

Unterschrift

KURZFASSUNG

In der vorliegenden Arbeit wird ein konzeptionelles, multidimensionales Data Warehousing Referenzmodell entwickelt, das zum Controlling von Supply Chains anwendbar sein soll. Das Ziel ist es dabei, dem Supply Chain Management ein modernes und an anforderungsgerechtes IT Werkzeug zur Verfügung zu stellen. Dazu werden in der Arbeit das Supply Chain Management bzw. –Controlling, Data Warehousing und die Referenzmodellierung als Themenbereiche erarbeitet. Im Abschnitt zum Supply Chain Controlling werden ausgehend von der klassischen Controlling Theorie und der systemtheoretischen Betrachtung von generischen Unternehmensnetzwerken schrittweise Supply Chains als Unternehmensnetzwerke in Produktion und Logistik sowie das Management derselben abgegrenzt und herausgearbeitet. Das beinhaltet auch die Instrumente und Konzepte in Supply Chain Management und –Controlling um diese induktiv in das Referenzmodell einbringen zu können. Dem State-of-the-Art des Data Warehousing als „Trägertechnologie“ für den in dieser Arbeit zu entwickelnden Controlling-Ansatz wird ebenfalls ein eigener Abschnitt gewidmet. Kerninhalte dessen sind Architektur, Entwicklungsprozesse, Methodik zur Informationsbedarfsanalyse und Modellierungsmethoden. Um die Referenzmodellerstellung in dieser Arbeit gemäß dem Stand des Wissens durchzuführen, wird weiters in einem eigenen Abschnitt die Theorie zu diesem Thema erarbeitet, um ein Vorgehensmodell zu erhalten und die angewandte Methodik fundiert in der Theorie zu verankern. Im Zuge der Referenzmodellentwicklung werden zunächst eine Einbettung in die Controllingtheorie, eine Einbettung in die Methodik der Informationsbedarfsanalyse, Institutionalisierungs- und Architekturoptionen sowie Interoperabilitätsfragen behandelt. Der Kern dieser Arbeit ist schließlich das Referenzmodell, bestehend aus einem Netzwerk- und Produktstrukturmodell und in mehrere Perspektiven (*Views* genannt) aufgeteilte Dimensionsmodelle und Fakten (gemäß der multidimensionalen Data Warehousing Methodik). Ein zusammenfassender Abschnitt samt Ausblick schließt die Arbeit ab.

Für meine Eltern und Stefan Köckeis

1. Einleitung.....	1
1.1 Motivation und Ziele.....	1
1.2 Vorgehensweise und Aufbau der Arbeit.....	3
2. Supply Chain Controlling.....	6
2.1 Klassische Controlling Theorie.....	6
2.1.1 Grundlagen.....	6
2.1.2 Controllingkonzeptionen.....	8
2.1.2.1 Informationsorientierte Controlling-Konzeption.....	9
2.1.2.2 Planungs- und Kontrollorientierte Controlling-Konzeption.....	10
2.1.2.3 Rationalitätsorientierte Controlling-Konzeption.....	12
2.1.3 Performance Measurement.....	15
2.2 Unternehmensnetzwerke.....	16
2.2.1 Kategorien von Unternehmensnetzwerken.....	17
2.2.2 Strukturelle Eigenschaften von Unternehmensnetzwerken.....	19
2.3 Supply Chain Management.....	22
2.3.1 Problemgegenstand des Supply Chain Management.....	23
2.3.2 Aufgaben und Ziele im Supply Chain Management.....	24
2.3.3 Systemelemente und -Strukturen von Supply Chain Netzwerken.....	26
2.3.4 Wertschöpfung und Kostenstrukturen in Supply Chains.....	29
2.3.5 Konzepte im Supply Chain Management.....	35
2.3.5.1 Supply Chain Operations Reference Model.....	36
2.3.5.2 Efficient Consumer Response.....	37
2.3.5.3 Vendor Managed Inventory.....	37
2.3.5.4 Distribution nach dem Pull-Prinzip.....	38
2.3.5.5 Postponement und Mass Customization.....	38
2.3.5.6 Just-In-Time Lieferung.....	41
2.3.5.7 Collaborative Planning, Forecasting and Replenishment.....	42
2.3.6 Die Rolle des Logistikdienstleisters im Supply Chain Management.....	42
2.3.6.1 Der Markt für Logistikdienstleistungen.....	42
2.3.7 Informationssysteme im Supply Chain Management.....	44
2.3.7.1 Advanced Planning Systems.....	45
2.3.7.2 Enterprise Resource Planning Systeme.....	46
2.3.7.3 Integration von IT Systemen.....	46
2.4 Supply Chain Controlling.....	48
2.4.1 Aufgaben des Supply Chain Controlling.....	48
2.4.2 Stand der Theorie zum Supply Chain Controlling.....	50
2.4.3 Stand der Praxis zum Supply Chain Controlling.....	51
2.4.4 Aktuelle Instrumente zum Supply Chain Controlling.....	51
2.4.4.1 Die Balanced Scorecard für das Supply Chain Controlling.....	52
2.4.4.2 Kooperationscontrolling.....	53
2.4.4.3 Supply Chain Maps.....	54
2.4.4.4 Beanpruchungs-Belastbarkeitsportfolio.....	55
2.4.4.5 Risikocontrolling.....	56
2.4.4.6 Wertschöpfungsmessung.....	57
2.4.4.7 Selektive Kennzahlen.....	59
2.4.4.8 Target Costing im Supply Chain Management.....	59
3. Data Warehousing.....	60
3.1 Grundlagen.....	60
3.1.1 Problemstellung.....	61
3.1.2 Architektur eines Data Warehouse.....	61
3.1.3 Der Entwicklungsprozess eines DWH.....	63

3.1.3.1 Klassische Ansätze	64
3.1.3.2 Anforderungen bei der Entwicklung von DWH Systemen	64
3.1.3.3 Das Evolutionary Data Warehouse Engineering Modell	65
3.1.4 Informationsbedarfsanalyse.....	67
3.1.5 Metadaten	71
3.2 Der ETL-Prozess	72
3.2.1 Extraktion	73
3.2.2 Transformation	73
3.2.3 Laden.....	75
3.3 Data Warehouse Modellierung	76
3.3.1 Das multidimensionale Datenmodell und OLAP	76
3.3.2 Notationen zur multidimensionalen Modellierung	78
3.3.2.1 ME/R Modell	78
3.3.2.2 Multidimensional UML	79
3.3.2.3 ADAPT	79
3.3.2.4 Dimensional Fact Model.....	80
3.3.3 Umsetzung des multidimensionalen Datenmodells	83
3.3.3.1 Relationale Speicherung	84
3.3.3.2 Multidimensionale Speicherung	85
3.3.3.3 Kapazitäts- und Performanceaspekte	85
4. Referenzmodellierung.....	87
4.1 Grundlagen	87
4.2 Konstruktionstechniken für Referenzmodelle	88
4.3 Vorgehensmodelle zur Referenzmodellierung.....	90
4.3.1 Allgemeines Vorgehensmodell	90
4.3.2 Vorgehensmodell zur konfigurativen Referenzmodellierung	91
4.3.2.1 Phase „Projektziel definieren“	91
4.3.2.2 Phase „Referenzmodellierungstechnik definieren“	91
4.3.2.3 Phase „Referenzmodell erstellen“	92
4.3.2.4 Phase „Referenzmodell testen“	92
4.3.2.5 Phase „Referenzmodell vermarkten“	92
4.3.2.6 Querschnittsaufgabe Komplexitätsmanagement	92
4.3.2.7 Querschnittsaufgabe Konsensbildung.....	93
5. Modellkonzeption	93
5.1 Anforderungen und Präzisierung der Problemstellung	94
5.1.1 Strukturelle Anforderungen	95
5.1.2 Inhaltliche Anforderungen	95
5.2 Abgrenzen des Untersuchungsgegenstands	97
5.2.1 Begriffsdefinition	97
5.2.2 Adressaten und Rollenprofile	99
5.2.3 Einordnung in die Informationsbedarfsanalyse.....	99
5.3 Modellrahmen	101
5.3.1 Zugrunde liegende Controlling-Konzeption.....	101
5.3.1.1 Abgrenzen der Aufgaben und Ziele im Supply Chain Controlling	102
5.3.1.2 Institutionalisierung des Supply Chain Controlling	103
5.3.2 Architektur und Integration	105
5.3.2.1 Richtlinien zur Architektur eines Supply Chain Data Warehouse	106
5.3.2.2 Interoperabilität mit Advanced Planning Systems	107
5.3.3 Netzwerk- und Perspektivenmodell	109
5.3.3.1 Erweiterung des multidimensionalen Datenmodells	110
5.3.3.2 Das Supply Chain- und Produktnetzwerkmodell	112

5.3.3.2.1 Supply Chain Netzwerkmodell	112
5.3.3.2.2 Produktstrukturmodell	113
5.3.3.3 Das Perspektivenmodell	114
5.3.4 Fakten	115
5.3.4.1 Spezifikation der Faktenmenge	115
5.3.4.2 Einordnung der Kosten in das Supply Chain Costing Framework	116
5.4 Modellstruktur und Detailmodelle	117
5.4.1 Spezifizieren der Modellierungstechnik	117
5.4.1.1 Auswahl der Modellierungsnotation und des Modellierungstools	118
5.4.2 Modellelemente	118
5.4.2.1 Elemente des Supply Chain Netzwerks	119
5.4.2.2 Elemente des Produktstrukturnetzwerks	120
5.4.2.3 Mapping von Supply Chain und Produktstrukturnetzwerk	121
5.4.2.4 Elemente des Dimensional Fact Model	121
5.4.2.5 Ermöglichung der Integration mehrerer Views	122
5.4.2.6 Faktenspeicherung bei Prozessen	123
5.4.3 Verfeinerungsmodelle	124
5.4.3.1 Modell des Supply Chain Netzwerks	125
5.4.3.1.1 Fakten	125
5.4.3.1.2 Dimensionen	125
5.4.3.1.3 Klassifikationshierarchien	126
5.4.3.2 Modell des Produktionsstrukturnetzwerks	127
5.4.3.2.1 Fakten	128
5.4.3.2.2 Dimensionen	128
5.4.3.2.3 Klassifikationshierarchien	128
5.4.3.3 ProcessView	129
5.4.3.3.1 Fakten	130
5.4.3.3.2 Dimensionen	131
5.4.3.3.3 Klassifikationshierarchien	132
5.4.3.4 InformationView	134
5.4.3.4.1 Fakten	135
5.4.3.4.2 Dimensionen	136
5.4.3.4.3 Klassifikationshierarchien	138
5.4.3.5 MaterialView	139
5.4.3.5.1 Fakten	139
5.4.3.5.2 Dimensionen	140
5.4.3.5.3 Klassifikationshierarchien	141
5.4.3.6 CooperationView	142
5.4.3.6.1 Fakten	143
5.4.3.6.2 Dimensionen	144
5.4.3.6.3 Klassifikationshierarchien	145
5.4.3.7 FinanceView	146
5.4.3.7.1 Fakten	147
5.4.3.7.2 Dimensionen	148
5.4.3.7.3 Klassifikationshierarchien	149
5.4.3.8 TimeView	150
5.5 Komplettierung	151
5.6 Beispielhafter Aufbau einer Supply Chain Balanced Scorecard	151
5.6.1 Produktstrukturbaum und Supply Chain Netzwerk	152
5.6.2 Spezifikation der Balanced Scorecard	152
5.6.3 Fakten und Dimensionen	153

5.6.3.1 Anwendung des ProcessView	154
5.6.3.2 Anwendung des InformationView	156
5.6.3.3 Anwendung des CooperationView	157
5.6.3.4 Anwendung des MaterialView und des FinanceView	158
6. Zusammenfassung und Ausblick	159
Anhang: Literaturliste	161

1. Einleitung

Im Rahmen dieser Doktorarbeit soll ein Referenzmodell für ein Data Warehouse System zur Unterstützung des Controllings von Supply Chains entwickelt werden. Supply Chain Management – bzw. überbetriebliche Logistik - ist eine relativ junge, hauptsächlich praxisgetriebene Disziplin, für die die Wissenschaft erst langsam gesamtheitliche theoretische Konzepte hervorzubringen beginnt. Supply Chain Management ist außerdem in starkem Maße von der Informationsinfrastruktur innerhalb und zwischen den beteiligten Unternehmen abhängig. Die Informationsinfrastruktur umfasst einerseits die IT Systeme, die die Verarbeitung, Speicherung und Distribution der Information innehaben und andererseits die Informationen selbst.

Controlling Konzepte bzw. die technisch-informationelle Basis dafür existieren zum gegenwärtigen Zeitpunkt nicht in einer Art und Weise, dass diese die Problemstellung flächendeckend zu lösen im Stande sind. Hier kann die interdisziplinäre Wirtschaftsinformatik sinnvolle Impulse liefern, indem durch ein technisch fundiertes Konzept zur Weiterentwicklung dieses betriebswirtschaftlichen Problems beigetragen wird.

1.1 Motivation und Ziele

Die vorliegende Arbeit wendet sich an Logistiker, die sich mit der Problemstellung der Optimierung bzw. Konzeption und Implementierung von Supply Chain Prozessen befassen. Dabei soll Data Warehousing Technologie durch das konzeptuelle Referenzmodell mit seinen Konstruktionsmethoden und fachdomänengerechten Elementen effektiv zur Problemlösung verfügbar gemacht werden. Das Referenzmodell beinhaltet vordefinierte Teile eines Datenmodells, die über ebenfalls vordefinierte Konstruktionsregeln zu einem Datenmodell aufgebaut werden können. So kann domänenspezifisches Know How für eine große Gruppe von Anwendern verfügbar gemacht werden. Das verbessert den Modellierungsprozess im Rahmen eines konkreten Projekts.

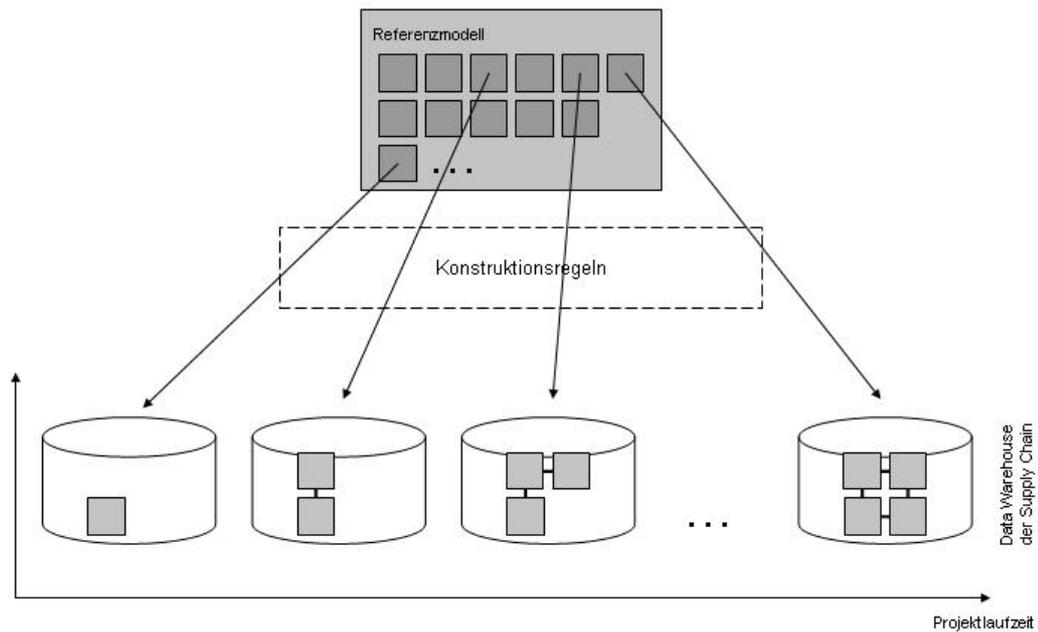


Abb.1.1: Konstruktion eines DWH mittels Referenzmodellen

Der Rückgriff auf das Referenzmodell soll dabei eng verzahnt mit dem Projekt bzw. Programm zur Implementierung der Supply Chain Prozesse und Strukturen möglich sein. So soll ein „Toolkit“ angeboten werden, mit dem sich das Einrichten eines Controlling Informationssystems zielgerichtet und methodengeleitet, aber dennoch flexibel bewerkstelligen lässt. Wie in Abbildung 1.1 dargestellt soll der stark modulare Aufbau des Modells es ermöglichen, dass in den verschiedenen Phasen des Supply Chain Projekts die Strukturen und Abläufe von Priorität herausgegriffen werden können, um rasch erste Regelkreise im Sinne des Controllings aufzubauen, die in weiterer Folge iterativ verfeinert und erweitert werden können. So kann beispielsweise zu Beginn eines Projekts das Controlling von Lagerbeständen umgesetzt werden, weil hier der größte Handlungsbedarf besteht und später um Durchlaufzeiten oder Kosten erweitert werden, was natürlich in konsistenter Form zu geschehen hat. Diese Unterstützung eines iterativen Entwicklungsprozesses ist ein elementarer Aspekt von Referenzmodellen im Data Warehousing.

Ziel ist es auch, bestehende und erprobte Ansätze und Instrumente des Supply Chain Controlling und Supply Chain Management durch das Modell weitest möglich abzudecken. Außerdem muss das Data Warehouse architekturell auf die Struktur von Supply Chains ausgerichtet sein. Das Modell soll es ermöglichen, unter bestmöglicher Nutzung der OLAP Technologie die Supply Chain konzeptionell zu analysieren und Ursache-Wirkungs-Zusammenhänge durch solche *interaktiven Analysetätigkeiten* aufzudecken. So soll den Entscheidungsträgern ein Werkzeug in die Hand gegeben werden, das ihr Verständnis für Supply Chain Strukturen und – Prozesse auch abseits der vorgegebenen Reports und Kennzahlen erhöht. Moderne Modellierungstechniken sollen die Erweiterbarkeit und Anpassbarkeit auch auf der Ebene des Referenzmodells im Rahmen weiterführender Forschung ermöglichen. Das Referenzmodell und damit die daraus konstruierten Modellinstanzen sollen in die bestehende Controlling Theorie eingebettet werden, um hier den nötigen fachlichen Brückenschlag zu vollziehen.

Schließlich bleibt noch die Frage zu klären, warum bei dem noch jungen Entwicklungsstand des Supply Chain Controlling schon ein Data Warehousing getriebenes Controlling Konzept vorgeschlagen wird, welches grundsätzlich eine bereits weiter entwickelte theoretische Basis im Supply Chain Management erfordern würde. Dafür gibt es allerdings einige einleuchtende Gründe:

- Datenbeschaffung ist ein zentrales Thema im Supply Chain Management und natürlich auch im Supply Chain Controlling. Die ausgereifte DWH Technologie hier anzuwenden und damit vom bestehenden Wissen in der Informationsverarbeitung profitieren zu können, ist mit zunehmender Verbreitung der IT eine notwendige Voraussetzung. Kann DWH im Supply Chain Management durch Referenzmodelle, Entwicklungs- und Managementprozesse verankert werden, bedeutet dies einen erheblichen Fortschritt.
- Controlling kann auf eine klare und eindeutige Weise institutionalisiert werden, wenn es (zum Teil) in einem technischen Informationssystem umgesetzt wird.
- Das Anstoßen der zwangsläufig mit der Entwicklung von DWH Systemen einhergehenden Analyse und Weiterentwicklung der operativen IT Systeme in der Supply Chain bei gleichzeitiger Verfügbarkeit eines Informations-Sollkonzepts im Form des Referenzmodells fördert die dringend notwendige Standardisierung und Verbesserung der Systeme auf technischer Ebene.
- Die technisch definierten Spezifikationen zur Datenbereitstellung, Transformation und Präsentation erhöhen die Transparenz und verringern Opportunitätsspielräume der einzelnen Teilnehmer eines Supply Chain Netzwerks. Ganz allgemein wird dies natürlich auch durch die Analyse der Strukturen und Abläufe der Supply Chain mit der nachfolgenden Abbildung in einem Modell erreicht.
- Nicht zuletzt handelt es sich auch um eine anwendungsorientierte Herangehensweise an die Problemstellung mit konkret benutzbaren Ergebnissen.

1.2 Vorgehensweise und Aufbau der Arbeit

In diesem Abschnitt wird der inhaltliche Aufbau der Dissertation beschrieben. Zugleich wird damit auf die methodische Vorgehensweise bei der Entwicklung des Referenzmodells eingegangen. In Abbildung 1.2 sind die fachlichen Blöcke, die im Forschungsprozess von Relevanz sind, illustriert. Diese repräsentieren zugleich die Kapitel zur Erarbeitung des Bezugsrahmens und der Problemlösungsmethode.

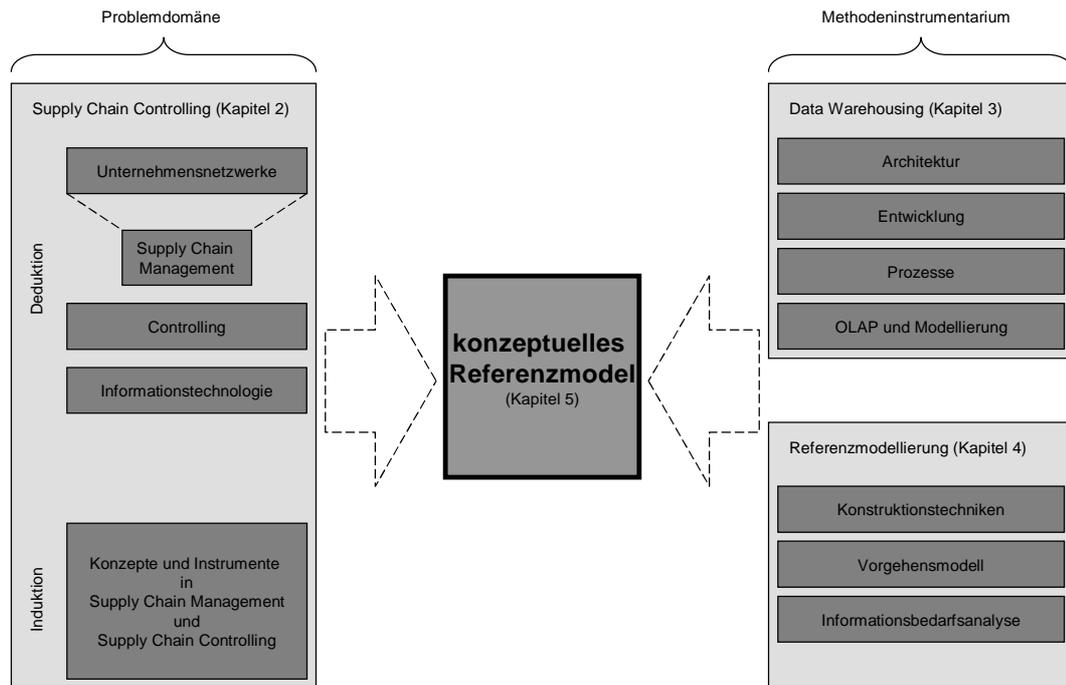


Abb.1.2: Inhalt und Vorgehensweise

Abschnitt 2 widmet sich dem Supply Chain Controlling. In einem ersten Schritt werden die „klassische“ *Controlling Theorie* und dessen verschiedene Controlling Konzeptionen erarbeitet. Der Zweck davon ist, das Referenzmodell in die bestehende Controlling Theorie einbetten zu können und es der wissenschaftlichen Reflexion von Seiten des Controlling zugänglich zu machen. Andererseits wird auch für den im Zuge dieser Arbeit entwickelten Controlling Ansatz eine Controlling Konzeption zu definieren sein, damit die Forschungsergebnisse tatsächlich gesamtheitlich und integrativ sind und über eine bloße Sammlung von Controlling Instrumenten hinausgehen.

Nachfolgend wird das Gebiet des Supply Chain Management erschlossen. Dabei werden auf theoretisch deduktive Weise generische *Unternehmensnetzwerke* unter Rückgriff auf vornehmlich systemtheoretisch Konzepte untersucht, um die grundsätzlichen strukturellen Eigenschaften herauszuarbeiten. In einem weiteren Schritt wird die Literatur zum *Supply Chain Management* untersucht, um dessen Konzepte unter Beibehaltung der systemtheoretischen Betrachtung zusammen mit der Theorie zu generischen Unternehmensnetzwerken zu *Unternehmensnetzwerken in Produktion und Logistik* zu verdichten. Als Ergebnis stehen nun Ansätze zur Konstruktion von Modellen von Supply Chains zur Verfügung. Schließlich werden die in der Literatur behandelten praxisgetriebenen Konzepte und Ansätze im Supply Chain Management (ECR, CPFR usw.) zusammengetragen, um empirisch induktiv einen Überblick über die Problemstellungen und Herangehensweisen in der Praxis zu bekommen und um gleichsam einen „Mindestfunktionsumfang“ abgrenzen zu können, den das Referenzmodell abdecken muss. Auch die sich wandelnde Rolle von Logistikdienstleistern im Rahmen des Supply Chain Managements wird analysiert und deren Positionierung in Controlling Systemen betrachtet. Ein Data Warehouse System als technisches Informationssystem muss sich natürlich sinnvoll in die bestehende *Systemlandschaft* von Supply Chains einfügen lassen. Auch ist zu evaluieren, inwiefern ein DWH mit den unterschiedlichen Systemen und Datenbanken zusammenarbeiten kann bzw. muss oder sich davon abgrenzt. Das wird im Anschluss an die Diskussion zu Unternehmensnetzwerken und Supply Chains Management

diskutiert. Schließlich werden das Forschungsgebiet und der Stand des *Supply Chain Controlling* in Theorie und Praxis aus heutiger Sicht abgegrenzt und einer kritischen Würdigung unterzogen. Die aktuellen Ansätze und Defizite und damit die Anforderungen an das im Rahmen dieser Arbeit präsentierte Forschungsergebnis werden identifiziert. Abschließend werden aktuell diskutierte Instrumente, die zum Supply Chain Controlling entwickelt worden sind, vorgestellt, um auch hier einen Überblick zu liefern. Zusammenfassend kann gesagt werden, dass Supply Chain Controlling also einerseits von der Controlling Theorie als auch vom Supply Chain *Management* her (als dessen Unterstützung Controlling ja fungiert), als auch vom bestehenden Stand von Forschung und Praxis her erschlossen wird.

Abschnitt 3 erarbeitet die Data Warehousing (DWH) Technologie. Begonnen wird dabei mit der grundsätzlichen *Architektur* und der Definition der *Aufgaben- und Problemstellungen*, die durch diese Technologie gelöst werden sollen. DWH Systeme stellen Anforderungen an den *Entwicklungsprozess*, die sich sehr stark von denen anderer Informationssystemen unterscheiden. Die Unterschiede werden herausgearbeitet, denn das Referenzmodell muss diese unterstützen. Von zentraler Bedeutung für die vorliegende Arbeit ist auch das Konzept der *Informationsbedarfsanalyse*, das sowohl in der Controlling- als auch in der Data Warehousing Literatur existiert. Hier wird eine Methodik bereitgestellt, um spezifizieren zu können, welche Information in welcher Weise von einem Controlling Informationssystem eigentlich angeboten werden soll. Bei der Konstruktion des Referenzmodells wird auf diesen Prozess der Informationsbedarfsanalyse Bezug zu nehmen sein, da es möglichst weite Teile derselben per definitionem ja vorwegnehmen soll. Auch die Modellkonstruktion und –Benützung soll methodisch fundiert von diesem Prozess unterstützt werden. *Metadaten* und Metadatenstandards im Data Warehousing sind der nächste Aspekt, der behandelt wird. Um beim Leser ein Verständnis dafür zu erzeugen, wie das konzeptuelle Referenzmodell mit den Datenquellen der operativen Systeme in den Unternehmen verknüpft wird, wird auf den *ETL-Prozess* (Extract, Transform, Load) im Detail eingegangen. Nicht zuletzt ist dieser Aspekt zu beachten, wenn es darum geht, zu erheben, welche Daten in welcher Form überhaupt in der Supply Chain zur Verfügung stehen. *OLAP und multidimensionale Datenmodelle* stellen einen wichtigen Teil des Kapitels über DWH Systeme dar. So soll einerseits vermittelt werden, welches Werkzeug zur Lösung der Probleme zur Verfügung steht. Andererseits wird auch ein Überblick über bestehende Ansätze von Notationen für multidimensionale Datenmodelle gegeben, um den sinnvollsten zur Verwendung für die vorliegende Arbeit auszuwählen. Abschließend wird noch auf die Techniken zur *Transformation* von konzeptuellen Datenmodellen in relationale bzw. multidimensionale Datenmodelle (logische Ebene) Bezug genommen, um das Kapitel inhaltlich abzurunden.

Nachdem die Problemdomäne des Supply Chain Controlling und das Methodeninstrumentarium des Data Warehousing eingehend behandelt worden sind, wird in Kapitel 4 die Referenzmodellierung behandelt. Dabei wird das Prinzip derselben ausführlich erläutert und Methoden im Bereich der Modularisierung und Konstruktion erarbeitet. Zweck dieses Kapitels ist, die methodischen Toolsets verfügbar zu machen.

In Kapitel 5 werden die gewonnenen Erkenntnisse in ein Data Warehousing basiertes Controlling Konzept verarbeitet und organisatorische wie architekturelle

Gestaltungsoptionen erläutert. Das dieser Arbeit beiliegende Datenmodell stellt das Referenzmodell im Detail dar. Eine Zusammenfassung mitsamt Schlussfolgerungen und Ausblick schließt die Arbeit ab.

2. Supply Chain Controlling

Im folgenden Kapitel wird das Supply Chain Controlling behandelt, um einen Bezugsrahmen und einen theoretischen Hintergrund für das in dieser Arbeit entwickelte Modell aufzubauen. Zuerst wird ein Überblick über die „klassische“ Controllingtheorie gegeben. Dann wird die momentane Forschung zum Gebiet der generischen Unternehmensnetzwerke aufgegriffen, um im letzten Schritt zum Supply Chain Management und schließlich zum Supply Chain Controlling zu gelangen, die als Teildomäne des Managements von Unternehmensnetzwerken aufgefasst werden kann, die die Produktions- und Logistikaspekte in den Vordergrund rückt. Die systemtheoretisch orientierte Theorie der Unternehmensnetzwerke soll dabei theoretisch-deduktiv Rückschlüsse auf die Strukturen und Elemente von Supply Chains zulassen. Die aktuell primär praxisgetriebenen Ansätze zum Supply Chain Management wiederum spiegeln empirisch induktiv die Anforderungen und Konzepte in diesem Gebiet wieder.

2.1 Klassische Controlling Theorie

Die „klassische“ Controllingtheorie soll in diesem Abschnitt näher beleuchtet werden, um den in dieser Arbeit entwickelten Controlling Ansatz theoretisch fundiert positionieren zu können. So wird in [OtSt2003] zum Stand des Supply Chain Controlling angemerkt, dass die „Neuentwicklung einer betriebswirtschaftlichen Teildisziplin [...] in guter wissenschaftlichen Tradition die aktive Berücksichtigung des theoretischen ‚State of the Art‘ erwarten [lässt]. Ein umfassender Rückgriff auf etablierte Nachbargebiete findet sich jedoch im Supply Chain Controlling kaum.“ Aufgrund dieses klar diagnostizierten Zustands sollen die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit explizit Bezug auf die aktuelle Controlling Theorie nehmen. Damit wird bezweckt, das erarbeitete Modellkonzept in die Controllingtheorie einzubetten, um sie einer weiteren Analyse und kritischen Reflexion sowie der aktiven Einbindung in die weitere Forschung zugänglich zu machen. Zunächst seien hier einige Grundbegriffe der Controllingtheorie geklärt.

2.1.1 Grundlagen

Controlling dient der methodischen und organisatorischen Unterstützung der Führung. Sie soll trotz zunehmender Komplexität der Unternehmensumwelt die Koordinations-, Reaktions- und Adaptionfähigkeit eines Unternehmens sichern. Von zentraler Bedeutung ist hier die *Koordination* (vgl. [Horv2002], [Küpp2001]). Dabei kommt dem Controlling die Aufgabe zu, unter den Führungssystemen (siehe Abbildung 2.1) die Kommunikation, die Entscheidungsfindung und die Steuerung der korrektiven Maßnahmen bei Eintreffen neuer Information zu gewährleisten. Dabei wird der Tatsache Rechnung getragen, dass Entscheidungen direkt oder indirekt die Zielerreichung mindestens einer anderen Entscheidung beeinflussen (*Entscheidungsinterdependenz*). Controlling ist somit als *Unterstützung der Führung* konzipiert.

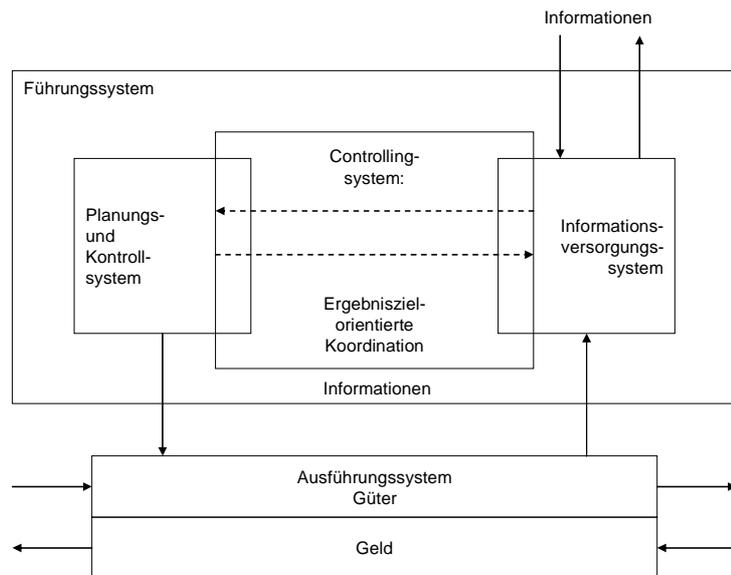


Abb.2.1: Führungssystem nach Horvath (vgl. [Horv2002])

Im Controlling ist eine systemtheoretische Betrachtungsweise einer Unternehmung sinnvoll (vgl. [Horv2002]). Dabei wird zwischen dem Führungs- und dem Ausführungssystem unterschieden, wodurch Managementtätigkeiten von operativen Tätigkeiten unterschieden werden. Innerhalb des *Führungssystems* wird die *Führung* als eine Tätigkeit der Steuerung und Gestaltung des Handelns anderer Personen umgesetzt. Das *Controllingsystem* ist ein Teil des Führungssystems und koordiniert wie erläutert die Teilsysteme des Führungssystems.

Ein *Controlling-Instrument* des Controlling beschreibt eine „Folge von Schritten, mit denen sich die definierten Aufgaben und damit auch die angestrebten Ziele erreichen lassen“ [Hess2002]. *Controlling-Werkzeuge* sind IT Systeme und dienen dazu, den Einsatz von Instrumenten zu unterstützen. Ein *Controllingsystem* schließlich stellt die Gesamtheit aus Zielen, Aufgaben, Instrumenten und der Organisation dar und ist eine „Konkretisierung der [...] Controlling-Konzeption“ [Reic2001]. *Ziele* sind dabei die Grundlagen und Ursachen für den Aufbau von Controlling Systemen, während *Aufgaben* die konkrete Ausformulierung von Zielen darstellen. Ziele und Aufgaben des Controllings ergeben sich aus den Aufgaben des Managements, das das Controlling ja unterstützen soll. Die organisatorischen Einheiten, die für die Umsetzung des Controlling verantwortlich sind, sind in diesem Zusammenhang die *Controlling-Institutionen* (vgl. [Reic2001] bzw. die institutionelle Ausgestaltung des Controlling nach [Horv2002]).

Information als zentraler Interessensgegenstand wird im Sinne des Controllings auf verschiedene Weise *genutzt*. Hier kann zwischen drei verschiedenen Nutzungsarten unterschieden werden (vgl. [Webe2002]):

- Informationen können zur Fundierung spezieller Entscheidungen verwendet werden und lösen somit unmittelbare Handlungen der Führung aus. Dies wird als *instrumentelle* Nutzung bezeichnet.
- Informationen können zum besseren Verständnis von Strukturen, Abläufen und Situationen genutzt werden und beeinflussen somit Denk- und Erkenntnisprozesse. Dies wird als *konzeptionelle* Nutzung bezeichnet.

- Die *symbolische* Nutzung von Information schließlich dient zur Rechtfertigung von Entscheidungen und damit in gewisser Weise zur Manipulation anderer Menschen und als Machtfaktor.

Darüber hinaus können zwei weitere Nutzungsarten abgegrenzt werden (vgl. [Webe2002], [Bach2004]). Diese Abgrenzung erfolgt in Hinblick auf die Steuerung *durch* Information. Einerseits kann Information als *diagnostisches* Steuerungssystem genutzt werden. Hier ist keine ständige Aufmerksamkeit des Managements vorgesehen, das System reguliert sich durch Rückkopplungsschleifen selbst. Nur in Ausnahmefällen ist ein gesonderter Eingriff notwendig. Ein *interaktives* Steuerungssystem hingegen steht im Zentrum der Aufmerksamkeit des Managements, ist weniger komplex aufgebaut und dient der laufenden Analyse. Ein Beispiel für ersteres ist die Balanced Scorecard, ein Beispiel für letzteres das Konzept der selektiven Kennzahlen (für eine Behandlung beider siehe Abschnitt 2.4.4).

2.1.2 Controllingkonzeptionen

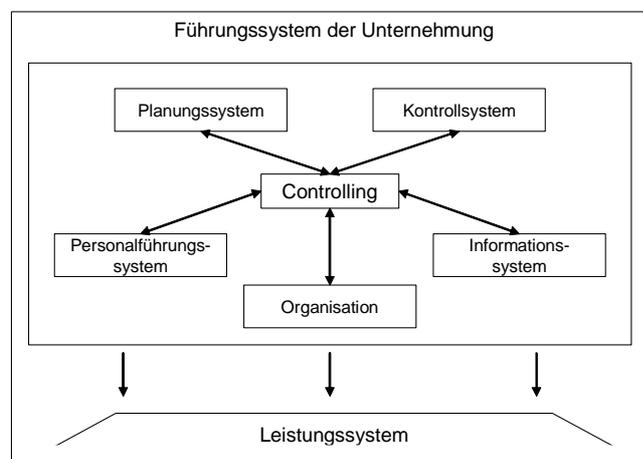


Abb.2.2: Führungssystem nach Küpper (vgl. [Küpp2001])

Je nachdem, wie die Ziele des Controllings aufgefasst und umgesetzt werden sollen und wie das Controlling im Gesamtsystem des Unternehmens eingebettet ist, werden die verschiedenen *Controllingkonzeptionen* (vgl. [Horv2002], [Küpp2001], [Reic2001]) unterschieden. Eine „Controlling-Konzeption steckt als methodischer Ansatz (auf globale Weise) diejenigen Bereiche [im Führungssystem] ab, die eine inhaltliche Spezifikation erfordern“ [Reic2001], d.h. es definiert, welche Aufgaben dem Controlling zukommen, gleichsam „wie weit“ das Controlling gehen darf. Einen sehr umfassenden Überblick über diese verschiedenen Ansätze gibt [Bart2004]. In Folge soll erläutert werden, wie die maßgeblichen Controlling Konzeptionen die Aufgabenbereiche des Controllings abgrenzen.

Die wesentlichen Ansätze sind der informationsorientierte, der planungs- und kontrollorientierte und der rationalitätsorientierte. Dabei wird auf [Hess2002] Bezug genommen, da diese Arbeit die Controllingkonzeptionen in Hinblick auf Unternehmensnetzwerke analysiert hat. Supply Chain Management ist eine Spezialform des Managements von Unternehmensnetzwerken. Auch auf den neuen Ansatz des Performance Management wird abschließend eingegangen.

2.1.2.1 Informationsorientierte Controlling-Konzeption

Bei der *informationsorientierten* Konzeption zielt das Controlling auf die Abstimmung von Informationserzeugung und –Bereitstellung mit dem Informationsbedarf der Führung ab (vgl. [Horv2002]). Die Informationsversorgung (IV) stellt hier alle für die Planung und Kontrolle relevanten Informationen zur richtigen Zeit und am richtigen Ort mit dem notwendigen Genauigkeits- und Verdichtungsgrad zur Verfügung. *Information* ist gemäß diesem Verständnis zweckorientiertes Wissen (vgl. dazu die grundsätzliche Systematisierung in der Semiotik in [Stra2002]). Damit ist Wissen per definitionem nur dann Information, wenn sie den Zielen der Controlling Konzeption dienlich ist. Das IV-System hat die Aufgabe, „durch die Abbildung betriebsinterner und –externer Zustände die Planungsprobleme sichtbar zu machen, die Handlungsmöglichkeiten und deren Wirkung aufzuzeigen“ [Bart2004]. Dabei ist für das System Flexibilität und Wirtschaftlichkeit gefordert. Der Informationsversorgungsprozess (IV-Prozess; vgl. [Horv2002], [Bart2004]) besteht aus vier Phasen.

Die erste Phase ist der *Ermittlung des Informationsbedarfs* gewidmet. Methoden der Informationsbedarfsermittlung kann man in deduktive und induktive Methoden unterscheiden. Erstere leiten den Informationsbedarf anhand der Ziele und Aufgaben des Unternehmens bzw. einzelner Handelnden her, während letztere denselben anhand von Dokumenten, betrieblichen Datenbeständen oder in direktem Austausch mit Handelnden erheben. Es gibt eine Reihe von Vorschlägen zur Umsetzung der Informationsbedarfsanalyse (vgl. [Bart2004] bzw. [Stra2002] im Bereich Data Warehousing; vgl. dazu auch Abschnitt 3.1.4).

Die zweite und dritte Phase ist die der *Informationsbeschaffung* und – damit eng verbunden – der *Informationsaufbereitung*. Erstere umfasst die reine Versorgung mit Information, während zweite die Versorgung mit Methoden und Modellen umfasst. Die Unternehmensrechnung und im speziellen das Rechnungswesen sind hier die wichtigsten Instrumente der Informationsbeschaffung. Das Rechnungswesen erfasst mengen- und wertmäßig die relevanten ökonomischen Tatbestände und Vorgänge und die wirtschaftlichen Beziehungen des Unternehmens mit seiner Umwelt in Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft. Das Controlling baut auf dem Rechnungswesen auf, passt die dort bestehenden Informationen an und erweitert die vornehmlich wertmäßigen Größen auch um mengen- und zeitmäßige (vgl. [Bart2004]).

Eine mögliche Art der Informationsaufbereitung sind *Kennzahlensysteme* (als eine Gesamtheit von einzelnen *Kennzahlen*). Diesen kommt unter anderem die Aufgabe zu, Prämissen für Entscheidungen zu gewinnen, Indikatoren für Ursache-Wirkungs-Zusammenhänge aufzuzeigen und Wert-, Mengen- und Zeitgrößen zu beurteilen. Sie sollen „in kompakter Weise über einen quantitativ gemessenen Sachverhalt“ [Bart2004] informieren. Kennzahlensysteme können als Steuerungsinstrumente verwendet werden, wenn diese als Zielvorgaben auftreten. Hierbei können sie einerseits zur Aufteilung von Kompetenz und Verantwortungszuteilung eingesetzt werden (stellenbezogene Kennzahlen) oder Zielgrößen für Entscheidungsprobleme darstellen (entscheidungsbezogene Kennzahlen) (vgl. [Küpp2001]). Zur Generierung von Kennzahlen stehen hier wieder die grundlegend unterschiedlichen Ansätze der deduktiven bzw. induktiven Erstellung zur Verfügung. Bei ersterer werden bestehende Hypothesen als Basis

verwendet, während bei zweiterer anhand von beispielsweise statistischen Methoden und Expertenbefragungen aus einer empirischen Datenbasis Aussagen abgeleitet werden. Gerade in Zusammenhang mit den oben erwähnten entscheidungsbezogenen Zielen werden auch mathematische Modelle zur Definition von Kennzahlen herangezogen.



Abb.2.3: Berichtszwecke (vgl. [Bart2004])

Die *Informationsübermittlung* als letzte Phase schließlich zeichnet verantwortlich für die Übermittlung der Information von der Stelle der Informationsentstehung zur Stelle der Informationsverwendung. In der Praxis wird dies durch das *Berichtswesen* wahrgenommen. Als so genannte *Berichtszwecke* gelten hier die Dokumentation, das Auslösen von betrieblichen Vorgängen, die Kontrolle des Betriebsablaufs sowie die Vorbereitung von Entscheidungen (vgl. [Bart2004]). Das Problem bei der Generierung von Berichten ist die Anpassung desselben auf den Informationsbedarf des Empfängers. Wie Abbildung 2.3 zeigt, kann hier nach formalen, inhaltlichen, personalen und zeitlichen Gestaltungsmerkmalen kategorisiert werden. Diese verschiedenen Merkmale können sowohl in komplementärer als auch in konkurrierender Beziehung stehen. So sind zum Beispiel der Verdichtungsgrad und die Anzahl der Daten gegenläufig miteinander verbunden.

2.1.2.2 Planungs- und Kontrollorientierte Controlling-Konzeption

Die planungs- und kontrollorientierte Controlling-Konzeption (vgl. [Horv2002]) rückt die Koordination zwischen Planungs-, Kontroll- und auch Informationssystem in den Mittelpunkt der Betrachtung (vgl. [Hess2002]). *Planung* ist „ein systematisches, zukunftsbezogenes Durchdenken und Festlegen von Zielen, Maßnahmen, Mitteln und Wegen zur künftigen Zielerreichung“ [Bart2004]. In diesem Zusammenhang zielt die *Kontrolle* auf den Soll-Ist Vergleich in Relation zur Planung ab. Planung und Kontrolle sind Teil des Führungs- und Managementprozesses, der wiederum aus den Phasen Planung, Realisation und Kontrolle besteht.

Die Planung ist dabei in die operationale Planung und in die Metaplanung zu unterscheiden. Die *Metaplanung* zeichnet für die Gestaltung des Planungssystems verantwortlich, während die *operationale Planung* die „eigentliche“ Planung bewerkstelligt. Diese beiden Planungsebenen können aus funktionaler und institutionaler Perspektive betrachtet werden. In ersterer stehen die planerischen

Aufgaben für die Vorbereitung des betrieblichen Handelns im Vordergrund, während bei zweiter die ausführenden Aufgabenträger in der Organisation betrachtet werden. Aufgabe des Controllings ist hier die Koordination der Planung und die Verknüpfung mit der Informationsversorgung – sozusagen das Planungsmanagement. Die inhaltliche Planung obliegt dem Management (vgl. [Horv2002]).

Die *Metaplanung* zielt im Kern auf die Bildung von Planungssystemen und die Verknüpfung dieser ab. Hier bedient man sich wieder meist einer systemorientierten Betrachtungsweise (vgl. [Bart2004]). Dabei kommen hier systembildende und systemkoppelnde Aufgaben zum Tragen. Systembildende Aktivitäten haben die eigentliche Bildung von Planungssystemen zum Inhalt, während systemkoppelnde Aktivitäten die eigentlichen laufenden und „geplanten“ Aktivitäten und die Mitwirkung in den ausgestalteten Planungs-, Kontroll- und Informationssystemen sind (vgl. [Hess2002]). In [Horv2002] sind mögliche Kategorien für die Bildung von Planungssystemen in Unternehmen angeführt:

- **Problemkategorien:** Hier wird die Unterteilung nach den Problemfeldern vorgenommen, die es zu bearbeiten gilt. Das können beispielsweise Zielbestimmungen (im Sinne von Kostensenkungen in verschiedenen Tochtergesellschaften) oder Fragen der Prozessabwicklung (wie unterschiedliche Werke) als differenzierendes Merkmal zum Tragen kommen.
 - **Gegenstandsbereiche:** Hier wird die Subsystembildung nach betrieblichen Funktionsbereichen gegliedert (beispielsweise Beschaffung).
 - **Tätigkeitsbereiche:** Hier wird die Subsystembildung anhand von Organisationsbereichen vorgenommen (beispielsweise Eingangslogistik).
 - **Zeithorizont:** Hier können problem- und domänenspezifische Zeitdynamiken als Teilungskriterium herangezogen werden. Eine übliche Skala ist hier lang-, mittel- und kurzfristig.
 - **Ausmaß der Änderung des Systems:** Dieses Kriterium zielt auf die Teilung nach strategischen, taktischen und operativen Analysebereichen ab.
- Ganz grundsätzlich muss die Unterteilung in Planungssysteme stets nach problem- und domänenspezifischen Kosten-Nutzen-Kriterien vorgenommen werden.

Die *Koordination* der Planungssysteme als auch die Koordination der Planungs-, Kontroll- und Informationssysteme stellen die elementaren Aufgaben des Controllings dar. Hier stellen sich die Frage nach der zeitlichen und sachlichen Abwicklung und die Verzahnung dieser Abwicklungsphasen. Darüber hinaus ist im Rahmen der Koordination die Dekomposition und Aggregation von Teil- und Gesamtplänen als auch die schrittweise Verfeinerung von strategischen Plänen in operative Pläne zu bewerkstelligen. Für einen Überblick über generische Designprinzipien zur Planungskoordination sei hier auf [Bart2004] verwiesen. Bei der Konzeption des im Rahmen dieser Arbeit erstellten Modells muss auf solche Fragestellungen problemspezifisch Bezug genommen werden.

Die weitest reichende Controlling Konzeption umfasst die Koordination sämtlicher Führungsteilsysteme und damit neben dem Information-, Planungs- und Kontrollsystem auch die Teilsysteme *Personalführung* und *Organisation* (vgl. [Küpp2001]). Diese sehr umfassende Controlling Konzeption wird jedoch in der Theorie nicht geschlossen vertreten, da hier kritisiert wird, dass nicht mehr zwischen Controlling und Führung selbst unterschieden werden kann (vgl. die Argumentation in [Horv2002]).

2.1.2.3 Rationalitätsorientierte Controlling-Konzeption

Mit einer managementsystemorientierten Controlling Konzeption kann man auch das – noch junge - rationalitätsorientierte Controllingverständnis vergleichen (vgl. [Webe2002]). Demnach wirken Controller und Manager eng zusammen und ergänzen einander. Das Controlling fungiert hier als „Führungsdienstleister und Counterpart“ [Webe2002] des Management und soll einen kritischen Diskurs zur besseren Wahrnehmung der Führungsfunktion ermöglichen. Es dient der „Sicherstellung ‚vernünftiger‘ Führung“ [Webe2002]. Diese Rationalität soll den „Könnens- und Wollensdefizite[n]“ [Möll2003] der Führung entgegenwirken. Der Führungsprozess (Managementprozess, Führungszyklus) besteht dabei aus den Phasen Willensbildung, Willensdurchsetzung, Ausführung und Kontrolle. Controlling bezieht sich dabei insbesondere auf die Phase der Willensbildung (vgl. [Otto2002]).

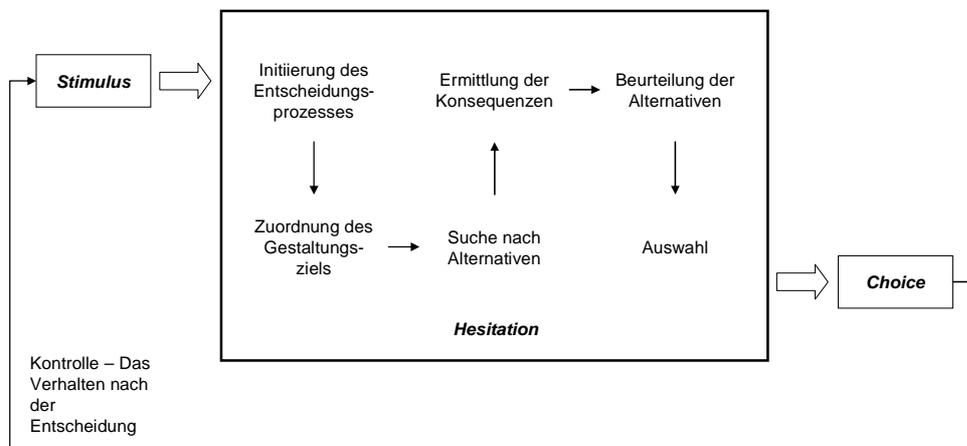


Abb.2.4: Entscheidungsprozess (vgl. [Otto2002])

In [Otto2002] wird diese rationalitätsorientierte Controlling-Konzeption aufgegriffen, indem basierend auf dem *Entscheidungsprozess* mögliche Quellen für den Verlust von Rationalität (*Rationalitätsblockaden*) aufgezeigt und daraus Aufgaben für das Controlling abgeleitet werden. Diese Aufgaben werden für die vorliegende Arbeit als zielführend angesehen und sollen deswegen näher beleuchtet werden. Abbildung 2.4 stellt den betrachteten Entscheidungsprozess dar (vgl. [Otto2002]):

- Teilprozess „Initiierung des Entscheidungsprozesses“: Überhaupt zu entscheiden wird bereits als rationale Handlung angesehen. Hier kann sich das Problem ergeben, dass der Entscheidungsbedarf nicht festgestellt wird. Das tritt dann ein, wenn relevante *Stimuli* und *Signale* in der Realität nicht wahrgenommen werden, weil diese durch den Entscheider und dessen Modellbildung kognitiv ausgeblendet werden (modellbedingte selektive Wahrnehmung).

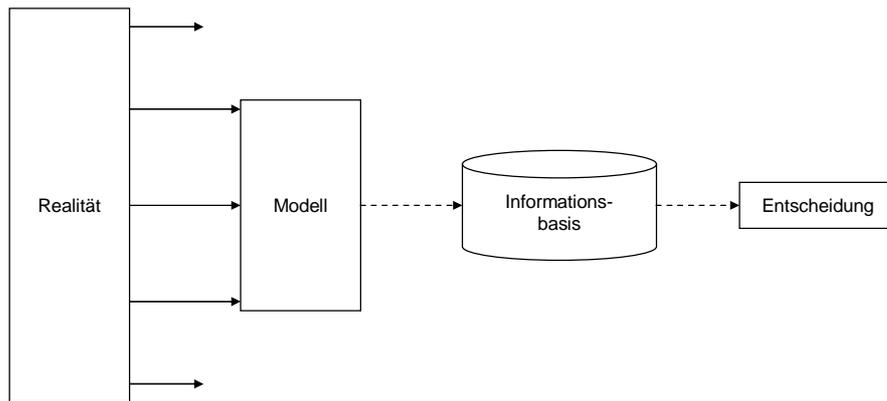


Abb.2.5: Die Informationsbeschaffung bei Entscheidungsprozessen (vgl. [Otto2002])

Die Modellbildung dient hier der Reduktion von komplexen und vielschichtigen Strukturen und Zusammenhängen auf handhabbare Teilprobleme. Mit Ihnen geht allerdings auch eine *Reduktion der Prämissen* einher. Darüber hinaus kann diese Komplexitätsreduktion trotz oberflächlicher Vereinfachung ausbleiben und so die Entscheidung ebenfalls fälschlicherweise ausbleiben. Die falsche *Sollwertbestimmung* ist ein weiterer Grund für den unter Umständen nicht angestoßenen Entscheidungsprozess durch zu wenig sensible Schwellenwerte, die eigentlich eine Reaktion auslösen sollten.

- Teilprozess „Zuordnung des Gestaltungsziels“: In dieser Phase wird die Entscheidung auf das Zielsystem des Unternehmens ausgerichtet. Dabei kann es dazu kommen, dass einer Situation durch den Entscheider das falsche Ziel zugeordnet wird und dadurch das falsche Problem gelöst wird. Das kann durch die unterschiedliche Präferenz- und Prämissenstruktur vom Entscheider im Gegensatz zu der übergeordneten Organisation zusammenhängen. Auch stellt sich das Problem, dass Ziele – zur Komplexitätsreduktion wie zur Zuweisung zu Organisationssystemen – stets zerlegt werden müssen. Durch den informationellen Abrieb in dieser Zerlegung, kann die korrekte Ausrichtung von Unterzielen verloren gehen. Schließlich variieren Ziele durchaus mit der Zeit, was entsprechende Rückkopplungen nötig macht, um den Entscheidungsprozess präzise auszurichten. Neben der prinzipiell falschen Zielausrichtung kann auch das Problem auftreten, dass die Ausrichtung zwar grundsätzlich richtig ist, das Zielerreichungsniveau aber zu niedrig angesetzt wird. Das hat wiederum kognitive und psychologische Gründe.

- Teilprozess „Suche nach Alternativen“: Nicht nur die Entscheidung zwischen einer Menge von Alternativen wird im Zusammenhang mit der Rationalitätsforderung betrachtet, auch die *Identifikation* aller relevanten Alternativen. Hier tritt rationalitätsblockierend wieder das Problem der begrenzten kognitiven Fähigkeiten auf. Auch kann beobachtet werden, dass die Suche nach einer optimalen Lösung zu Gunsten einer *befriedigenden* Lösung aufgegeben wird. Darüber hinaus können drei bestimmte Suchmuster beobachtet werden, die im Zuge der Rationalitätssicherung gezielt aufgeweicht werden müssen. Die *lokale Suche* bezeichnet die Vorgehensweise, neue Alternativen „in der Nähe“ von bereits vorhandenen zu suchen. Erst bei einem Misserfolg in diesem Bereich, wird die Suche auf „fernere“ Alternativen ausgeweitet (*sequentielle Suche*). Auch bleiben oftmals präventive und auf das fundierte Verständnis der Problemsituation ausgerichtete Suchen aus und es wird eher reaktiv und unter Zeitdruck gesucht (*naive Suche*). Auch im Suchprozess muss die selektive Wahrnehmung in Betracht gezogen werden, die bestimmte Optionen wahrnehmungsbedingt ausblendet.

- Teilprozess „Ermittlung der Konsequenzen pro Alternative“: Um die nachfolgende Reihung der Alternativen vorzunehmen, müssen deren Konsequenzen ermittelt werden. Die Ermittlung der Konsequenzen muss unter Betrachtung von Kosten-Nutzen-Kalkülen *genügend weit* vorangetrieben werden. Das ist in primärem Maß abhängig von den Entscheidungsunterstützungssystemen und dem Informationsversorgungssystem. Diese bestimmen, in welcher Art, Reichweite und Granularität Informationen beschafft und analysiert werden können. Das ist vor allem bei den zumeist vorzufindenden komplexen Situationen und langen Planungshorizonten kritisch.
- Teilprozess „Beurteilung der Alternativen – Herstellen einer Rangordnung“: Hier kann es dazu kommen, dass die Werturteile und –Vorstellungen bei den verantwortlichen Entscheidern nicht konform sind oder die Reihung nicht objektiv, sondern – kognitiv und psychologisch bedingt – verzerrt ist.
- Teilprozess „Kontrolle – Das Verhalten nach der Entscheidung“: Bei Nichteintritt des ursprünglich erwünschten Ziels kann es passieren, dass Misserfolge kaschiert werden bzw. die Wahrnehmung und Informationsaufnahme von vornherein die Aufdeckung von negativen Folgen unterbindet. Hier sind wiederum Mechanismen nötig, um Objektivität zu schaffen (vgl. die symbolische Nutzung der Information in Abschnitt 2.1).

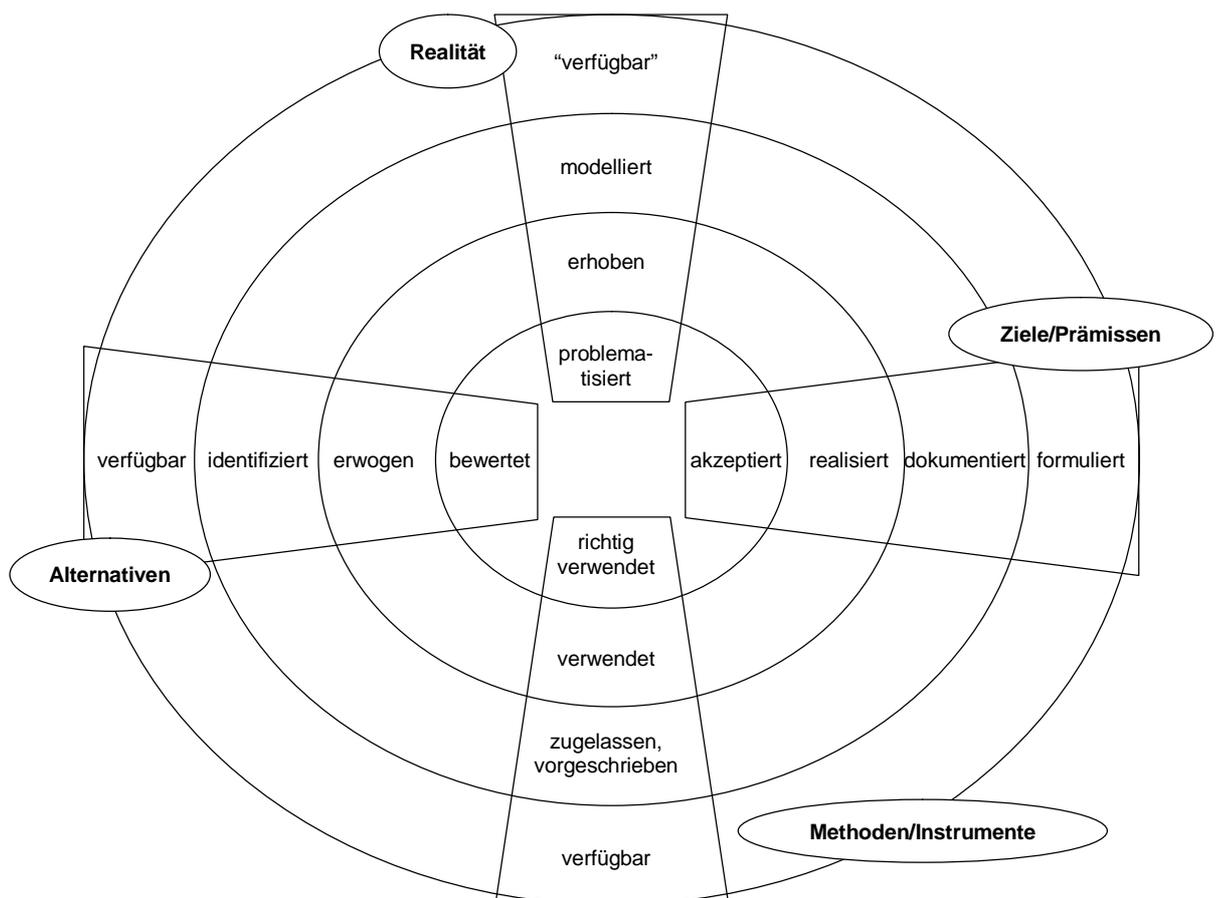


Abb.2.6: Informationsverluste (vgl. [Otto2002])

Nach der detaillierten Analyse des Entscheidungsprozesses lassen sich die Aufgabenfelder der rationalitätsorientierten Controlling-Konzeption, so wie sie in [Otto2002] aufgegriffen wurde, abgrenzen. Abbildung 2.6 zeigt die vier Dimensionen des Entscheidungsprozesses Realität(sbezug), Ziele/Prämissen, Alternativen und Methoden/Instrumente (wie sie im oben skizzierten Prozess

Verwendung finden). Entscheidungs rationalität wird hier als „Residualgröße“ [Otto2002] angesehen, da (wie oben gezeigt) von einer idealtypischen Entscheidungssituation „nicht viel übrig bleibt“ [Otto2002]. Der äußere Kreis der Darstellung spiegelt das Ideal wieder, sämtliche verfügbaren Determinanten finden hier Beachtung. Im Übergang auf den nächstinneren Kreis kommt es zu einem ersten „Abrieb“, einem Rationalitätsverlust, indem der Entscheider ein Modell bildet. „Modelle verkürzen die dargestellte Realität immer“ [Otto2002]. Dieses wird nun in einem weiteren Schritt erhoben (Übergang in den wiederum nächst inneren Kreis), wobei durch unvollständige Erhebung abermals Rationalität verloren geht. Im innersten Kreis findet schließlich die *Problematisierung* des Beobachteten (die Formulierung, die Methoden und Instrumente) statt, wodurch die oben dargestellten kognitiven und komplexitäts- und interessensbedingten Rationalitätsblockaden auftreten. Somit lassen sich gemäß dieser Argumentation die Aufgaben Modellbildung, Informationserhebung und Problemstrukturierung abgrenzen.

2.1.3 Performance Measurement

Gesondert soll hier das Performance Measurement (PM) als ein Instrument des Controllings vorgestellt werden. PM ist als Instrument keine Controlling Konzeption im Sinne der obigen Definition. Die in Abschnitt 2.5 vorgestellte Balanced Scorecard ist beispielsweise als Instanz dieser Kategorie von Instrumenten zu verstehen. Ein modernes Controlling-System sollte eine Informationsbereitstellung nach dem Prinzip des PM ermöglichen. Auch das in dieser Arbeit entwickelte Modell soll solche Konzepte beinhalten, weswegen PM ein eigener Abschnitt gewidmet wird. In Abschnitt 2.5 wird außerdem als konkretes Instrument zum Supply Chain Controlling das der selektiven Kennzahlen im Detail beschrieben.

In [Erdm2003] wird das PM als Instrument zur Messung von Supply Chains erarbeitet. PM ist als Ersatz für *traditionelle Kennzahlensysteme* (beispielsweise das DuPont- und das ZVEI-Kennzahlensystem; vgl. [Bart2004]) zu verstehen – in Anbetracht der Kritik, die an diesen Konzepten geäußert wurde. Diese Schwächen (vergangenheitsorientierte und interne Ausrichtung, hoher Aggregationsgrad, kurzfristige und bereichsbezogene Steuerungsziele, monetäre Basis usw.; vgl. [Erdm2003]) werden durch Performance Measurement gezielt bearbeitet. So weist PM unter anderem folgende Ausrichtungsmerkmale auf (vgl. [Erdm2003]):

- Kundenausrichtung
- Zukunftsorientiertheit
- Nicht-monetäre Ausrichtung, damit flächendeckende Überprüfung des Strategieumsetzungsgrades
- Integriertheit
- Feinere Granularität, damit genauere Zuordnung

Performance Measurement misst die Effektivität und die Effizienz von *Objekten* durch die Zuweisung von Performance Measures. *Performance* ist der Beitrag zu Erreichung der Ziele eines Unternehmens. *Performance Measures* stellen Maßgrößen unterschiedlicher Dimension dar. Ein System von Performance Measures ist ein *Performance Measurement System*. In seiner Grundform ist PM somit der Informationsversorgung (vgl. informationsorientierte Controlling-Konzeption) zuzuordnen. Der Planungs- und Kontrollaspekt kommt im *Performance Management* zum Tragen, das eben die Planung, Messung und Kontrolle von Performance

Measures darstellt. In diesem Zusammenhang wurden zahlreiche Modelle entwickelt. Für einen Überblick sei auf [Erdm2003] oder [Baum2004] verwiesen.

In [Erdm2003] sind darüber hinaus konzeptionelle Merkmale des PM gelistet. So wird *Effektivität* und *Effizienz* im Rahmen von PM integriert betrachtet. Effektivität ist das Verhältnis zwischen Zielerreichung und Zielvorgabe, also inwiefern verschiedene Aktivitäten dazu beitragen, Ziele zu erfüllen. Die Effizienz stellt das Verhältnis zwischen Input und Output dar, also um wie viel man sich ein gewisses Ergebnis „erkaufen“ muss. Ein Bewertungsobjekt muss dabei sowohl effizient als auch effektiv sein. So nützt es beispielsweise nichts, einen sehr kostengünstigen (effizienten) Produktionsprozess zu implementieren, dessen Erzeugnisse nicht zum Ziel beitragen, in einem bestimmten Produktsegment den Marktanteil zu erhöhen (also nicht effizient ist). Die *ebenenspezifische Ausrichtung* von PM ist ein weiteres charakteristisches Merkmal. Dies bedeutet, dass die verschiedenen Performance Measures stets bestimmten Ebenen (beispielsweise Gesamtunternehmen, Werk, Arbeitsplatz) zugeordnet sind. Somit können Objekte punktgenauer gemessen werden. Die bereits angesprochene *Mehrdimensionalität* ermöglicht die Anwendung von Maßgrößen unterschiedlichster Dimensionen (Kosten, Qualität, Zeit usw.)

2.2 Unternehmensnetzwerke

„Über lange Zeit standen sich Markt und Hierarchie als grundlegende Mechanismen der Koordination wirtschaftlichen Handelns gegenüber. Seit einigen Jahren wird eine derartig eindeutige Abgrenzung zunehmend in Frage gestellt. Markt und Hierarchie werden nicht als die beiden einzigen Alternativen, sondern vielmehr als die Extrempunkte auf einem Kontinuum gesehen.“[Hess2002] In diesem Zusammenhang seien die eingeführten Begriffe des Markts und der Hierarchie erklärt. Von einem *Markt* spricht man dann, wenn die Allokation von Transaktionen über die Mechanismen von Angebot und Nachfrage funktioniert (vgl. [Busc2004]). Eine *Hierarchie* funktioniert über Weisungen einer übergeordneten Stelle und schränkt die Entscheidungsfreiheit damit ein. Zwischen diesen Polen werden Kooperationen zwischen Unternehmen angesiedelt, die (zumeist durch Nutzung durch Informationstechnologie) aufeinander abgestimmt handeln, ohne dabei ihre Selbstständigkeit aufzugeben. In diesem Abschnitt wird auf die Spezifika und Kategorien dieser Unternehmensnetzwerke eingegangen, um später das Supply Chain Management und dessen charakteristischen Eigenheiten klar herausarbeiten zu können. Eine detaillierte Betrachtung von SCM ist Thema des darauf folgenden Abschnitts. Obwohl der Betrachtungsgegenstand dieser Arbeit ganz klar das Controlling von *Supply Chains* ist, macht es Sinn, sich mit der generischen Theorie zu Unternehmensnetzwerken zu befassen, da diese erstens ermöglicht, theoriegeleitete Rückschlüsse auf die strukturellen Eigenheiten von Supply Chains zu ziehen und zweitens erlaubt zu definieren, welche Art von Unternehmensnetzwerk eine Supply Chain ist bzw. welche gerade nicht. Insofern kann die gängige Supply Chain Management Literatur um wichtige Perspektiven ergänzt werden. Das ist notwendig, da die Forschung im Supply Chain Management stark auf der Praxis fußt und dadurch eine zweckmäßig abstrahierte Sicht auf den Betrachtungsgegenstand teils verstellt.

2.2.1 Kategorien von Unternehmensnetzwerken

Unternehmensnetzwerke stellen eine bestimmte Art der *Kooperation* dar. Das Unterhalten einer Kooperation bedeutet, dass die beteiligten Unternehmen eine Zweckbeziehung eingehen, die die jeweiligen betrieblichen Aufgaben und Ziele verknüpft und so die normale Marktbeziehung ergänzt. Außerdem erhalten die teilnehmenden Unternehmen ihre rechtliche und wirtschaftliche Selbstständigkeit bei, wobei es hier aber durchaus zu Einschränkungen kommen kann. Kooperationen kann man unterteilen in zwischen-, über- und innerbetriebliche Kooperationen (vgl. [Hess2002]). *Zwischenbetriebliche* Kooperationen stellen auf das Erstellen einer Marktleistung ab und setzen die rechtliche Selbstständigkeit unbedingt voraus. *Überbetriebliche* Kooperationen haben nicht die Eigenschaft der Erstellung der Marktleistung. Dieser Gruppe sind alle Arten von Kammern als Interessensvertretungen zuzuordnen. Als letzte Kategorie ist die *innerbetriebliche* Kooperation anzuführen. Hier fällt die rechtliche Selbstständigkeit der Teilnehmer weg. Das beste Beispiel hierfür ist die Kooperation innerhalb eines Konzerns. Je nachdem, wie die Konzerngesellschaften über ihre Unabhängigkeit verfügen, geht die innerbetriebliche Kooperation in eine zwischenbetriebliche über. Zum Konzept der Kooperation sind die der Fusion und der Kartelle abzugrenzen. Bei Fusionen wird absichtlich auf die rechtliche Selbstständigkeit verzichtet und bei Kartellen fehlt die Verknüpfung betrieblicher Funktionen, womit diese beiden nicht der Gruppe der Kooperationen zuzuordnen sind.

Unternehmensnetzwerke wiederum stellen eine spezielle Form der zwischenbetrieblichen Kooperation (vgl. [Hess2002]) dar. Diese werden anhand der Art der Funktionsverknüpfung und der Befristung der Kooperation unterschieden. Neben Unternehmensnetzwerken finden sich in der Literatur *Joint-Ventures* und *Strategische Allianzen*. Erstere zeichnen sich dadurch aus, dass sie zeitlich und sachlich unbefristet sind und eine Funktionszusammenlegung mit rechtlicher Struktur darstellen. Strategische Allianzen sind befristet und beinhalten die Funktionsabstimmung auf Vertragsbasis in Begrenzung auf genau eine Aufgabe. Bei beiden Kategorien bewegt sich die Anzahl der Teilnehmer zwischen zwei und fünf Unternehmen. Schließlich zeichnen sich Unternehmensnetzwerke durch die größere Anzahl von Kooperationspartnern aus. Darüber hinaus sind sie sachlich und zeitlich unbefristet und basieren auf formlosen oder schriftlichen Vereinbarungen. Ein weiteres Entscheidungskriterium ist die Kooperationsrichtung, welche horizontal (selbe bzw. ähnliche Wertschöpfungsstufen), vertikal (aufeinander folgende Wertschöpfungsstufen) bzw. als Mischform diagonal sein kann. Hier können die gerade beschriebenen Kategorien nicht immer eindeutig zugeordnet werden. Abbildung 2.7 gibt einen Überblick über Eigenschaftsmerkmale von Unternehmenskooperationen. Diese Eigenschaften sind später noch auf die Anforderungen dieser Arbeit zu präzisieren.

Gestaltungsdimension	Ausprägungen
Richtung	Vertikal, horizontal, diagonal
Rechtsstruktur, Formalisierungs- und Institutionalierungsgrad	Mündlich fixierter Vertrag, schriftlich fixierter Vertrag
Zielebene	Operativ, strategisch
Fristigkeit und Zeithorizont	Befristet (kurz-, mittel- oder langfristig), unbefristet
Zielbezug	Ressourcenzugang, Kostenreduktion, Risiko- und Lastenteilung, Marktbeeinflussung
Art der Ressourcenverknüpfung	Funktionsabstimmung und –austausch (Exchange), gemeinsame Funktionserfüllung (Pooling)
Umfang und Intensität	Gering, mittel, hoch
Symmetrie und wirtschaftliche Selbstständigkeit	Gering, mittel, hoch
Geographische Ausdehnung, Nationalität der Kooperationspartner	Regional, national, international
Betroffene Funktionsbereiche	Logistik, Produktion, Marketing, F&E etc.

Abb.2.7: Kooperationsformen (vgl. [Drew2001])

In der Folge werden Unternehmensnetzwerke noch weiter kategorisiert (vgl. [Hess2002], [Busc2004]). Als Unterscheidungskriterien werden hier die Stabilität und die Steuerungsform herangezogen. Die *Steuerungsform* eines Unternehmensnetzwerks zielt auf die Machtverhältnisse ab. Hier werden hierarchische und heterarchische Netzwerke (vgl. [Busc2004]) unterschieden (bzw. fokale und polyzentrische Netzwerke). In ersterer Kategorie gibt es ein *fokales* Unternehmen, das die Möglichkeit hat, im Netzwerk eigenmächtig Entscheidungen herbeizuführen (und meist den Zugang zum Markt hat), während bei zweiter Kategorie alle Partner gleichberechtigt sind. Um den Begriff der *Stabilität* weiter zu präzisieren, muss die Unterscheidung zwischen Auftragstyp und Auftrag getroffen werden. Ein Auftragstyp umfasst eine Menge von Aufträgen, die in gleicher Konfiguration im Netzwerk abgewickelt werden. Werden von einem Auftragstyp in einem Netzwerk verhältnismäßig viele Aufträge abgewickelt, so bezeichnet man das Netzwerk als stabil. Nun können vier Kategorien von Netzwerken - wie in Abb. 2.8 illustriert - unterschieden werden. In der Literatur werden darüber hinaus noch eine Reihe weiterer Netzwerktypen – oft schon in Bezug zu spezifischen Aufgabenprofilen wie Produktion und Logistik – identifiziert (vgl. [Wirt2001], [Busc2004]). So beispielsweise das *regionale Netzwerk*, das auf räumlicher Agglomeration kleinerer Unternehmen basiert, oder das *operative Netzwerk*, das unter Ausnutzung von IT Systemen freie Netzwerkkapazitäten vermittelt (*Brokerage*). Zur Diskussion der generischen Netzwerktypen soll hier aber auf die Typenkategorien in [Hess2002] Bezug genommen werden.

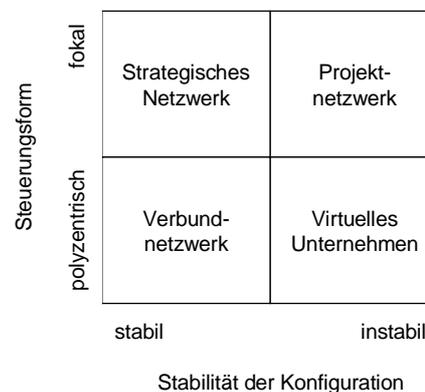


Abb.2.8: Typen von Unternehmensnetzwerken (vgl. [Hess2002])

Projektnetzwerke zeichnen sich durch Instabilität und dem Auftreten eines fokalen Unternehmens aus. Diese treten beispielsweise in der Baubranche auf. Strategische Netzwerke zeichnen sich ebenfalls durch ein oder mehrere fokale Unternehmen aus, wobei hier Stabilität gegeben ist (als Beispiel ist hier die Automobilindustrie zu nennen). Der Typ des virtuellen Unternehmens konfiguriert sich zumeist bei jedem Auftrag neu. Die Kooperationsbeziehungen zwischen den einzelnen Unternehmen werden zumeist auftragsabhängig aktiviert. Virtuelle Unternehmen treten zumeist in der Medien- oder Beraterbranche auf. Ein Beispiel für heterarchische, stabile Verbundnetzwerke sind die Kooperationen in der Luftfahrtindustrie im Rahmen der Star Alliance. *Supply Chain Netzwerke* sind in diesem Rahmen fokale, stabile Netzwerke, die die Aktivitäten vertikal entlang der Wertschöpfungskette ausrichten und auf die Abstimmung speziell im Bereich der Produktion und Logistik abzielen.

2.2.2 Strukturelle Eigenschaften von Unternehmensnetzwerken

Nun werden die strukturellen Eigenheiten von Unternehmensnetzwerken aus Sicht der aktuellen Theorie herausgearbeitet. Diese werden später in Richtung von Supply Chain Netzwerken spezifiziert und sollen einen grundlegenden theoretischen Rahmen und grundlegende Konzepte und Begriffe abstecken, auf dem ein Controllingmodell aufbauen kann.

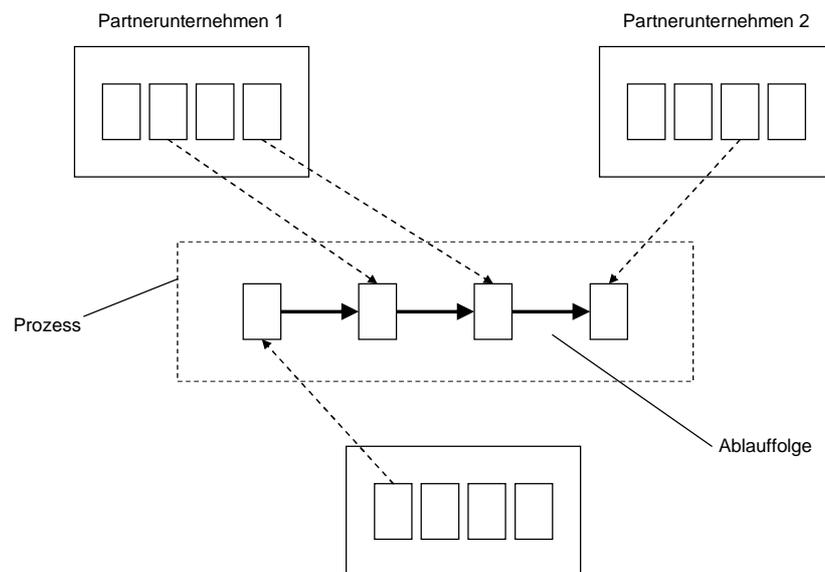


Abb.2.9: Abwicklung eines Auftrags im Netzwerk (vgl. [Hess2002])

Die *aufgabenorientierte Perspektive* (vgl. [Hess2002]) rückt die Abwicklung eines Auftrags (hier bedeutungsgleich mit Aufgabe) in den Vordergrund. Dabei ergibt sich für einen Auftrag eines bestimmten Typs eine bestimmte Konfiguration und Ablauffolge im Netzwerk (siehe Abbildung 2.9). Diese Ablauffolge und Konfiguration ist abhängig von den *Kompetenzen* bzw. *Ressourcen* (vgl. [Möll2003]), die in den einzelnen Unternehmen vorhanden sind und die sich auch von Unternehmen zu Unternehmen unterscheiden und damit zur Notwendigkeit der komplementären Kombination von Ressourcen führen. Das erfordert die Zerlegung des Auftrags in *Teilaufträge*, was wiederum Management und Koordination erfordert (*auftragsbezogene Ebene*). Auf dieser Ebene sind weiters *externe* und *interne* Aufträge zu unterscheiden, wobei erstere für Kunden außerhalb des Netzwerkes

abgewickelt werden und letztere von im Netzwerk teilnehmenden Unternehmen für andere im Netzwerk teilnehmende Unternehmen.

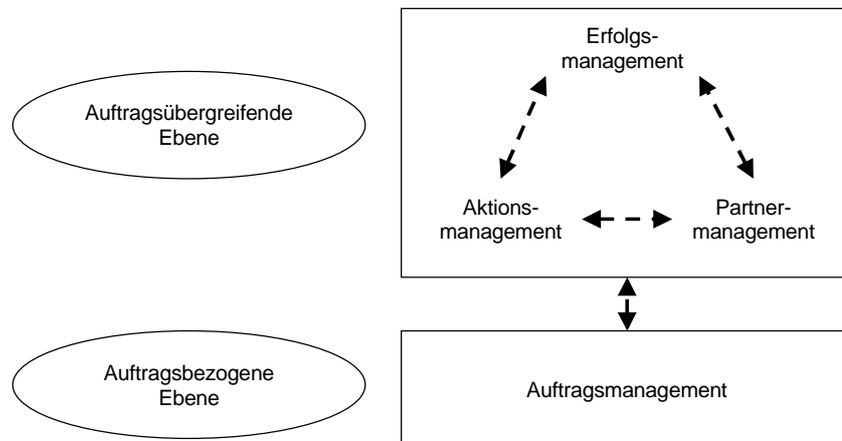


Abb.2.10: Managementaufgaben in Unternehmensnetzwerken (vgl. [Hess2002])

Darüber hinaus muss das Netzwerk auf strategischer Ebene gemanagt werden, was sich in der *auftragsübergreifenden Ebene* niederschlägt. Dies bezieht sich auf die Auswahl und die Kontrolle der teilnehmenden Unternehmen (Partnermanagement), die Koordination von übergreifenden Aktionen (wie beispielsweise die Errichtung einer gemeinsamen IT Infrastruktur), auf das Aktionsmanagement und schließlich auf das Management des Erfolgs (Erfolgsmanagement).

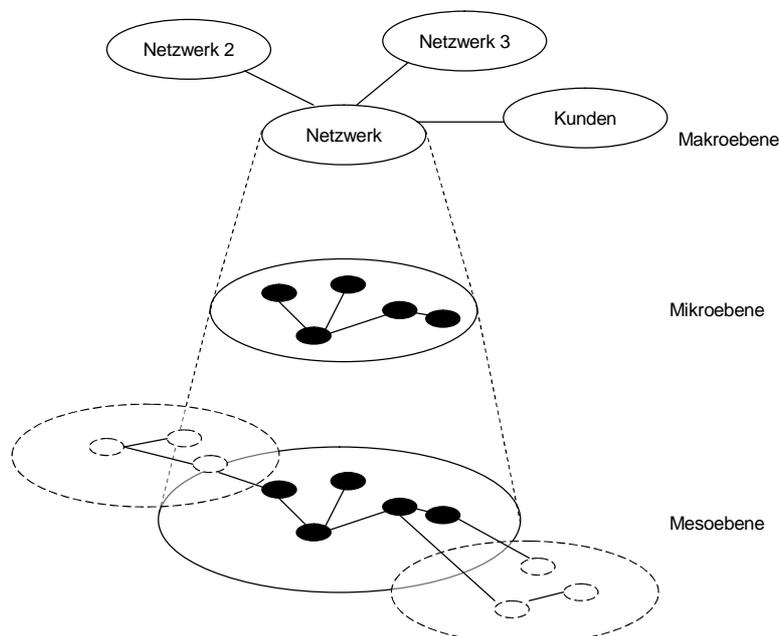


Abb.2.11: Ebenen in Supply Chains (vgl. [Röhr2003])

In [Röhr2003] wird im Zusammenhang mit Produktionsnetzwerken eine Ebenenhierarchie dargestellt. Diese Ebenen lassen sich jedoch auch für generische Unternehmensnetzwerke anwenden. Wie in Abbildung 2.11 dargestellt, ist die *Makroebene* die höchste Abstraktionsschicht in diesem Modell. Hier wird das Netzwerk als ganzes mit seinen Interaktionen mit der Netzwerkwelt dargestellt. Zu den hier relevanten Umwelten zählen - neben dem essentiellen Kunden – auch Unternehmen und andere Unternehmensnetzwerke. Die Strukturen und Prozesse

innerhalb des Netzwerkes sind Betrachtungsgegenstand der *Mikroebene*. Hier werden die Prozesse und Austauschbeziehungen als Graph dargestellt. Die *Mesoebene* schließlich trägt der spezifischen Eigenschaft von Unternehmensnetzwerken Rechnung, dass in Netzwerken teilnehmende Unternehmen als rechtlich und wirtschaftlich eigenständige Organisationen auch Systemkomponenten (*Module*; vgl. [Röhr2003]) haben, die nicht dem Netzwerk zugehören. In der Mesoebene werden – als Erweiterung der Mikroebene – auch die autonomen Unternehmensstrukturen und somit die unterschiedlichen Zielsetzungen erkennbar gemacht.

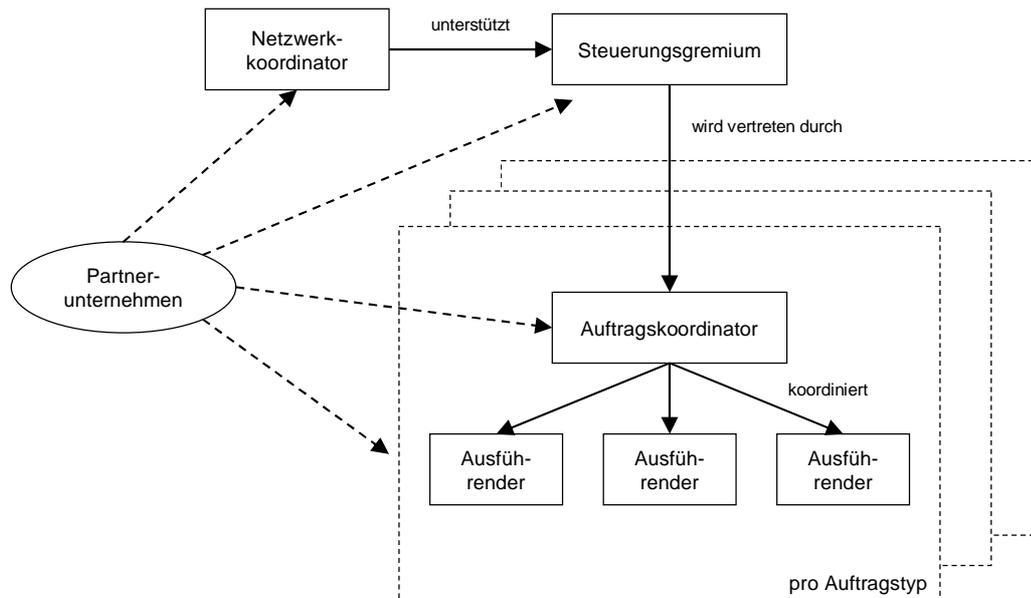


Abb.2.12: Rollenprofile in Unternehmensnetzwerken (vgl. [Hess2002])

Auch lassen sich generische Rollenprofile erkennen, die in Unternehmensnetzwerken auftreten. Diese sorgen für die Konfiguration des Netzwerkes in Abhängigkeit des Auftragsstyps. Wie in Abbildung 2.12 dargestellt gibt es hier drei Rollen. Das *Steuerungsgremium* entscheidet über alle auftragsübergreifenden Fragen und setzt einen *Auftragskordinator* ein, der für die Abwicklung des Auftrags im Sinne der Netzwerke zuständig ist, indem er die Zusammenarbeit der ausführenden Einheiten koordiniert. Der *Netzwerkkordinator* zeichnet für die Weiterentwicklung des Netzwerkes im Sinne der Selektion und Einbindung von neuen Mitgliedern, aber auch für die frühe Auftragsvorbereitung verantwortlich. Die Koordination von Unternehmensnetzwerken stellt ein interessantes Geschäftsfeld für externe Dienstleister dar. Nicht zuletzt hat sich in Zusammenhang mit Supply Chain Netzwerken das Konzept des 4PL-Providers (4th Party Logistics Provider) herausgebildet (vgl. Abschnitt 2.3.6 zur Rolle der Logistikdienstleister).

Schließlich sei noch auf den rechtlichen Rahmen und damit einhergehender Netzwerkstrukturen eingegangen, in die Unternehmensnetzwerke eingebettet werden können. Hier ist die rechtliche Ausgestaltung der Kooperation im Innen- als auch im Außenverhältnis (also gegenüber dem Kunden als Dritten) zu betrachten. Im Bereich der industriellen Produktion, bei der Produkte über mehrere Stufen hinweg erstellt werden und das Unternehmen der letzten Stufe (zumeist auch das fokale Unternehmen) den Marktzugang innehat, geht ebendieses letzte Unternehmen das Rechtsgeschäft mit dem Kunden ein. Im Innenverhältnis bestehen rechtliche Beziehungen entsprechend der Leistungsverflechtungen. Anders kann ein Gut oder

eine Dienstleistung von einer Gruppe von Unternehmen gemeinsam erstellt werden. In diesem Fall findet die *Gesellschaft bürgerlichen Rechts* Einsatz. Diese zeichnet sich vor allem dadurch aus, dass alle beteiligten Gesellschafter solidarisch und zur ungeteilten Hand haften und auch – sofern vom Kunden in Anspruch genommen – untereinander Anspruch verlangen können. Drittens besteht die Möglichkeit, ein *Generalunternehmen* einzurichten, das mit dem Kunden in Kontakt tritt. Dieses beauftragt die Unternehmen im Netzwerk und trägt das Risiko. Es sei zum Schluss noch explizit „auf den eher geringen Umfang detaillierter rechtlicher Regelungen in Netzwerken hingewiesen“[Hess2002] (*unvollständige Verträge* im Sinne der ökonomischen Vertragstheorie).

2.3 Supply Chain Management

Aufbauend auf den im vorigen Abschnitt dargestellten Strukturen, Eigenschaften und damit einhergehenden Managementaufgaben von generischen Unternehmensnetzwerken werden nun *Supply Chain Netzwerke* als Spezialform der Unternehmensnetzwerke im Bereich der Produktion und Logistik dargestellt. Dabei wird zuerst die Problemstellung definiert und sodann spezifische Aufgaben daraus abgeleitet. Dann werden die strukturellen Eigenschaften von Supply Chains beleuchtet. Daraufhin werden die Wertschöpfung und die Kostenstrukturen im Kontext von Supply Chains untersucht. Gesondert wird außerdem auf Informationssysteme (IT Systeme) im Supply Chain Management eingegangen. Data Warehousing Systeme sind in solche IT Landschaften gezielt und sinnvoll einzubetten. Der folgende Abschnitt basiert auf der Analyse der aktuellen Supply Chain Management Literatur.

Vorweg einige Definitionen:

„Supply chain management is a set of approaches utilized to efficiently integrate suppliers, manufacturers, warehouses, and stores, so that merchandise is produced and distributed at the right quantities, to the right locations, and at the right time, in order to minimize systemwide costs while satisfying service level requirements.“[SiKa2004]

„Unter dem Begriff ‚Supply Chain‘ wird im engeren Sinne eine Lieferkette, Versorgungskette oder unternehmensübergreifende Wertschöpfungskette verstanden. Da die meisten Unternehmen mit mehreren Organisationen zusammenarbeiten, stellt sich die Supply Chain in der Praxis gewöhnlich als Netzwerk (Supply Net, Unternehmensnetzwerk oder Produktionsnetzwerk) bestehend aus verschiedenen Organisationen dar, die ein Produkt erstellen und es zum Endkunden transportieren. Die Supply Chain beschränkt sich dabei, trotz der begrifflichen Vermutung, nicht nur auf die Interaktionen mit den Lieferanten, sondern beinhaltet auch die erforderlichen Koordinationsaufgaben mit Kunden.“[Busc2004]

„Supply Chain Management, auch Lieferkettenmanagement, ist die unternehmensübergreifende Koordination der Material- und Informationsflüsse über den gesamten Wertschöpfungsprozess von der Rohstoffgewinnung über die einzelnen Veredelungsstufen bis hin zum Endkunden mit dem Ziel, den Gesamtprozess sowohl zeit- als auch kostenoptimal zu gestalten“[Metz1998]

2.3.1 Problemgegenstand des Supply Chain Management

Aus systemtheoretischer Sicht handelt es sich bei Supply Chains um vertikal alliierte Unternehmensnetzwerke, bei dem die Produktions- und Logistikfunktion im Zentrum der Betrachtung steht. Es wird eine gewisse Menge von Produkten hergestellt und das primäre Ziel liegt in der Erreichung von *Operational Excellence* (vgl. [Otto2002]), also der möglichst effizienten Abwicklung der dafür notwendigen Prozesse. Das Kernprodukt eines Supply Chain Netzwerkes ist ein materielles Produkt. Daneben fallen selbstverständlich auch immaterielle Güter an (beispielsweise Dokumente im EDI usw.), aber eben nicht als Kernprodukt.

Die in der Literatur durchgehend diagnostizierten immer kürzeren Produktlebenszyklen, die zunehmend globalen und nachfrageorientierten Märkte mit kundenindividueller Fertigung führen zu der Notwendigkeit, über die gesamte Wertschöpfungskette Hand in Hand zusammenzuarbeiten. Dabei wird Supply Chain Management (SCM) – nach der funktional orientierten TUL Logistikkonzeption bis hin zur innerbetrieblich, flussorientierten Ausrichtung der Logistik - als nächste natürliche – nun unternehmensübergreifende - Evolutionsstufe der Logistik betrachtet (vgl. [Webe2002], [Hugo2003], [Arnd2004]). In der Literatur finden sich zahlreiche Definitionen für Supply Chain Management, die unterschiedlich weit und unterschiedlich umfassend angelegt sind (vgl. [Busc2004] für einen Überblick). Im Rahmen dieser Arbeit wird Supply Chain Management auf sämtliche unternehmensübergreifende Logistik- und Produktionsprozesse in einem Unternehmensnetzwerk ausgerichtet verstanden und damit primär auf das in der Logistik übliche Spannungsfeld zwischen Qualität, Kosten und Zeit (vgl. [KrLu2001]) bezogen. Auch die damit einhergehenden Informations- und Geldströme sind Gegenstand der Betrachtung. In der Praxis wurden einige SCM-spezifische Konzepte entwickelt, die in Abschnitt 2.3.5 vorgestellt werden.

In [SiKa2004] wird speziell auf die Absicht von SCM eingegangen, die Optimierung der Abläufe in der Supply Chain auf integrierte Weise (*global optimization*; also bezogen auf die *gesamte* Supply Chain) zu bewerkstelligen. Dabei werden einige Problemfelder angesprochen. Einerseits geht mit einer gesamtheitlichen Betrachtungsweise eine hohe *Komplexität* einher, die durch unterschiedliche *Zielvorstellungen* der Teilnehmer noch verstärkt wird. Andererseits ist die Konfiguration der Supply Chain auf Makro-, Mikro- und Mesoebene (vgl. Abschnitt 2.2) einer ständigen Dynamik und unterworfen. Außerdem ändern sich die Systemparameter des Netzwerks wie Kosten und Nachfrage der Endkunden. Weiters stellt sich beim SCM das Problem der – vor allem durch die netzwerkbedingte Komplexität – *Unsicherheit*, die gezielt gemanagt werden muss (*managing uncertainty*; vgl. [SiKa2004]). Diese Unsicherheit ist einerseits in Bezug auf die Nachfrage als auch auf die Parameter der logistischen und produktionstechnischen Abläufe zu verstehen. Dieser zweite wesentliche Aspekt des SCM ist als Antwort auf ein beobachtetes Phänomen in Supply Chains – den *Bullwhip Effect* (vgl. [SiKa2004], [Göpf2004]) – zu verstehen. Dieser bezeichnet die zunehmende Fluktuation der wahrgenommenen Nachfrage, je weiter man sich im Netzwerk von Kunden entfernt. Ein Ergebnis des Bullwhip Effekts, sowie der Methoden zum Lagerbestandsmanagement aus Sicht eines einzelnen Unternehmens (Bestellmengenoptimierung, Materialbedarfsermittlung, Prognose; vgl. dazu [GüTe2003], [WiMK2001], [SiKa2004]) sind unter Anderem hohe

Sicherheitsbestände in den Lagern, die zu hohen systemweiten Lagerbeständen führen. Hier kann man durch Koordination die Bestände und damit das gebundene Kapital verringern und dabei den Service Level auf gleiches oder besseres Niveau bringen. Der zielgerichtete Austausch von Information wird als wichtige Grundvoraussetzung zur Implementierung eines effektiven Supply Chain Management angesehen (vgl. [Fial2004], [SiKa2004]).

2.3.2 Aufgaben und Ziele im Supply Chain Management

Die Konzeption eines Controlling Systems richtet sich an den Aufgaben und Zielen des zu unterstützenden Managementsystems aus (vgl. Abschnitt 2.1). Im folgenden Abschnitt werden die spezifischen Aufgaben des Supply Chain Management abgegrenzt, auf denen aufbauend eine Controlling Konzeption aufgestellt werden kann. Ganz grundlegend kann man davon sprechen, dass die Aufgabenprofile des Supply Chain Management (also auf unternehmensübergreifender Ebene) teilweise in Konflikt mit den Aufgaben der innerbetrieblichen Logistik stehen, teilweise jedoch unmittelbar miteinander zu vereinbaren sind. Allgemein können Ziele konkurrierend, komplementär oder indifferent zueinander in Beziehung stehen (vgl. [Maty2001]).

In [SiKa2004] werden als *key issues* folgende Aspekte angesprochen:

- Netzwerkkonfiguration
- Lagerbestände und deren Reduktion
- Integration: in diesem Zusammenhang wird die Wichtigkeit nach Verträgen und Anreizsystemen zur Kooperation als auch die prozessuale Integration herausgestellt.
- Beschaffung und Distribution sowie Strategien zur Verbesserung derselben und zur Kooperation in diesem Bereich.
- Produktionsintegration: das Produktdesign (Modularisierung, Transportierbarkeit usw.) wird als Verbesserungspotential der logistischen Abläufe identifiziert.
- IT und Verbesserung der Deckung des Informationsbedarfs
- Kundenorientierung

Als fünf Supply Chain Treiber werden in [Hugo2003] die Faktoren Production, Transportation, Inventory, Location und als zentraler Faktor Information aufgelistet. In [Schr2002] wird von den SCM-Skills Prozesse, Mitarbeiter, Organisation und IT gesprochen.

In der Literatur findet man im Zusammenhang mit logistischen Fragestellungen als auch Supply Chains stets die drei Ziele *Kosten*, *Zeit* und *Qualität* ([Arnd2004], [Wern2002], [Schr2002], [KrLu2001]). Diese stehen in Konflikt zueinander und die Aufgabe logistischen Handelns besteht darin, diese miteinander in Einklang zu bringen. *Flexibilität* ist ein Zielfaktor, der ebenfalls von großer Bedeutung ist. Diese zielt einerseits darauf ab, auf ungeplante Anforderungen möglichst rasch reagieren zu können – *reaktionsfähig* zu sein – und andererseits, sich schnell auf die jeweils optimalen Kostenstrukturen anpassen zu können – *agil* zu sein (vgl. [Arnd2004]). Das ist mit der Schaffung von *Potenzialen* gleichzusetzen. Darüber hinaus kommt seitens der Produktionsprozesse und –Infrastruktur die Forderung nach *Produktivität* bzw. *Schlankheit* (vgl. [Vahr2004], [Arnd2004]), also einem optimalen Verhältnis zwischen Output und Input zum Tragen. In [SiKa2004] wird als Ziel darüber hinaus auch „managing uncertainty“ – also die *Verminderung der planerischen Unsicherheit*

– angesprochen. In Anbetracht der Tatsache, dass die oben beschriebenen Ziele im Rahmen von Supply Chain Management *im Verbund* gelöst werden müssen, gesellt sich die umfassende *Informationsversorgung* als weiteres Supply Chain spezifisches Ziel zur Verringerung ebendieser Unsicherheit dazu. Der faire *Wertausgleich* unter den teilnehmenden Unternehmen ist ein Aspekt, der ebenfalls eine spezielle SCM Aufgabe darstellt und durch die spezifische Struktur von Supply Chains bedingt ist. Diese Aufgabe ist der Zielgröße der Informationsversorgung zu subsumieren, da diese Basis für eine faire Zuordnung von Erlösen und Kosten ist. Flankierend zu allen identifizierten Zielen ist natürlich für eine *kontinuierliche Verbesserung, Optimierung und Rationalisierung* zu sorgen. Auch von Seiten des Produktionsmanagements lassen sich Ziele abgrenzen (vgl. [Maty2001]). Hier sind wiederum die Qualität, die Kosten und die Flexibilität zu nennen. Auch *Umwelt- und Sicherheitsaspekte* stellen Ziele dar. Auch die *Zuverlässigkeit* und *Verfügbarkeit* der Produktionsinfrastruktur sind Gegenstand der Betrachtung. Das wiederum sind Potentiale. Speziell im Zusammenhang mit dem Kostenmanagement in der Supply Chain wird in [Slag2002] die Steigerung des gegenseitigen Vertrauens sowie der Informationsaustausch als sehr wichtig hervorgehoben.

In [Erdm2003] werden als Ziele des Supply Chain Management die bereits erwähnten Punkte wie Verbesserung von Lieferservice, Lieferbereitschaft, Flexibilität sowie Kostenreduktion, Bestandsverringerung, Durchlaufzeitverringerung, Produktqualität genannt. Die Aufgaben umfassen neben der Planung und Konfiguration der Supply Chain und der Auswahl der Partner auch die Entwicklung einer Supply Chain weiten Kooperations- und Vertrauenskultur und Koordination. Auch der Aufbau eines Supply Chain weiten Informations- und Controlling systems wird hier dezidiert genannt. Auch ein Supply Chain weites *Kompetenzmanagement* (vgl. dazu die Ressourcenorientierte Wertschöpfungskonzeption in Abschnitt 2.3.2) stellt eine wichtige Aufgabe dar. Des Weiteren werden Aufgaben und Zielen folgende normative Prinzipien zugrunde gelegt (vgl. [Erdm2003]):

- Koordinationsprinzip
- Integrationsprinzip
- Marketingprinzip, also die konsequente Ausrichtung am Endkunden
- Postponementprinzip, also der weitest mögliche Abbau von Unsicherheit durch *möglichst späte* Durchführung nötiger Aktivitäten
- Informationsprinzip

In [Röhr2003] werden Aufgaben des Produktionsmanagement in stabilen Produktionsnetzwerken genannt, wobei diese einerseits unterteilt sind nach der strategischen, operativen und der Auflösungsphase und andererseits nach der Makro- und der Mikroebene. Auf der Makroebene in der strategischen Phase (vgl. [Röhr2003]):

- Zielfestlegung und –Bündelung zu Wettbewerbsstrategien
- Programmplanung für das gesamte Produktionsnetzwerk
- Netzwerkauflösungsplanung

Bzw. auf der Mikroebene:

- Strategisch-taktische Netzwerkkonfiguration
- Strategisch-taktische Netzwerkauflösungsplanung

Die Aufgaben in der operativen Phase – sowohl auf Makro- als auch auf Mikroebene – sind die Umsetzung der in der strategischen Phase bestimmten Rahmenbedingungen. In einem stabilen Produktionsnetzwerk sind diese bereits sehr

konkret definiert. Die letzte Phase – die Auflösungsphase – soll hier nicht weiter betrachtet werden.

Als „Ansätze zur Optimierung der Supply Chain“ [BeTo2003] können darüber hinaus folgende Punkte genannt werden (vgl. [BeTo2003]):

- Ausrichtung auf das Ziehprinzip (Pull-Prinzip; vgl. Abschnitt 2.3.5.4)
- Einführung des Auftragsbezugs in der Prozesskette
- Durchgängigkeit
- Vereinheitlichung des Flusses
- Optimierung des Zeitverhaltens

Das SCM Aufgabenmodell (vgl. [HHLN2003]) unterteilt die Aufgaben des Supply Chain Management in Gestaltung (Supply Network Design), Planung (Supply Chain Planning) und Ausführung (Supply Chain Execution). Dieses Modell wird auch oftmals zur Abgrenzung der Funktionalität von Supply Chain Software herangezogen. In [VoAn2002] werden die drei Erfolgskriterien Differenzierung, Integration und Komplexitätsmanagement für das Supply Network Management identifiziert.

2.3.3 Systemelemente und -Strukturen von Supply Chain Netzwerken

Nun werden – ausgehend von der Diskussion generischer Unternehmensnetzwerke im Abschnitt 2.2 – die spezifischen Eigenschaften von Supply Chain Netzwerken (also Produktions- und Logistiknetzwerken) herausgearbeitet, um daraus die Komponenten des DWH Modells abzuleiten. In [Luck2001] werden *Elemente* logistischer Systeme grundlegend in *feste* und *bewegliche* Elemente unterschieden. Zu ersteren zählen unter anderem folgende für Supply Chain Netze relevante Elemente:

- Quellen und Senken: diese generieren Aufkommen und Bedarf für eine örtliche und zeitliche Veränderung von Personen und Gütern. Quellen sind klarerweise sämtliche physische Produktionsstätten (Fabriken, Plants, Produzenten) und Stätten der Rohstoffförderung. Senken stellen natürlich die Endkunden, aber auch Kunden innerhalb der Supply Chain dar.
- Speicherelemente: diese stellen Lager (Zentral-, Regionallager usw.) dar und dienen der Entkopplung von Bedarf und Bereitstellung von Flüssen beweglicher Elemente sowie der gezielten Veränderung derselben (z.B. Kommissionierung). Ein *Hub* ist ein modernes Element eines logistischen Systems, der als Bündelungspunkt fungiert (vgl. [Mand2001]). Hier werden in so genannten *Hub-and-Spoke-Systemen* Materialflüsse mit dem Ziel einer möglichst optimalen Bündelung sowie Verdichtung und einer maximalen Auslastung der Systemkapazitäten zusammengeführt. Vorteil dabei ist, dass Transporteinheiten, die den Hub versorgen, auf dem Rückweg wiederum Ladungen vom Hub wegtransportieren können (*paarige Transportbeziehungen*). Einen Schritt weiter gehen in diesem Zusammenhang *Transitterterminals*, die keinerlei Lagerbestände (Speicherung) mehr beabsichtigen, sondern nur noch die Sortimentsveränderung (also die sofortige Depalettierung und Neukommissionierung) zum Ziel haben (*Cross Docking*; vgl. [SiKa2004]).
- Verzweigungselemente: diese führen Flüsse zueinander bzw. spalten diese auf. Dieser Klasse von Systemelementen lassen sich – je nach Ausprägung der Aufgabenfunktion – auch durchaus die im vorigen Punkt beschriebenen Elemente zuordnen. Zusätzlich sind hier noch *Gates*, als zusammenführende Verzweigungselemente zu nennen. Diese Schleusen dienen der Zwangsführung von Strömen über ausgewählte Stationen (mit unter Umständen dem zusätzlichen Zweck

der gesonderten Behandlung oder Identifizierung, wie beispielsweise beim Zolllager) und treten am Übergang in das innerbetriebliche Logistiksystem oder innerhalb desselben auf.

- Verbindungselemente: diese verbinden Elemente untereinander (beispielsweise Schienenwege und Strassen)
- Informationselemente: diese erfassen, übertragen, verarbeiten und speichern Information.

Organisatorisch eigenständige Knoten in einem Supply Chain Netzwerk – also Unternehmen, die eine autonome Interessenseinheit darstellen und als Bündel der eben beschriebenen Systemelemente betrachtet werden können (also Produktionsanlagen, Lager usw.) – werden als *Peers* bezeichnet (alternativ werden in der Literatur auch Begriffe wie Netzknoten, Teilnehmer usw. verwendet).

Die beweglichen Elemente (Aktivatoren) in einem Logistiksystem stellen *Güter, Personen und Informationen* dar (Personen werden in Folge nicht weiter betrachtet). Diese haben folgende grundlegende Eigenschaften:

- Der *Rang* bezeichnet die Priorisierung des Aktivators (beispielsweise gewöhnliche und Eil-Sendung)
- Die *Verträglichkeit* bezeichnet die Möglichkeit, einen Aktivator physisch mit anderen zusammenzufassen.
- Die *Geometrie* gibt Auskunft über die Abmaße (*Kubatur, Volumen, Sperrigkeit*) eines Aktivators und erlaubt damit Rückschlüsse auf die Lager- und Transportfähigkeit.
- Darüber hinaus sind als Merkmale natürlich auch die *Sorte* bzw. *Art* und die *Menge* des Aktivators von Interesse.

Als wesentliches Element von Logistik- und Produktionsnetzwerken sind die *Nahtstellen* zu betrachten. Diese stellen aktuell einen wesentlichen Problembereich in logistischen Systemen dar. Diese Naht- oder auch Schnittstellen ergeben sich aus der *Verschiedenheit* von zwei Systemen. Diese Verschiedenheit wiederum kann aus fünf Kategorien beruhen (vgl. [Luck2001]):

- *Juristisch*, zwischen unterschiedlichen Staaten aber auch zwischen unterschiedlichen Unternehmen
- *Kommerziell*, d.h. zwischen wirtschaftlich unterschiedlichen Systemen (beispielsweise Abteilungen mit getrennter Rechnungsführung)
- *Informationell*, wobei hier auf die Informationsflüsse in verschiedenen Organisationen bzw. Organisationssystemen Bezug genommen wird (z.B. Übergang eines Güterzuges von einer Betriebsleitzentrale in eine andere). Die sooft erwähnte IT-Komponente kommt in der
 - *Kommunikationstechnischen* Verschiedenheit zum Tragen.
 - *Materialflusstechnisch* bezieht sich die Verschiedenheit auf die physisch-technische Infrastruktur des Systems (beispielsweise die Übergabe einer Ladeinheit von einem Gabelstapler auf eine Rollbahn).

Es liegt auf der Hand, dass in logistischen Systemen diese Schnittstellen gemanagt werden müssen und somit als Managementaufgabe ins Betrachtungsfeld des Controllings geraten.

Um die Struktur von Logistik- und Produktionsnetzwerken auf Mikroebene (vgl. Abschnitt 2.2.2) zu analysieren, kann man grundlegend die *topographischen Attribute* als Merkmal heranziehen. Hier lassen sich folgende Schlüsselattribute abgrenzen (vgl. [Busc2004], [Stad2002], [Luck2001], [SiKa2004]):

- **Stufigkeit:** diese bezeichnet die Anzahl der Transportabschnitte zwischen Quelle und Senke. Diese können einerseits Speicher- und Verzweigungselemente sein, aber auch Produktionsanlagen. Es ist hier außerdem zweckmäßig, die Stufigkeit nur eingeschränkt auf die Distributions- oder Beschaffungsseite des Logistiknetzes zu betrachten. So lässt sich zwischen OEM und Endkunde die Stufigkeit des Distributionskanals beispielsweise anhand der Zentrallager und Retail-Outlets bestimmen. Generell gilt, dass mehrstufige Systeme auf die Realisierung von Bündelungseffekten und kundenspezifische Sortimentierung und Kommissionierung abzielen.
- **Netzstruktur:** diese kategorisiert den downstream Materialfluss. Dieser kann entweder konvergent oder divergent beschaffen sein.
- **Geographische Ausbreitung:** diese Eigenschaft gibt Auskunft darüber, über welches Gebiet sich die Supply Chain erstreckt. Hier kann grundsätzlich die Steigerungshierarchie in lokal, regional, national und global unterschieden werden.

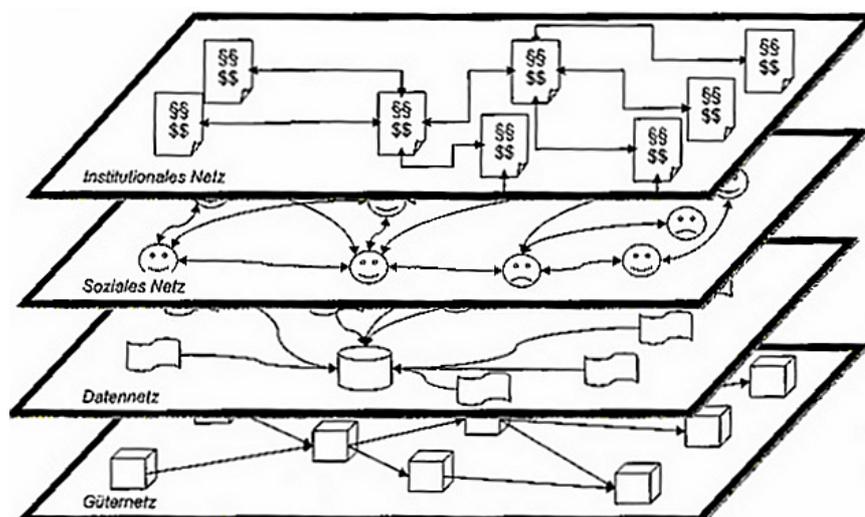


Abb.2.13: Partialnetze (vgl. [Otto2002])

Eine aufschlussreiche Typisierung der Strukturen von Supply Chains liefern *Partialnetze* (vgl. [Otto2002]). Diese unterscheiden *Perspektiven* auf die Supply Chain, nämlich das institutionale Netz, das soziale Netz, das Datennetz und das Güternetz. Das Güternetz hat in diesem Modell eine herausragende Stellung, da in diesem die im Supply Chain Management direkte Wertschöpfung für den Kunden entsteht. Die restlichen Netze *unterstützen* das Güternetz. Das *institutionale Netz* schafft rechtliche Beziehungen zwischen den Peers und reduziert so die Unsicherheit im Netz. Vertragliche Bindungen zur Kooperation oder Projektteams sind Beispiele für Konstrukte, die hier Verwendung finden. Das *Datennetz* greift die technisch zu verstehenden formalen Kommunikationsrelationen im Netz auf und spricht damit die IT Aspekte an – mit dem Zweck des Aufbaus von Transparenz. Weiter gefasst kann man dem Datennetz auch psychologische Kommunikationsmechanismen und deren interpretative Gesichtspunkte subsumieren (vgl. [Otto2002]), was im Rahmen dieser Arbeit allerdings nicht von Relevanz ist. Das *soziale Netzwerk* greift die Beziehungen der Mitarbeiter der Organisationen in der Supply Chain heraus und wendet sich dem Zweck des interorganisationalen Planens zu. Dabei ist hier zwischen den „offiziellen“ Verbindungen zwischen Personen (beispielsweise Mitarbeiter des Einkaufs und des Vertriebs) und den so genannten *informalen Netzwerken* zu unterscheiden. Diese stellen „inoffizielle“ soziale Relationen in und zwischen Organisationen dar und haben großen Einfluss auf den Ablauf der

Prozesse, weil diese dann teils über andere als die vorgesehenen Pfade abgewickelt werden. Schließlich greift das *Güternetz* die Materialflüsse und die damit zusammenhängenden Transformations- und Transfermechanismen heraus. Dabei sind nur die Produktion, der Umschlag, der Transport und die Lagerung von Interesse.

Wertschöpfende Aktivitäten in Supply Chain Netzwerken können sinnvoll als *Prozessketten* dargestellt werden (vgl. [KaSt2002], [SCOR2000]). Diesem Prinzip nach ist auch das SCOR Modell (vgl. Abschnitt 2.3.5.1) konzipiert. Dabei werden die jeweiligen innerbetrieblichen Prozesse samt deren Interaktionen mit anderen innerbetrieblichen Prozessen dargestellt. Wichtig ist hier, gezielt von Details, die in der Prozessanalyse im innerbetrieblichen Kontext nötig sind, zu abstrahieren, um eine geeignete Perspektive auf Supply Chain Ebene einnehmen zu können. Bezüglich der Prozessanalyse und –Modellierung sei auf die in diesem Bereich vertiefende Literatur (vgl. [Wagn2003], [BeKR2000]) verwiesen.

Ein weiterer Aspekt, der erhebliche Kosteneinsparungspotenziale enthält, ist der der *Finanzströme* in einer Supply Chain (vgl. [Stem2002]). Auf die Kosten- und Wertschöpfungsdimension wird im nachfolgenden Abschnitt 2.3.4 noch detailliert eingegangen. In diesem Abschnitt jedoch sind die strukturell-topologischen Eigenschaften von Finanzströmen von Interesse. Ein grundlegendes Konzept ist dabei der *Cash-To-Cash Cycle*. Dieser misst das Intervall vom Zeitpunkt, zu dem zum ersten Mal Geld für ein Produkt aufgewendet wurde, bis zum Zeitpunkt, in dem durch das Produkt (zumeist durch Verkauf an den Endkunden) tatsächliche Barerlöse generiert worden sind.

2.3.4 Wertschöpfung und Kostenstrukturen in Supply Chains

Nach der strukturell-topologischen Betrachtung von Supply Chain Netzwerken soll hier nun auf den Begriff der Wertschöpfung und der Kosten im Kontext von Supply Chain Management eingegangen werden. Dabei wird später das in [Möll2003] entwickelte Modell des Supply Chain Network Value Added (SCNVA) als integriertes Konzept zur Supply Chain Wertschöpfungsmessung als zielführender Ansatz aufgegriffen. Eine Messung der Wertschöpfung ist die notwendige Basis für die Steuerung des Netzwerks, sowie für die Entwicklung und Operationalisierung von Strategien. Die in [Möll2003] dargestellten Perspektiven (*Views*, nicht bedeutungsgleich mit den später eingeführten Views im Referenzmodell) auf Unternehmen stellen Ansätze der Wertschöpfung in der Forschung seit den 70er Jahren dar.

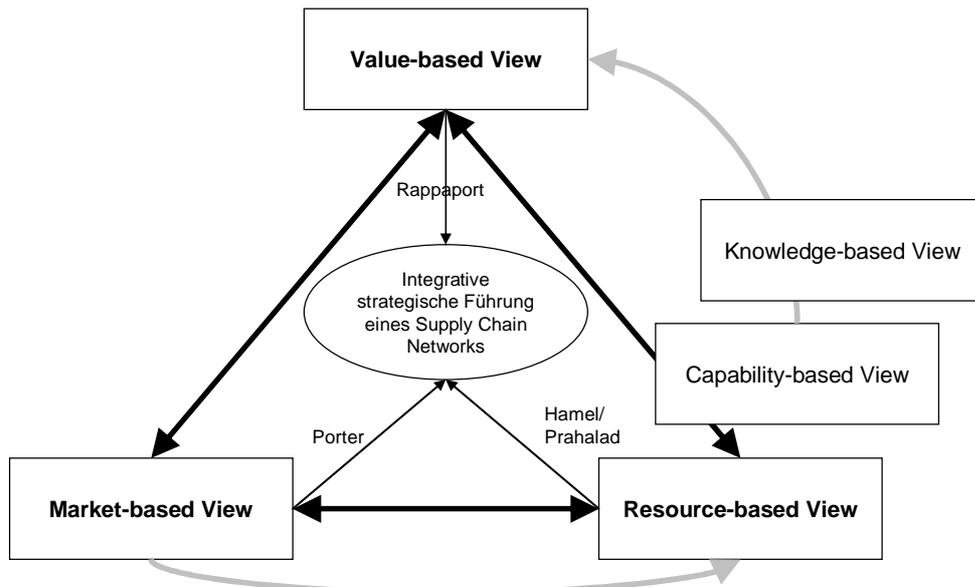


Abb.2.14: Grundrichtungen strategischer Unternehmensführung (vgl. [Möll2003])

Der *Market-Based-View* besagt, dass der Erfolg eines Unternehmens von seiner Position am Markt abhängt, wobei Zielmärkte zu identifizieren und zu penetrieren sind und danach Eintrittsbarrieren (Lock-out-Effekte) aufzubauen sind. Dies generiert eine *ökonomische Rente*, die mit der überragenden Stellung an ebendiesem Markt einhergeht. Partner werden hier mittels Lock-in-Effekten an das Unternehmen gebunden. Der *Resource-Based-View* stellt das Portfolio an Ressourcen, aus denen sich ein Unternehmen zusammensetzt in den Vordergrund. Diese generieren nachhaltige Wettbewerbsvorteile und lassen sich schwer transferieren. Im Kontext von Unternehmensnetzwerken sind vor allem die Komplementaritätsbeziehungen zwischen Ressourcen von besonderem Interesse. Dem Resource-Based-View zu subsumieren ist auch der *Capability-Based-View*, der die durch die Ressourcen bereitgestellten prozessualen *Fähigkeiten* in den Vordergrund rückt und damit auf die Prozesse abzielt. Ressourcen selbst lassen sich in physische, finanzielle und intangible unterteilen. Schließlich stellt noch der *Value-Based-View* die vornehmlich finanziellen Aspekte (Discounted Cash Flow, Shareholder Value, Economic Value Added; vgl. [Möll2003] und die dortige Literatur).

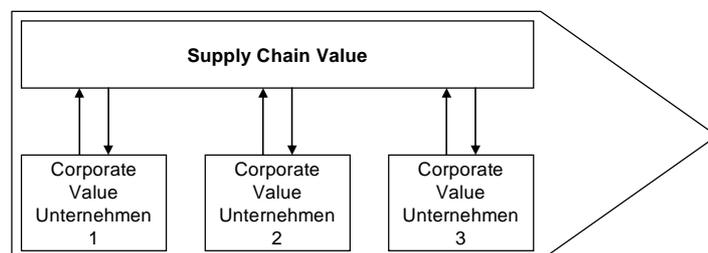


Abb.2.15: Ebenen der Wertorientierung im Supply Chain Controlling (vgl. [Nehe2003])

Neben den Wertschöpfungskonzepten, die eben vorgestellt wurden, ist im Zusammenhang mit Unternehmensnetzwerken auch der konfliktäre Unterschied zwischen den Wertzielen von einzelnen Unternehmen in der Supply Chain und der Supply Chain in ihrer Gesamtheit zu beachten (vgl. [Nehe2003]).

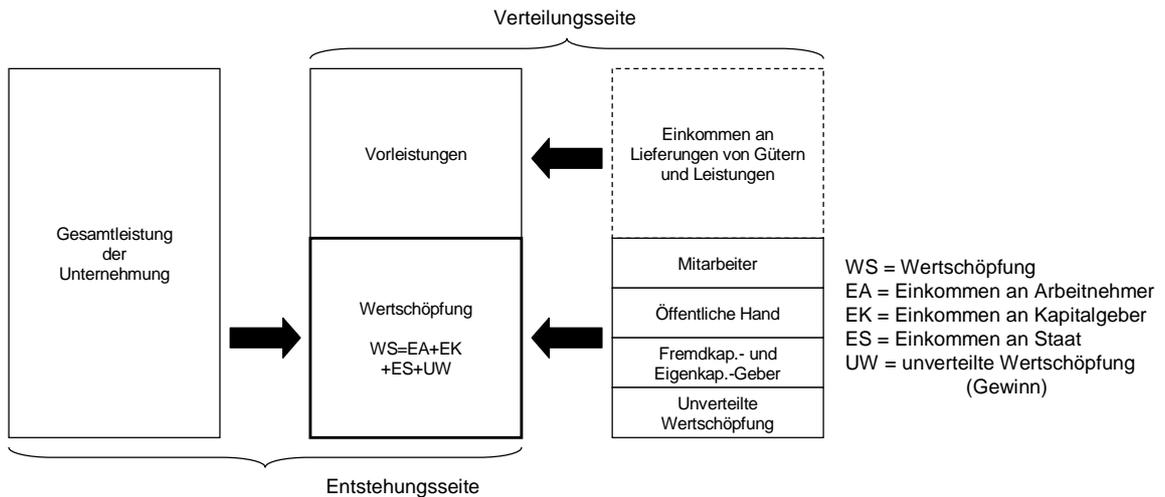


Abb.2.16: Definition der Wertschöpfung (vgl. [Möll2003])

Zur Messung der Wertschöpfung können zwei Ansätze herangezogen werden (vgl. [Möll2003]). Die *Prozesswertschöpfung* orientiert sich an der Wertschöpfungskette, und richtet sich nach den Aktivitäten, die Wert generieren. Die *Ergebniswertschöpfung* richtet sich nach finanziellen Gesichtspunkten und damit an der Differenz zwischen Gesamt- und Vorleistung aus. Die Messung muss darüber hinaus die Identifikation von *Werttreibern* auf strategischer bis operativer Ebene ermöglichen. Hilfreich in diesem Zusammenhang sind Werttreiberhierarchien, die einzelne Werttreiber kausal schrittweise verfeinern und so auf messbare Größen reduzieren können. Im Kontext von Supply Chain Management ermöglicht dies, strategische Kennzahlen auf für einzelne Unternehmen operationalisierbare Größen herunter zu brechen und darüber hinaus die Ursache-Wirkungs-Zusammenhänge zwischen diesen darzustellen.

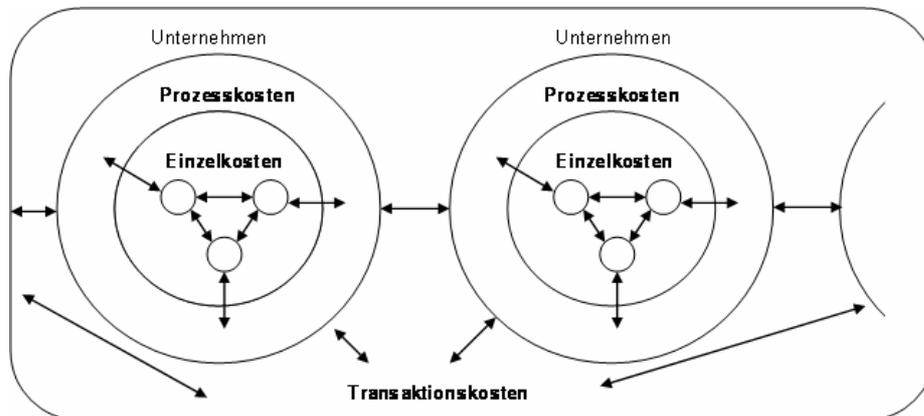


Abb.2.17: Kostenebenen in der Wertschöpfungskette (vgl. [Seur2001])

Nun wird ausgeführt, inwiefern für das Supply Chain Management ein adäquater Kostenbegriff gestaltet werden kann. Ein ausführlicher und zweckmäßiger Ansatz mitsamt einer theoretischen Herleitung ist in [Seur2001] zu finden. Dabei wird – wie in Abbildung 2.17 illustriert – eine Dreiteilung der Kosten vorgenommen, um die strukturellen Eigenschaften von Wertschöpfungsketten explizit zu berücksichtigen. Diese drei *Kostenebenen* sind die folgenden:

- Einzelkosten wie Material- und Fertigungslöhne sind direkt den Produkten zurechenbar und stellen damit den traditionellen Kostenbegriff der Teilkostenrechnung dar.

- Prozesskosten fallen bei der Planung, Steuerung und Verrechnung von Prozessen vornehmlich in den indirekten Bereichen an (vgl. dazu das Konzept der Prozesskostenrechnung, [Bart2004], [Gold2002]). Die Prozesskosten sind vom einzelnen Unternehmen beeinflussbar.

- Transaktionskosten als Informations- und Koordinationskosten fallen im überbetrieblichen Leistungsaustausch entlang der Wertschöpfungskette, der Supply Chain, an.

Transaktionskosten (die Summe der Informations-, Einigungs-, Kontroll- und Steuerungskosten) sind der entscheidende Kostenfaktor in Supply Chains, der nur in integrierter Kooperation mit den teilnehmenden Unternehmen beeinflusst werden kann. Sie sollen hier „als Informations- und Koordinationskosten verstanden [werden], die bei der Anbahnung, Vereinbarung, Kontrolle und Anpassung wechselseitiger Leistungsbeziehungen auftreten“[Seur2001], gleichsam als Betriebskosten des Wirtschaftssystems. Dies rückt genau die Zielvorstellungen im Supply Chain Management in den Mittelpunkt. Den Transaktionskostenbegriff kann man weiter in *ex-ante Kosten* (Anpassungs- und Vereinbarungskosten) und *ex-post Kosten* (Kontroll- und Anpassungskosten) verfeinern.

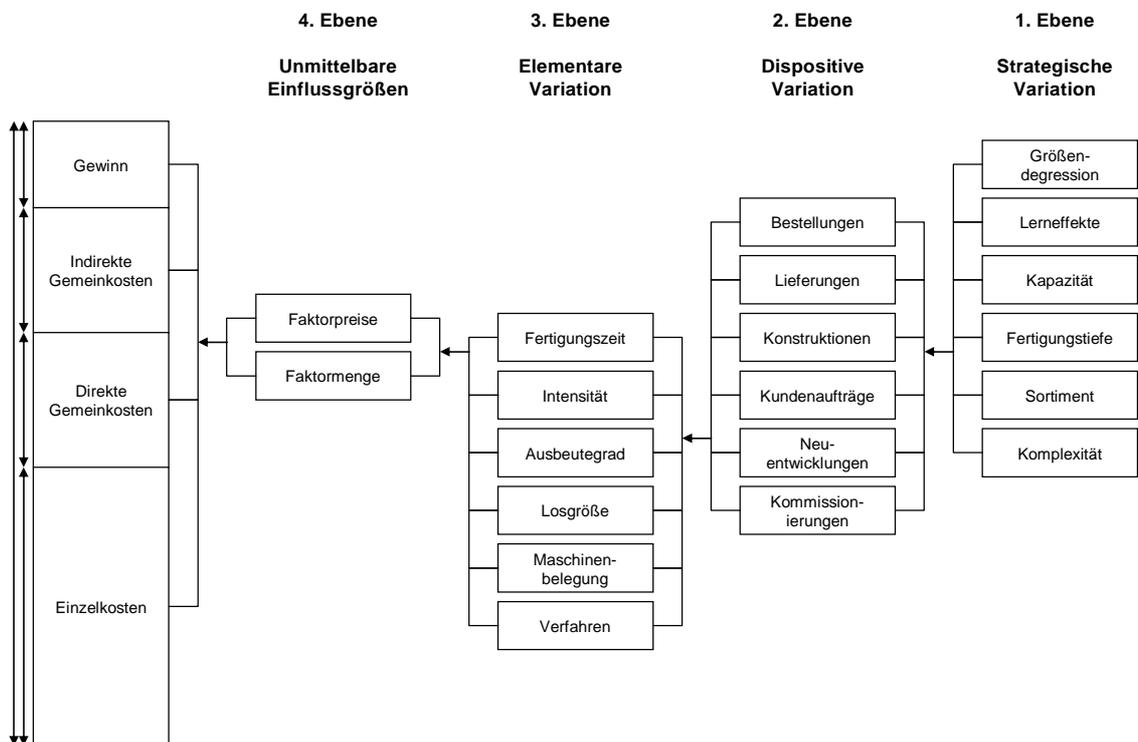


Abb.2.18: Innerbetrieblich ausgerichtete Kostentreiber Hierarchie (vgl. [Seur2001])

In [Krüg2002] werden die Transport- und Lagerkosten näher untersucht (siehe Abbildung 2.19).

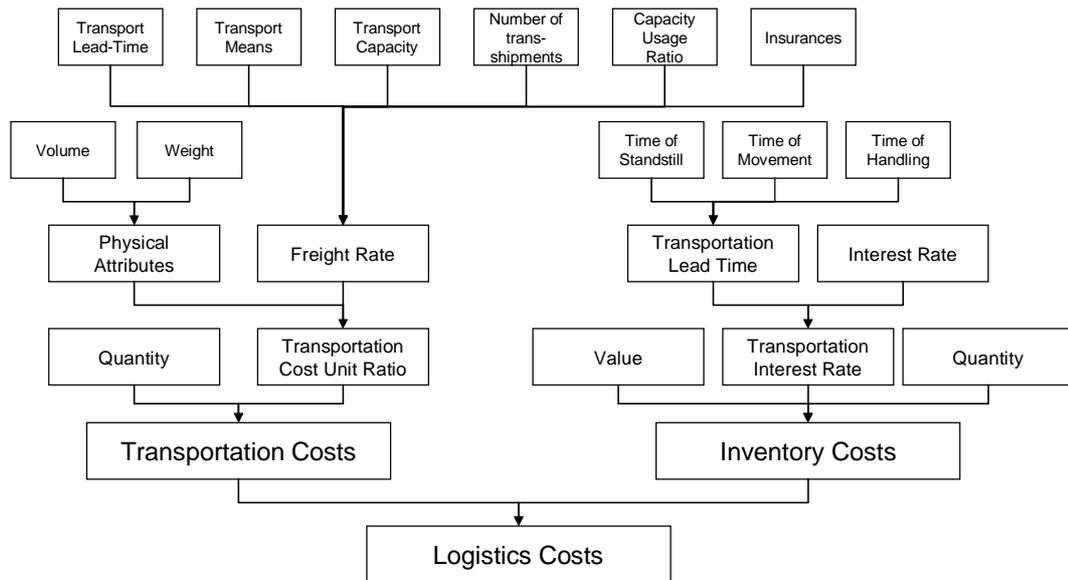


Abb.2.19: Transport-, Lagerkosten und Kostentreiber

Bevor ein Gesamtkonzept zum Kostenmanagement in Supply Chains (in [Seur2001] als *Supply Chain Costing* bezeichnet) präsentiert wird, soll noch auf die Supply Chain *Kostentreiber* eingegangen werden und einige Ansätze präsentiert werden (vgl. dazu [Seur2001] und die dort zitierte Literatur). Das in Abbildung 2.18 dargestellte Konzept unterteilt die Kostentreiber in vier Ebenen. Die strategische Ebene (1. Ebene) legt durch Grundsatzentscheidungen die Rahmenbedingungen fest, die 2. Ebene (dispositive Ebene) bezieht sich auf die Gestaltung der Prozesse, während die Elementarvariation (3. Ebene) direkt auf die Steuerung der Produktion abzielt. Die 4. Ebene schließlich stellt die direkten Einzelkosten für die Produktion dar. Daneben können Kostentreiber außerdem in interne (also vom Unternehmen beeinflussbare) und externe (nicht beeinflussbare wie gesetzliche, gesellschaftliche usw.) gegliedert werden.

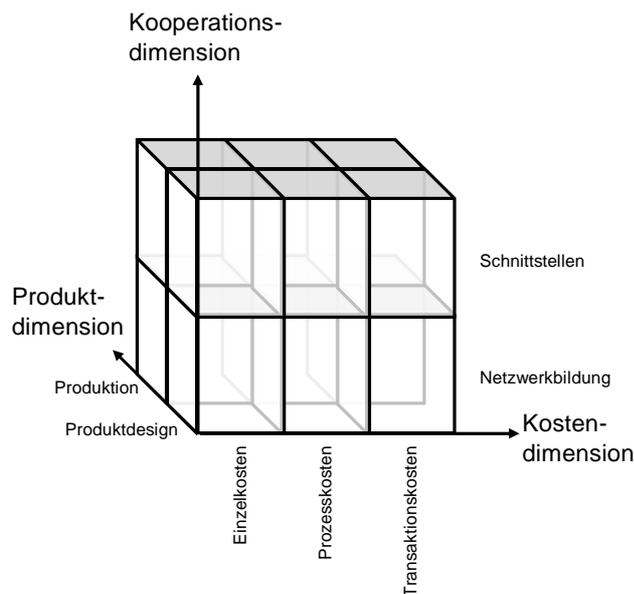


Abb.2.20: Supply Chain Costing Framework (vgl. [Seur2001])

Integriert werden die hier beschriebenen Kostenbegriffe (Einzel-, Prozess- und Transaktionskosten) im Konzept des *Supply Chain Costing* (vgl. [Seur2001]).

Hierbei wird außerdem der Produktions- wie der Kooperationsaspekt im Supply Chain Management explizit berücksichtigt. In Abbildung 2.20 wird der konzeptionelle Rahmen für Instrumente im Supply Chain Management bzw. – Controlling dargestellt. Die *Kostendimension* beinhaltet direkt die oben beschriebenen Kostenbegriffe. Die *Kooperationsdimension* deckt einerseits die Kosten der Schnittstellen als auch die Koordinationskosten der Netzwerkbildung im Vorfeld ab. Schließlich greift die *Produktdimension* die Produktion selbst, als auch die Produktentwicklung auf. Das Konzept des Supply Chain Costing soll dazu beitragen, die Transparenz der Kosten in der Wertschöpfungskette zu erhöhen. Dabei werden neben der Prozess- und Kostenstruktur außerdem die zeitliche Struktur der Kostenentstehung (die Netzwerkbildung und Produktentwicklung) als auch die für Supply Chains spezifischen Kostentreiber, nämlich die Kooperation und Transaktionskosten, hervorgehoben. In [Seur2001] werden traditionelle Instrumente des Kostenmanagement in den konzeptionellen Rahmen des Supply Chain Costing eingeordnet, um mögliche Erweiterungen für eine wertschöpfungskettenorientierte Ausgestaltung aufzuzeigen. Dabei wird mehr darauf abgezielt, „den Umfang des möglichen zu zeigen, als ganz konkrete Hinweise für die instrumentelle Ausgestaltung zu geben“ [Seur2001]. Für die Entwicklung des Data Warehousing Referenzmodells in dieser Arbeit steht damit jedoch ein zweckmäßiges Werkzeug für das Design und die Evaluierung des Kostenaspekts zur Verfügung.

Zwischen Peers in einer Supply Chain bestehen bezüglich der Finanzdimension zahlreiche Beziehungen im Sinne von Forderungen und Verbindlichkeiten, die allesamt im Zusammenhang mit entsprechenden Güterströmen stehen. Auch hier können Verbesserungen durch ein koordiniertes Vorgehen erzielt werden. In [Stem2002] werden folgende Kostentreiber genannt:

- Informationsverteilung: *Kapitalkosten* steigen mit erhöhtem assoziiertem Risiko. Das Risiko, das auf Seiten der Kapitalgeber wahrgenommen wird, wird mit steigenden Informationsdefiziten höher. Die Informationen, die Kapitalgeber zum Risikomanagement benötigen, sind direkt aus den logistischen Prozessen generierbar.
- Koordination im Finanzmanagement: Über mehrere Supply Chain Peers hinweg können finanzielle Operations gebündelt werden. Auch können unterschiedliche Kapitalkosten der an einer Supply Chain teilnehmenden Unternehmen für strukturelle Optimierungen herangezogen werden.
- Zahlungsmodalitäten: Die Kosten für Verbindlichkeiten sind maßgeblich von den vereinbarten Zahlungsmodalitäten und Zahlungszeiträumen beeinflusst. Hier können Verbesserungen erzielt werden, indem diese integrativ angepasst oder indem durch interne Prozessrestrukturierungen beispielsweise Skonti ausgenützt werden.
- Forderungsmanagement: Offene Forderungen sollten möglichst rasch in Bargeld umgewandelt werden, um die Kosten für die Finanzierung derselben möglichst gering zu halten.

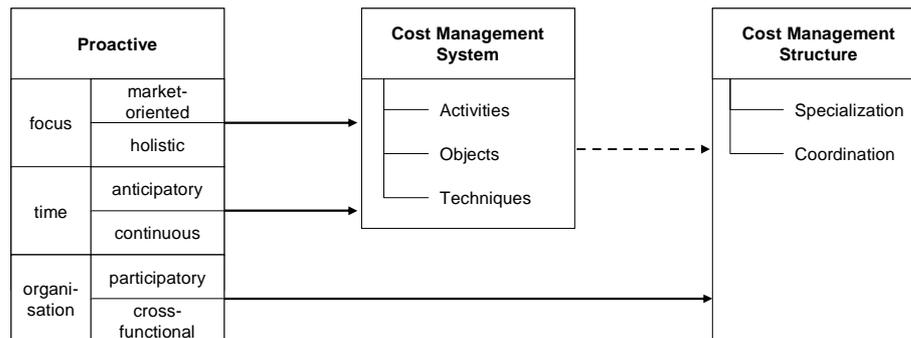


Abb.2.21: Konzeptionelles Framework für proaktives Kostenmanagement (vgl. [Kajü2002])

In [Kajü2002] wird das Problem des Kostenmanagements betrachtet und dabei das Defizit identifiziert, dass dieses vornehmlich innerbetrieblich ausgerichtet ist und damit die Optimierungspotentiale im Supply Chain Kontext nicht zu heben vermag. Um diesen Zustand gezielt zu bearbeiten, wird ein konzeptionelles Framework vorgestellt, das proaktives Kostenmanagement in der Supply Chain ermöglichen soll. Dazu werden zunächst einige Anforderungen an proaktives Kostenmanagement formuliert:

- Marktorientierung: Ausrichtung an Kunden und Kundenverhalten
- Ganzheitlichkeit: Betrachtung der gesamten Supply Chain und des gesamten Produktlebenszyklus
- Vorausschauend: Beginn der Betrachtung schon beim Produktdesign
- Kontinuierlichkeit: Kostenmanagement muss als Prozess durchgeführt werden
- Teilnahme von (theoretisch) jedem einzelnen Mitarbeiter am Kostenmanagement
- Integration der funktionalen Abteilungen einer Organisation

Neben diesen Designprinzipien besteht der vorgeschlagene Kostenmanagementansatz aus einem Kostenmanagementsystem – den Systemen und Objekten, die von Interesse sind – und der Kostenmanagementstruktur – den Organisationsstrukturen zur Umsetzung des Kostenmanagement. Das Kostenmanagementsystem lässt sich weiter unterteilen in:

- Aktivitäten: Diese zum Kostenmanagement nötigen Aktivitäten umfassen Kostenplanung, Aktionsplanung (basierend auf den Kostenstrukturen und –treibern), Aktionsimplementierung und Kostenüberwachung.
- Objekte: Diese stellen Ressourcen (wie beispielsweise das Material, Personal) als Input in Prozesse dar. Auch der Prozess selbst und das Produkt als Output des Prozesses ist Teil davon.
- Methoden (*techniques*): Darunter fallen alle Werkzeuge und Instrumente zur Unterstützung des Kostenmanagements (wie beispielsweise Prozesskostenrechnung und Target Costing)

Die Kostenmanagementstruktur besteht aus folgenden Komponenten:

- Spezialisierung: Darunter fällt die Frage, welche Kompetenzen und Aufgaben einzelne Teammitglieder zur Umsetzung des Kostenmanagement übernehmen.
- Koordination: Hier werden die Institutionalisierung und die Koordination der Kostenmanagement-Aufgaben betrachtet.

2.3.5 Konzepte im Supply Chain Management

In diesem Abschnitt werden aktuell diskutierte Konzepte im Supply Chain Management beleuchtet. Die in Folge vorgestellten Methoden sind größtenteils praxisgetrieben entwickelt worden und lassen so Rückschlüsse auf die

Anforderungen des Supply Chain Management zu und erlauben einen Überblick über den *State of the Art* im Supply Chain Management. Die im Anschluss vorgestellten Methoden zielen auf die Erfüllung der im vorigen Abschnitt definierten Aufgaben im Supply Chain Management ab.

2.3.5.1 Supply Chain Operations Reference Model

Das Supply Chain Operations Reference Model (vgl. [SCOR2000]) ist ein branchenneutrales Referenzmodell für Prozesse in Supply Chain Netzwerken. Dabei werden die Logistik- und Produktionsprozesse ins Zentrum der Betrachtung gerückt. „Allgemeine Verwaltungs- und Infrastrukturprozesse im Bereich Marketing und Vertrieb, sowie Entwicklungs- und Designprozesse sind dagegen gegenwärtig ausgeklammert“ [Webe2002].



Abb.2.22: Struktur der SCOR Modells (vgl. [SCOR2000])

Der zentrale Zweck des SCOR Modells ist die Etablierung eines gemeinsamen Verständnisses für die Prozesse in der Supply Chain, womit es als *Kommunikationsmittel* fungiert. Darüber hinaus enthält das SCOR Modell Kennzahlen für die Performancemessung und das Benchmarking. Es soll darüber hinaus in Supply Chain Software Systeme eingebracht werden, um auch hier eine gemeinsame Kommunikationsbasis zu verbreiten.

	Ebene		Schema	Anmerkungen
	Nummer	Beschreibung		
Supply-Chain-Operations-Reference-Modell	1	Höchste Ebene (Top-Level-Prozesse)		Umfang und Inhalt der Supply Chain. Hier werden die Grundbausteine für wettbewerbsfähige Leistungsziele gelegt.
	2	Konfigurations-ebene (Prozess-kategorien)		Die Supply Chain eines Unternehmens kann in Ebene 2 durch 30 Kern-Prozesskategorien konfiguriert werden.
	3	Gestaltungs-ebene (Prozess-elemente)		Ebene 3 beinhaltet: <ul style="list-style-type: none"> • Prozesselementdefinitionen • Prozesselementdefinitionsinput und -output • Diagnosekennzahlen • Best Practices • Systemfähigkeiten • IT-Systemunterstützung
nicht im Modell enthalten	4	Implementierungs-ebene (Detaillieren der Prozess-elemente)		Entwicklung von Umsetzungskonzepten

Abb.2.23: Ebenen im SCOR Modell (vgl. [Webe2001])

Das SCOR Modell setzt sich aus vier hierarchisch geordneten Ebenen zusammen (siehe Abbildung 2.23). Davon sind die oberen drei inhaltlich ausgestaltet, indem Prozesselemente zur Modellierung angeboten werden. Die unterste Ebene wird vom Standard nicht abgedeckt und stellt die detaillierte Implementierung von Prozessen in einem Unternehmen dar. Die *Top-Level-Prozesse* auf der obersten Ebene von SCOR umfasst fünf Prozesstypen:

- Plan: Das sind Planungsprozesse, die die anderen Ausführungsprozesse über die gesamte Supply Chain hinweg betreffen.
- Source: Diese stellen Beschaffungsprozesse dar bzw. umfassen auch die beschaffungsspezifischen Managementprozesse (Rahmenverträge, Zertifizierungen usw.).
- Make: Dieser Typus umfasst sämtliche Produktions-, Test- und Lagerprozesse.
- Deliver: Diese stellen die Schnittstellen zum Abnehmer dar, von der Auftragsverwaltung, über die Erstellung von Kostenvoranschlägen, den Versand bis hin zur Fakturierung.
- Return: Das sind Rücklaufprozesse (im Falle von Überschüssen oder Defekten) vom eigenen Unternehmen zum Lieferanten bzw. von Abnehmern zum eigenen Unternehmen samt den administrativen Prozessen.

Auf Ebene 2 werden die Top-Level-Prozesse auf *Prozesskategorien* verfeinert. So kann zum Beispiel zwischen Fertigung auf Lager, Auftragsfertigung oder auftragsspezifische Entwicklung unterschieden werden. Diese Unterscheidung ist im Standard durch eigene Prozesskategorien definiert. Auf Ebene 3 schließlich werden einzelne *Prozesselemente* mit definierten Inputs und Outputs angeboten, aus denen wiederum Prozesskategorien zusammengesetzt werden können (vgl. [SCOR2000], [Webe2002], [Stad2002]).

2.3.5.2 Efficient Consumer Response

Efficient Consumer Response (ECR) adressiert das Problem des Bullwhip Effekts bzw. das Problem der zunehmend komplexeren Nachfragerbedürfnisse und kürzeren Produktlebenszyklen. Unter Ausnutzung von Informationstechnologien werden die Point-of-Sale (POS) Daten von den Peers mit Kundenkontakt der gesamten Supply Chain bzw. dem fokalen Unternehmen übermittelt. Dabei wird eine integrierte Betrachtungsweise von Logistik und Marketing angestrebt (vgl. [Wern2002], [BhHM2002], [LuKW2001]).

2.3.5.3 Vendor Managed Inventory

Vendor Managed Inventory (VMI; vgl. [Arnd2004], [SiKa2004]) stellt eine Form der strategischen Partnerschaft dar, bei der der Lieferant die Verantwortung über die Lagerbestände des Kunden übernimmt. Mit Kunde ist hier zumeist der Handel gemeint bzw. eine Ebene in der Supply Chain, die unmittelbar beim Endverbraucher angesiedelt ist. Die Point-Of-Sale (POS) Information wird – wiederum unter Nutzung von IT – zum Verkäufer übertragen, der dann mit höherer Planungssicherheit die Bestände beim Kunden regeln kann – das zumeist unter Vereinbarung von Bestandsgrenzen. Durch VMI erhöht sich für den Verkäufer die Kundenbindung. Für den Käufer besteht das Potential, dessen Lagerbestände signifikant reduzieren zu können.

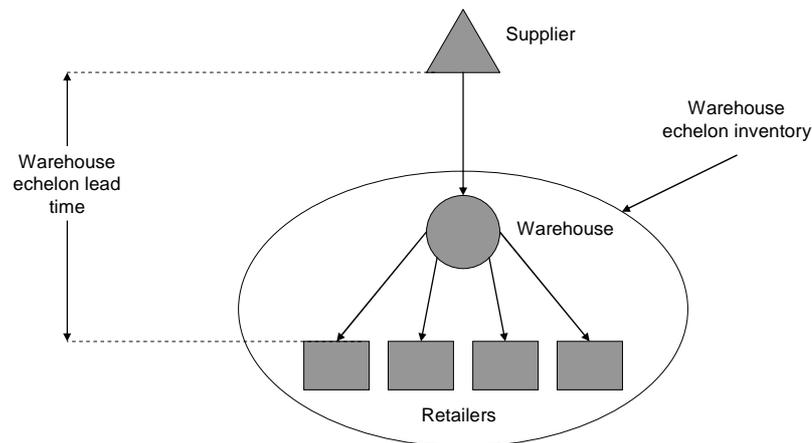


Abb.2.24: Das Konzept des Echelon Inventory (vgl. [SiKa2004])

VMI basiert auf dem Konzept des *Echelon Inventory* (vgl. [SiKa2004]). Hierbei wird bei Betrachtung eines Knoten in der Supply Chain (ein Zentrallager im Beispiel von Abbildung 2.24) auf die Optimierung des gesamten Lagerbestands vom betrachteten Knoten downstream bis zum Endverbraucher abgezielt.

2.3.5.4 Distribution nach dem Pull-Prinzip

Das Pull-Prinzip stellt eine grundlegende Strukturanforderung im SCM dar. Traditionell werden Lagerbestände von einzelnen Peers in einer Supply Chain – wie weiter oben bereits erläutert – nach einer prognosegetriebenen Methodik gemanagt, d.h. basierend auf den wahrgenommenen Nachfrageinformationen werden die zukünftigen Bestände und Bestellungen festgelegt. Diese Vorgehensweise ist das *Push-Prinzip*, Güterobjekte werden von oben in die Supply Chain (d.h. in dessen Lager) „hineingeschoben“, um zu einem zukünftigen Zeitpunkt nachgefragt und an den Endverbraucher geliefert zu werden. Natürlich werden nicht nur Lagerbestände, sondern auch die Produktionsprozesse nach diesem Push-Prinzip geplant. Diese Vorgehensweise führt aber aufgrund der Nachfrageverzerrungen durch den Bullwhip Effekt (vgl. [SiKa2004]) als auch aufgrund der geänderten Nachfragestruktur von Seiten der Endverbraucher zu inkorrekten Planungsergebnissen (vgl. [SiKa2004], [Arnd2004]).

Demgegenüber muss man die Prozesse und Strukturen des Supply Chain Netzwerks darauf ausrichten, erst auf einen konkreten Auftrag hin angestoßen zu werden (vgl. [BeTo2003]). Im Idealfall führt das dazu, dass die Materialflüsse und Produktionsprozesse sich direkt mit der Kundennachfrage decken und so Lagerbestände eliminiert werden. Natürlich ist die Implementierung einer solchen Strategie wiederum von der Informationsdistribution über die Supply Chain abhängig (vgl. Efficient Consumer Response). Die Realisierung von Skaleneffekten und Synergien durch Bündelung und Aggregation ist in einer Pull-basierten Supply Chain jedoch ungleich schwerer zu realisieren.

2.3.5.5 Postponement und Mass Customization

In direktem Zusammenhang mit dem Pull-Prinzip steht das Konzept des *Postponement* (auch *delayed differentiation*). Eine rein Pull-basierte Supply Chain ist natürlich nicht leicht bzw. gar nicht zu realisieren. Man muss den Tradeoff zwischen einerseits den reduzierten Lagerbeständen und der Planungssicherheit und

andererseits den zu realisierenden Skalen- und Synergieeffekten sowie den Anlauf- und Lieferzeiten berücksichtigen. Um beides miteinander zu vereinen, bietet es sich an, die Supply Chain downstream bis zu einem gewissen Punkt Push-basiert auszulegen und ab diesem Punkt an Pull-basiert bis zum Endverbraucher vorzugehen.

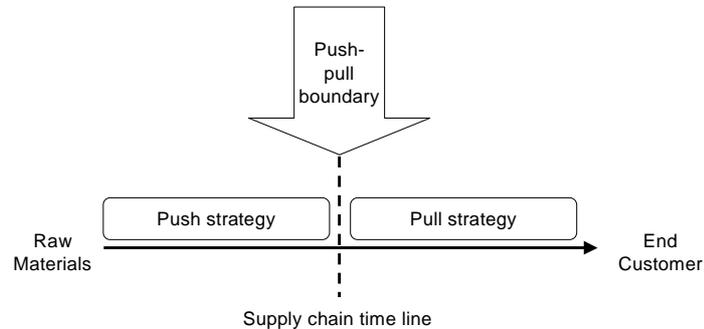


Abb.2.25: Die Push-Pull Grenze (vgl. [SiKa2004])

Der Punkt, an dem diese Änderung vollzogen wird, wird *Push-Pull-Grenze* genannt (vgl. [Arnd2004], [SiKa2004]). Bis zu dieser Push-Pull-Grenze werden standardisierte Güter und Materialien – Komponenten des Endprodukts – gelagert. Diese gehen später als *Module* in die eigentlichen Endprodukte ein. Durch die Standardisierung können diese unter Ausnutzung der erwähnten Skalen- und Synergieeffekte produziert, transportiert und gelagert werden. Trifft nun ein Kundenauftrag ein, wird das kundenindividuelle Endprodukt aus den Modulen zusammengestellt und mit kurzer Lieferzeit und nachfragekonform ausgeliefert. Dieses Prinzip der Verschiebung der wertschöpfenden Aktivitäten möglichst in Richtung der Endverbraucher – also an die späten Phasen der Wertschöpfungskette - und die damit verbundene Flexibilität und verminderte Wertbindung in der Supply Chain wird als *Postponement* bezeichnet.

Einher mit *Postponement* geht das Konzept von *Mass Customization* (vgl. [Wern2002], [MeHa2004]). Dies steht für die Möglichkeit, kundenindividuelle Produkte für eine sehr große Zahl von Endkunden – einen Massenmarkt, was auf ein kritisches Absatzvolumen zur wirtschaftlichen Realisierung einer solchen Strategie hindeutet - zu ermöglichen, bisher ein Ding der Unmöglichkeit. Hier soll eine Möglichkeit geschaffen werden, die Vorteile der beiden generischen Strategien *Kostenführerschaft* und *Differenzierung* (vgl. [Aake2001]) im Rahmen einer *hybriden Strategie* zu realisieren.

In [Otto2002] wird darüber hinaus zwischen konstruktivem (Produktspezifika) und räumlichem (Raumspezifika) *Postponement* unterschieden. Ersteres entspricht dem eben beschriebenen Konzept, während letzteres auf das Hinauszögern von Transportvorgängen abzielt. Dahinter steht die Idee, dass Gütern, die zu früh an einen bestimmten Ort transportiert wurden, das Risiko innewohnt, dass der dortige Bedarf nicht den Erwartungen entspricht und diese Güter besser anderswo zur Verfügung stehen sollten.

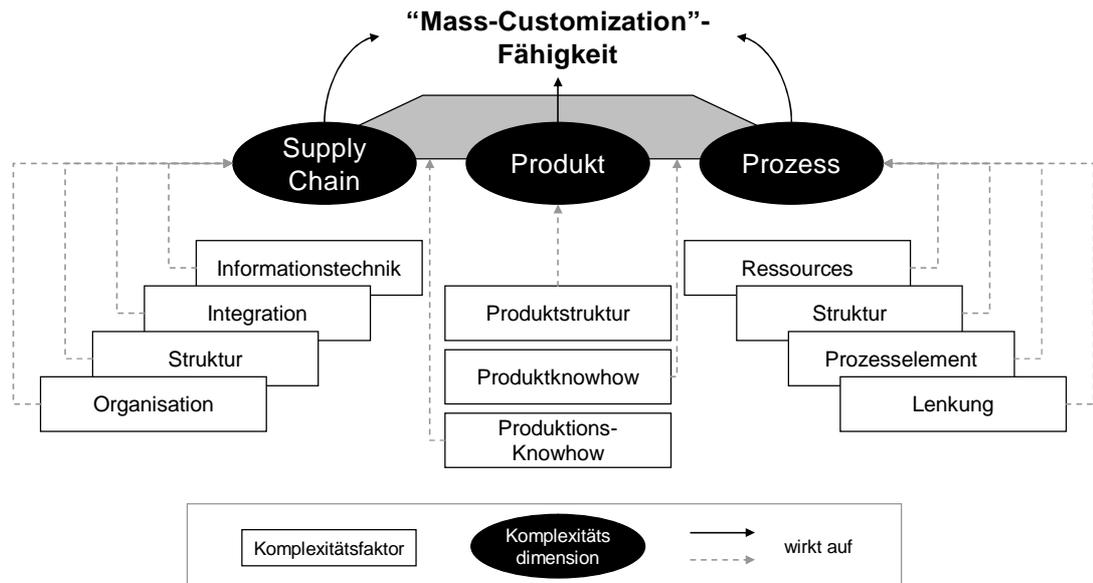


Abb.2.26: Komplexitätsdimensionen und Komplexitätsfaktoren (vgl. [MeHa2004])

Die Auswirkungen von Mass Customization auf die Komplexität in der Supply Chain wird in [MeHa2004] genauer untersucht und ein Framework für die „Bewertung hinsichtlich der ‚Mass Customization-Fähigkeit‘ der Supply Chain“ [MeHa2004] entwickelt. Dabei werden die Komplexitätsdimensionen Prozess, Produkt und Supply Chain abgegrenzt. Auf die Dimensionen wirken Komplexitätsfaktoren als Komplexitätstreiber. Bezüglich der Komplexität von Prozessen werden folgende Treiber genannt:

- Position des Kundenentkopplungspunktes, d.h. wo in der Prozesskette die Kundenindividualität „gefertigt“ wird
- Anzahl der zu koordinierenden Prozesse
- Logische und zeitliche Abhängigkeiten zwischen den Prozessen

Bezüglich der Komplexität des Produkts sind folgende Treiber zu nennen:

- **Produktstruktur:** Die Perspektive der Kunden auf das Produkt (orientiert an Produktmerkmalen) weicht von der Perspektive der Produktion (orientiert am Prozess) ab. Neben den kundenorientierten Komplexitätstreibern (Produktmerkmalsausprägungen) und den produktionsorientierten Treibern (Prozesskomplexität) ist die fehlende integrierte Betrachtung ein Komplexitätstreiber.
- **Produktions-Know-how und Produkt-Know-how:** Das Maß, in dem Produktions- und Entwicklungskompetenz notwendig sind, sowie die Integration der Kompetenzen in den Bereichen Entwicklung und Produktion sowie die Schnittstellen und zeitliche Divergenz zwischen Produktion und Entwicklung stellen hier die Komplexitätstreiber dar.

Bei der Komplexität der Supply Chain finden sich folgende Treiber:

- Integration des Kunden-Lieferanten-Verhältnisses
- Organisation des Kunden-Lieferanten-Verhältnisses, insbesondere die Ausgestaltung der Machtverhältnisse
- Struktur der Supply Chain

Als Handlungsfelder zur Beherrschung der Komplexität lassen sich folgende identifizieren (vgl. [MeHa2004]):

- Erzeugnisgruppierung nach Wiederholeffekten und Lieferzeit: dabei lassen sich innerhalb dieser beiden Dimensionen die Gruppen Standardprodukt, Exot und

Sondergerät definieren. Ersteres zeichnet sich durch hohe Wiederholeffekte und eine kurze sowie fixierte Lieferzeit aus, während letzteres auf der anderen Seite des Spektrums sehr geringe Wiederholeffekte und eine lange und ungewisse Lieferzeit aufweist.

- **Produktstrukturierung:** Dabei werden ausgehend von den Konfigurationswünschen des Kunden möglichst unmittelbar die Auswirkungen auf die Produktion ermittelt.
- **Prozessmodularisierung:** Dies zielt auf die Entkoppelung von Prozessketten sowie auf die Verschiebung des Individualisierungszeitpunktes des Produktes in Richtung des Kunden ab (vgl. Push-Pull-Grenze).
- **Organisation:** Dabei sollten hierarchische und heterarchische Machtstrukturen in der Supply Chain gezielt angewandt werden.

2.3.5.6 Just-In-Time Lieferung

Just-In-Time (vgl. [Vahr2004]) steht für eine Form der Zusammenarbeit zwischen Zulieferer und Produzent, bei der Teile gänzlich ohne Zwischenlagerung direkt in die Produktion „ingespeist“ werden. JIT soll so zu einer Verringerung der Lagerbestände und damit der Kapitalbindung sowie zu einer Flexibilisierung, Verkürzung und generellen Vereinfachung der Prozesse führen. Dabei soll auch hier natürlich der Service Level beibehalten bzw. weiter verbessert werden. Damit wird auch ein Qualitätsbewusstsein angesprochen.

JIT geht stark Hand in Hand mit den anderen Konzepten im Supply Chain Management. So verlangt es natürlich eine intensivere Zusammenarbeit und Verzahnung zwischen Lieferanten und Produzenten. JIT ist in weiterer Konsequenz die prozessuale Basis für eine Pull Strategie in der Supply Chain. JIT bezieht sich allerdings primär auf die Teile des Supply Chain Netzwerkes, die Produktionsprozesse durchführen.

Voraussetzung für die Implementierung von JIT-fähigen Prozessen und Strukturen ist die Analyse der Güterkategorien und Materialflüsse (nach Durchführung einer ABC Analyse). JIT eignet sich hervorragend für Güter, die folgende Kriterien erfüllen (vgl. [LuKW2001]):

- Wertintensive Teile und Produkte, die hohe Lagerkosten und Kapitalbindung sowie hohe Verluste bei nicht absetzbaren Mengen verursachen.
- Güterkategorien, die in hohem Volumen und langfristigen Bedarfen und somit im Rahmen stabiler Lieferanten-Produzenten-Beziehungen anfallen. Dazu gehört auch ein kontinuierlicher Verbrauch der Teile und Güter auf Seite des Produzenten.
- Bei Standorten mit starker Kostenbelastung und hohen Grundstückspreisen und damit einhergehenden hohen Lagerkosten.
- Lieferanten-Produzenten-Beziehungen mit stabil funktionierenden Transport- und Informationsbeziehungen sowie hohen Qualitätsstandards schaffen die Basis an Flexibilität, um die relativ komplexen JIT Prozesse abwickeln zu können.
- Schließlich müssen die prozessuale Verfügbarkeit sowie die Güterverfügbarkeit der betroffenen Teile in hohem Maße gegeben sein.

Logistikdienstleister bieten sich an, um die Abwicklung der Transporte und die Bündelung der Ladungen abzuwickeln (vgl. [LuKW2001]). Abschließend sei noch erwähnt, dass aus strategischer Sicht, die Implementierung von JIT von Seiten der Lieferanten zwar hohe Investitionen erfordert, jedoch zu einer höheren Abhängigkeit der Produzenten von den Lieferanten führt.

2.3.5.7 Collaborative Planning, Forecasting and Replenishment

Collaborative Planning, Forecasting and Replenishment (CPFR) zielt – wie der Name schon andeutet – darauf ab, die für Supply Chain Aktivitäten essentiellen Prozesse der Planung, Prognose und Beschaffung im Verbund von mehreren Unternehmen abzuwickeln und dadurch Synergieeffekte durch Bündelung von Knowhow und Information zu erzielen. Es ist „ein Partnerschaftskonzept zwischen zwei oder mehreren Partnern in einer Supply Chain mit dem Ziel, auf Basis einer gemeinsamen Planung synchronisierte Prognosen zu erstellen, um optimale Produktions- und Bestellabwicklungsprozesse zu gestalten“ [KoTe2003]. Dazu müssen die relevanten Prozesse synchronisiert werden. Ein wichtiger Effekt einer CPFR Initiative ist, dass zukünftige eintretende Schwankungen der Güterstromumfangs beispielsweise durch Promotionaktivitäten bereits im Vorfeld allen teilnehmenden Unternehmen bekannt sind. Dadurch wird ein grundlegender Auslöser des Bullwhip Effekts ausgeschaltet.

2.3.6 Die Rolle des Logistikdienstleisters im Supply Chain Management

Die Institutionalisierung ist ein wichtiger Aspekt einer Controlling Konzeption. In den Ausführungen zu Unternehmensnetzwerken und Supply Chains (vgl. Abschnitt 2.2 und 2.3) wurde auf die Eigenheiten und Machtaspekte beim Zusammenschluss mehrerer Unternehmen eingegangen. Daneben ist zu evaluieren, inwiefern Logistikdienstleister (oder allgemein externe Dienstleister) zur effektiven Lösung des Problems der Durchführung des Controlling beitragen können. Dazu wird der aktuelle Zustand des Marktes für Logistikdienstleistungen samt einer Abschätzung der zukünftigen Entwicklung erarbeitet.

2.3.6.1 Der Markt für Logistikdienstleistungen

Das Aufgabenspektrum von Logistikdienstleistern ist in jüngster Zeit einem massiven Wandel unterworfen. Waren die Aufgaben ursprünglich auf die „klassischen“ logistischen Leistungen von Frächtern und Spediteuren wie Transport, Umschlag und Lagerung (TUL) beschränkt, so weiten sich die Tätigkeitsfelder zusehends auf strategische Fragestellungen aus. Auch stellt Knowhow im Bereich der Informationstechnologie ein neuartiges Kompetenzfeld dar. In [Zade2004] werden die Geschäftsfelder und seine zukünftigen strategischen Potenziale analysiert. Zur Gliederung werden folgende Kriterien herangezogen (vgl. [Zade2004]):

- **Leistungsspektrum:** das Leistungsspektrum von Logistikdienstleistern kann grob in operative und strategische Aufgaben gegliedert werden. Dabei stellen der Transport und die Lagerung erstere Kategorie dar. Planungsaufgaben auf taktischer oder strategischer Ebene sowie IT Fragestellungen sind den *Value-Added Services* zuzuordnen.
- **Supply Chain Network Integration:** Das Maß, in dem Logistikdienstleister integrative Leistungen im Sinne des Supply Chain Management erbringen, macht das Kriterium der Network Integration aus. In seiner am weitest gehenden Ausprägung bedeutet dies, dass ein Dienstleister das Prozess- und Organisationsknowhow, als auch die Leistungen zur integrierten Planung und Abwicklung von Supply Chain Prozessen anbietet.
- **Logistik Assets:** Dieses Kriterium zielt auf das Vorhandensein der technischen Infrastruktur zur Abwicklung logistischer Prozesse ab. Dazu zählen

beispielsweise Fuhrparks oder Kommissioniersysteme. Auch IT Systeme, einerseits im Sinne von Netzwerken andererseits im Sinne von Applikationen und Datenbasen, gehören zu diesem Kriterium.

Schließlich kann auch die Branche, für die der Logistikdienstleister Leistungen anbietet als Kriterium herangezogen werden, da hier teils sehr spezifische Prozesse und Strukturen erforderlich sind.

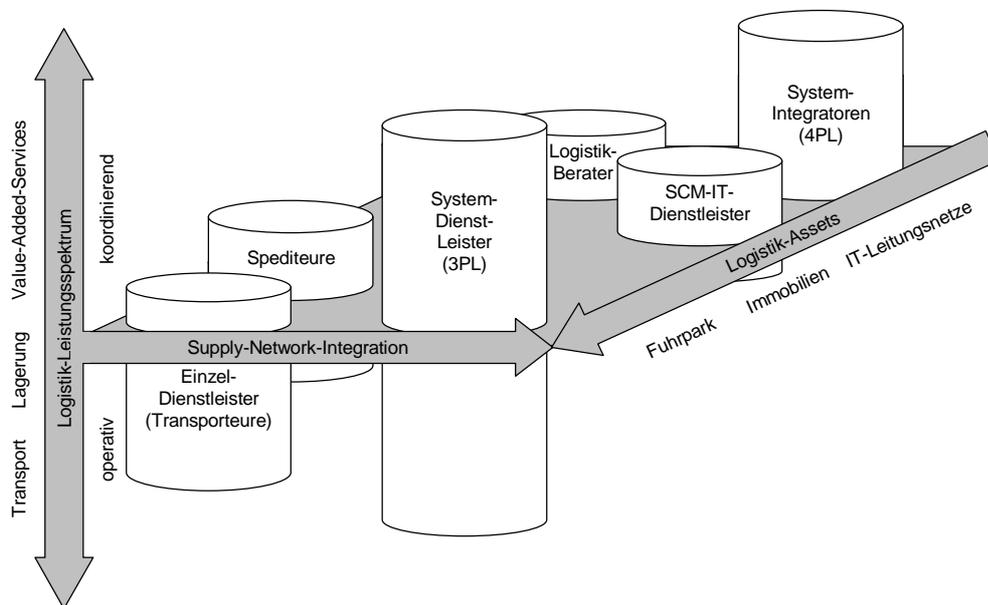


Abb.2.27: Segmente im Logistik Dienstleistungsmarkt (vgl. [Baum2004])

Abbildung 2.27 zeigt die eben beschriebenen Kriterien und die strategische Positionierung der verschiedenen Dienstleisterklassen. Stark operative Aufgaben - mit Bereitstellung der physischen Infrastruktur und auf gewisse Relationenbündel beschränkt - werden von Transporteuren (Frächtern) wahrgenommen. Spediteure nehmen stärker koordinierende Aufgaben durch Bündelung von Kapazitäten und Verkehren bei Zukauf der Einzelleistungen von Transporteuren wahr. Zahlreiche Spediteure haben über die Zeit hinweg ihr Leistungsspektrum kontinuierlich erweitert und sich zu Logistik-Systemdienstleistern (3PL Provider, Kontraktlogistik) entwickelt. Dabei kommt es zu langfristigen, strategischen Partnerschaften mit dem Kunden, für den der 3PL Provider ein breites Spektrum an Aufgaben eigenständig abwickelt. Dazu zählen beispielsweise das Bestellwesen, das Auftragsmanagement, das komplette Warehousing usw. Den entscheidenden Schritt in Richtung Integration des Supply Chain Netzwerks stellen Netzwerkintegratoren (4PL Provider) dar (vgl. [Dark2004]). Diese bieten dezidiert Leistungen samt IT Infrastruktur für die Planung, Steuerung und Optimierung des *gesamten* Supply Chain Netzwerks an. Einen auf die IT Aspekte fokussierte, jedoch ebenfalls gesamtheitlich-integrativ ausgerichteten Ansatz verfolgen die SCM-IT Dienstleister, die die Planung und Abwicklung der logistischen Prozesse und die Systemintegration, Netzwerktechnologie, Rechenkapazitäten und Datenhaltung anbieten. Logistik Berater schließlich bieten sämtliche Formen der Unternehmensberatung im Bereich Logistik an.

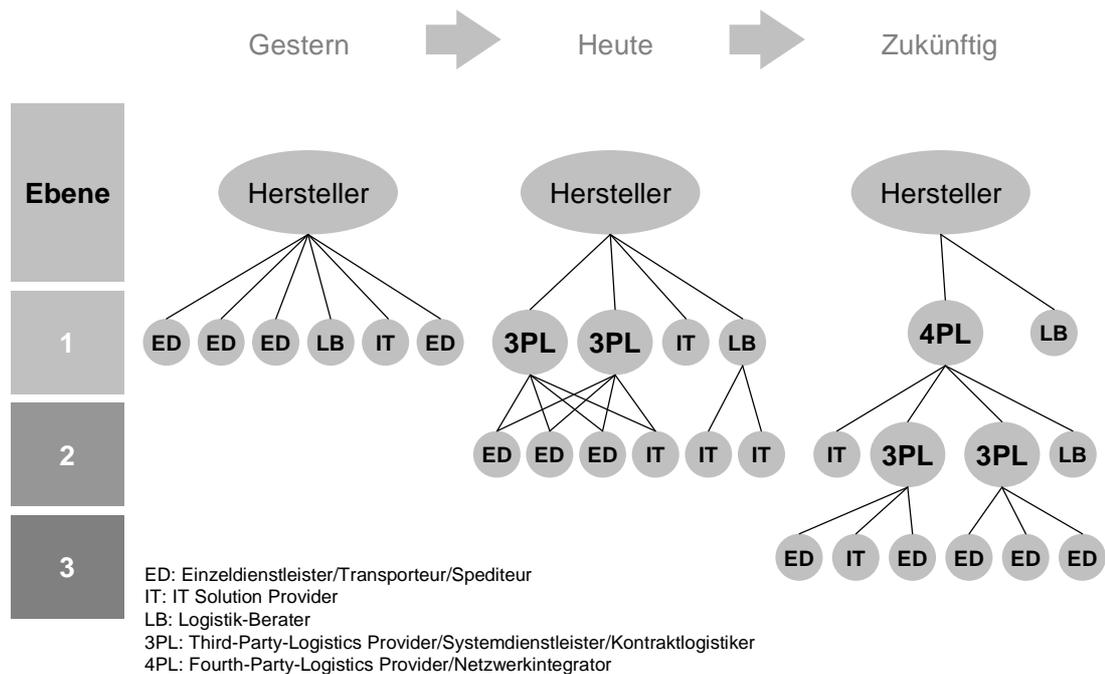


Abb.2.28: Entwicklungsstufen des Logistikdienstleistungsmarktes (vgl. [Baum2004])

Abbildung 2.28 zeigt beobachtete Entwicklungstendenzen im Logistikdienstleistungsmarkt. Es zeigt sich hier die Herausbildung von Systemintegratoren als zentrale Steuerungsinstanz im Supply Chain Management, das selbst als nächste evolutionäre Entwicklungsstufe in der Logistik betrachtet werden kann (vgl. [Webe2002]). Die dargestellte Analyse legt nahe, Konzepte zum Controlling von Supply Chains einerseits stark IT getrieben zu entwickeln, andererseits die spezifischen Vorteile der Positionierung von 4PL Providern bestmöglich auszunutzen.

2.3.7 Informationssysteme im Supply Chain Management

Ein Data Warehouse System als Teil der IT Landschaft in einem Supply Chain Netzwerk steht in vielerlei Verbindung mit anderen IT Systemen in der Supply Chain, nicht zuletzt dadurch, dass es aus diesen Systemen gespeist wird. In diesem Abschnitt sollen die Arten von Softwaresystemen vorgestellt werden, die in Produktion und Logistik – und überbetrieblich in Supply Chains – Verwendung finden. Daraufhin kann ein Data Warehouse architekturell in dieses Gefüge eingepasst werden. Dabei werden nur die *softwaretechnischen Informationssysteme* (Applikationen, Datenbanken, Geschäftslogik) betrachtet. Die *physische Infrastruktur* zur Datenübertragung und –Erfassung (Telematik, RFID, Mobilkommunikation, Netzwerktechnik; vgl. [Stal2005] bzw. [Kuhn2001] für einen Überblick) sind nicht von Interesse aber selbstverständlich Grundlage für die Applikationsinfrastruktur. Ein weiterer wichtiger Themenblock ist der der *Systemintegration*, der sich mit den informationstechnischen Möglichkeiten zur Kopplung von IT Systemen beschäftigt.

Ganz allgemein sei hier erwähnt, dass die Ziele von Softwaresystemen in der Supply Chain grundsätzlich dem in Abschnitt 2.3.2 behandelten Zielsystem des Supply Chain Management folgen bzw. der Erhöhung der Transparenz dienen. IT ist somit ein *Enabler* (vgl. [HHLN2003], [Wern2004]). [HHLN2003] bietet eine Gliederung von Softwaresystemen, ausgerichtet nach den Aufgabenbereichen und schichtet diese

Aufgabenfelder in die strategische *Gestaltung* (Strategic Network Design), die taktische und operative *Planung* (Supply Chain Planning samt Verfügbarkeits- und Machbarkeitsprüfungen; ATP/CTP) und die *Ausführung* (Supply Chain Execution).

2.3.7.1 Advanced Planning Systems

Advanced Planning Systems (APS) stellen den evolutionär nächsten Schritt zu Planungs- und Optimierungssoftware mit innerbetrieblicher Ausrichtung dar (MRP-, MRP II-Systeme; vgl. [Sche1998], [StKr2003], [GüTe2003] für einen historischen Überblick). Sie werden oftmals auch als Supply Chain Management Systeme (SCM Systeme; vgl. [Huss2004], [StKr2003], [Busc2003]) bezeichnet. APS sollen integrativ die unternehmensübergreifende Planung und High-Level-Steuerung von Prozessen ermöglichen. Sie implementieren moderne mathematische Optimierungsverfahren (*Operations Research* Methoden; vgl. [GüTe2003] für eine formale Behandlung dieses Themas) und restriktions- und engpassorientierte Planungsmethoden sowie Prognoseverfahren, die nicht Schwerpunkt von ERP Systemen sind. Obwohl historisch verwandt miteinander, sind sie somit nicht als Ersatz, sondern als Ergänzung zu ERP Systemen gedacht.

Wie in [StKr2003] erläutert, soll ein APS von der strategischen Planung über die taktische Planung bis knapp vor die Ausführung sämtliche Prozesse abdecken. Die Transaktionen selbst liegen in der Sphäre der ERP Systeme. Steuerung und Kontrolle obliegen den Monitoring Modulen des APS. Die Planungsmodule bzw. – Funktionalitäten gehen von Nachfrage- über die Produktions- bis hin zur Transport- und Absatzplanung. Die Planungsinformationen gehen als Vorgaben in die operativen Transaktionssysteme ein, von den operativen Systemen gehen als Feedback aktuelle Bewegungsdaten in das APS zurück. Durch die Monitoring Komponenten können APS in Engpass- oder Problemsituationen *Alerts* generieren, um Entscheidungsträger zu alarmieren und zum Handeln zu veranlassen. Eine weitere wichtige Fähigkeit von APS ist die *Auftragsbestätigung* (Available-to-Promise, ATP), bei der im Falle von Anfragen und Bestellungen online eine Verfügbarkeitsprüfung gemacht wird. Beispielhaft können folgende Szenarien genannt werden, bei denen ein APS mit dem zugrunde liegenden ERP zusammenarbeitet (vgl. [KiMü2003]):

- Verfügbarkeitsprüfung beim Auftragseingang
- Übergabe der Planungsvorschläge für Produktion, Einkauf oder Distribution an das ERP-System
- Optimierung von Transporten durch APS in den Transportmanagementsystemen
- Integration mit CRM-Funktionalitäten im Rahmen der Absatzplanung

Die Input Daten in ein APS können grob zwischen Stammdaten (beispielsweise Materialdaten, Kundendaten usw.) und Bewegungsdaten (Bestände, Durchlaufzeiten usw.) unterschieden werden. Diese unterscheiden sich allerdings insofern von den in ERP Systemen gehaltenen, als dass sie für die Planungsaufgaben formatiert sind und sich somit nicht mehr für die operative Transaktionsabwicklung eignen (vgl. [KiMü2003]). Diese Aufbereitung geschieht durch Filterung und Aggregation. Durch Aggregation werden die Daten auf ein handhabbares und informationstechnisch verarbeitbares (weniger fein granuliertes) Abstraktionsniveau gebracht. Filterung schließt irrelevante Daten aus. Die hier benötigte Verarbeitungslogik ist dieselbe, die durch OLAP Engines in DWH Systemen implementiert wird. Auch bei der

Abwicklung des Ladevorgangs ergeben sich beträchtliche Parallelen in Bezug auf Problemstellungen und Methoden zum ETL Prozess im Data Warehousing (vgl. Kapitel 3).

2.3.7.2 Enterprise Resource Planning Systeme

Den *Enterprise Resource Planning Systemen* (ERP) werden im logistischen Kontext auch die *Warehouse Management Systeme* (WMS) und die *Transportation Management Systeme* (TMS) subsumiert. Diese Systeme dienen der operativen Abwicklung der Prozesse im Unternehmen. Dabei wird darauf abgezielt, eine *integrierte Datenbasis* aufzubauen, auf die sämtliche Softwarekomponenten, die Geschäftslogik implementieren, zugreifen. Das sorgt für weitestgehende Standardisierung der Stamm- und Bewegungsdaten, sowie der Abläufe als auch für eine Elimination der Datenredundanz. ERP Systeme implementieren dabei die klassischen betrieblichen Prozesse wie Rechnungswesen, Personal usw. Die oben erwähnten WMS und TMS dienen als logistikspezifische Systeme der Abwicklung der Prozesse im Lager bzw. der Transportprozesse. WMS bieten somit Dokumente und Geschäftslogik für den Wareneingang, die Ein- und Auslagerung, die Kommissionierung, den Warenausgang sowie Bestandskontrolle und Variantenmanagement. TMS unterstützen die Auftragerfassung, die Schnittstellendokumentation und die Abrechnung von Transporten.

Im Zusammenhang mit ERP Systemen ist auch die Klasse der Systeme zu nennen, die mit Hilfe von *Office Tools* (Excel, Access usw.) erstellt worden sind (vgl. [KiMü2004]). Diese sind insofern problematisch, als dass diese erstens nicht nach Methoden des Software Engineering entwickelt wurden und zudem in den wenigsten Fällen in Einklang mit den umgebenden Systemen stehen. Sie wurden zumeist von einem oder wenigen Sachbearbeitern zur Lösung einer bestimmten Problemstellung spontan implementiert. Das Ergebnis davon ist eine schwer zugängliche und qualitativ unsichere Datenbasis.

Produktionsplanungs- und Steuerungssysteme (PPS) stellen eine Klasse von Softwaresystemen dar, die speziell die Steuerung und Überwachung von Produktionsprozessen bewerkstelligen können. Damit müssen sie über spezielle Schnittstellen und algorithmische Techniken verfügen. So lassen sich mit ihnen mengen-, termin- und kapazitätsorientierte Planungsprobleme in der Produktion bearbeiten (vgl. [Maty2001]).

2.3.7.3 Integration von IT Systemen

IT Landschaften sind heutzutage historisch bedingt sehr heterogen (*Legacy Systeme*). Dies betrifft einerseits die technischen Eigenschaften der Datenhaltung (beispielsweise Datenbanken bzw. Dateihaltung), die der Geschäftslogik zugrunde liegenden logischen Datenmodelle als auch das Format der zwischen Softwarekomponenten ausgetauschten Information. Beim Aufbau eines DWH Systems sind vornehmlich die ersten beiden Eigenschaften relevant. Hier wenden wir uns dem *Austausch* von Information zwischen *operativen* Systemen – und damit der informationstechnischen Integration von Prozessen zu. Auch in diesem Bereich ist unternehmensübergreifende Standardisierung (vgl. dazu die Zielsystem im DWH sowie im SCM) der treibende Faktor.

Seitens der betriebswirtschaftlichen Fachdomäne wurde seit den 70er Jahren das Konzept des *Electronic Data Interchange* (EDI) aufgebracht. Unter EDI versteht man den „elektronischen Datenaustausch über Geschäftstransaktionen [...] zwischen Betrieben“ [HaNe2002]. Dieses Konzept funktioniert auf einer sehr prozessual-geschäftslogischen Ebene. Zu Standards im Bereich EDI zählen unter anderem ODETTE, EDIFACT (vgl. [HaNe2002]). Neuere Standards, die auf XML basieren, sind beispielsweise ebXML.

XML ist ein offener Standard, mit dem syntaktisch einheitliche Dokumente mit Metadaten versehen werden können (vgl. [DaMe2003]). Damit soll ein einheitliches Format zum Datenaustausch geschaffen werden, auf dem aufbauend weitere Standards geschaffen werden. Zu diesen zählen beispielsweise das *Simple Object Access Protocol* (SOAP) und *Universal Description, Discovery and Integration* (UDDI). Diese sind Teil des *Web Service Frameworks*, mit dem angestrebt wird, Applikationsfunktionen über die standardisierte XML Schnittstelle aufzurufen, sowie dafür XML basierte Geschäftsobjektstandards zu benutzen. Auch das möglichst automatische Auffinden und Anbahnen von Services wird unterstützt. Diese Konzepte sind aktuell unter dem Begriff *Service Oriented Architecture* (SOA) im Gespräch und können als zukünftiges Sollmodell angesehen werden. Neuentwicklungen im Bereich der IT Infrastruktur sollten allesamt nach diesen Designprinzipien und Standards konzipiert und implementiert werden.

Die aktuelle Landschaft sieht wie erwähnt jedoch stark heterogen und stark inkompatibel aus. Hier sind Technologien nötig, die die Integration ermöglichen. Diese können in Middleware und Application Server unterteilt werden (vgl. [GrHN2003]). *Middleware* ist eine Klasse von Software, die eine *Abstraktionsschicht* zwischen den Schichten von Softwaresystemen einfügt und damit die datenformat- und protokolltechnischen Details der Kommunikation kapselt. „Damit ist sie die Technologie, die das fachliche Nutzenversprechen von EAI einlösen kann.“ [GrHN2003] Die Kategorien von Middleware Produkten sind die folgenden (vgl. [GrHN2003], [Stal2001], [Tane2002]):

- **Message Oriented Middleware (MOM):** Mit MOM können Messages asynchron zwischen Systemen ausgetauscht werden, was eine zeitliche Entkopplung ermöglicht. Benötigt wird dafür jedoch eine dazwischen liegende Infrastruktur zur Speicherung und Übertragung. Ein Beispiel für diese Technologie ist MQSeries.
- **Remote Procedure Calls (RPC):** Hier werden Prozeduraufrufe samt Parameterübergabe über ein Protokoll über ein Netzwerk durchgeführt. Dieser Mechanismus ist damit synchron und erfordert eine komplexere Verarbeitungslogik seitens der kommunizierenden Systeme. Beispiele dafür sind CORBA oder Java RMI.
- **Data Access Middleware:** Diese stellen Programmkomponenten dar, die unter Ausnutzung von Protokollstandards und Abfragesprachen auf Datenbestände zugreifen, unter Umständen auch über Netzwerke. Damit lassen sich Datenquellen kapseln. ODBC zum Zugriff auf relationale Datenbanken ist ein Beispiel hierfür.
- **Transaction Processing Monitors (TPM):** Diese Systeme integrieren die Aktivitäten mehrerer Applikationen bei verteilten Transaktionen und stellen so die Konsistenz sicher. Ein Beispiel dafür ist Tuxedo.

Die zweite Klasse der Technologien, die Integration ermöglichen, sind *Application Server*. Diese sind zumeist nach dem objektorientierten Designparadigma konzipiert (vgl. [ZBGK2001]) und stellen objektorientierte Applikationen für den Zugriff über ein Netzwerk zur Verfügung. Die hier wichtigsten Standards sind Enterprise Java

Beans (EJB), CORBA und dotNet. Application Server sind somit ein Evolutionsschritt im Bereich verteilter objektorientierter Applikationen und beinhalten auch Techniken, die speziell diese unterstützen (Skalierbarkeit, Ausfallssicherheit usw.)

2.4 Supply Chain Controlling

Nachdem nun das Konzept des Supply Chain Management und die dafür nötigen Softwaresysteme eingehend erklärt wurden, kann das eigentliche Forschungsgebiet dieser Arbeit erschlossen werden. Supply Chain Controlling als sehr junges Forschungsgebiet verfolgt ganz allgemein das Ziel, die Aktivitäten im Rahmen des Supply Chain Management zielgerichtet zu leiten – und das mit Werkzeugen, die den Anforderungen des Supply Chain Management Rechnung tragen (vgl. dazu die rationalitätsorientierte Controlling-Konzeption in Abschnitt 2.1.2.3). Hier wird im Detail auf die Anforderungen und Aufgaben des Supply Chain Controlling eingegangen.

In [OtSt2003] werden die Aufgaben des Supply Chain Controlling in zwei Blöcke unterteilt. Einerseits soll Supply Chain Controlling das „Supply Chain Management initiieren und durchsetzen“ [OtSt2003] und andererseits im Rahmen der unternehmensübergreifenden Kooperation die „laufende interorganisationale Entscheidungsfindung [...] unterstützen“ [OtSt2003].

2.4.1 Aufgaben des Supply Chain Controlling

Ersterer Punkt – die Initiierung und Durchsetzung von Supply Chain Management zielt darauf ab, zu Beginn eines Supply Chain Management Projekts die Informationen und Tools zur Verfügung zu stellen, die die Kalkulation des zu erwartenden *Nettonutzens* der Initiative ermöglichen. Hier kommt einerseits der Effekt zum Tragen, dass Projekte, über die ein breites Informationsmaterial vorliegt eher umgesetzt und beauftragt werden, andererseits sind gerade Supply Chain Projekte wegen ihres höheren Risikos, ihrer Neuartigkeit und ihres höheren Impacts ausgiebig zu rechtfertigen und zu argumentieren. Der Nettonutzen einer Supply Chain Initiative macht es unbedingt notwendig, den *Wert* von Aktivitäten im *Netzwerkkontext* zu erheben und zu bewerten. Die Durchsetzung von Supply Chain Management in Unternehmensnetzwerken ist in höchstem Maße von *Anreizsystemen* abhängig, die sich wiederum im Controlling mit seinen Planungs-, Kontroll- und Informationssystemen manifestieren.

Die Unterstützung der laufenden Entscheidungsfindung fordert – zusätzlich zu den gerade beschriebenen Punkten – einige weitere, die ein gemeinsam strategisches und koordiniertes Handeln ermöglichen sollen. Die Informationsbasis für das Management muss aufgebaut und gepflegt werden (*Scorecard Keeping*; vgl. [OtSt2003]). Das setzt voraus, dass ein gemeinsames Prozessverständnis mitsamt den zugehörigen Performancemetriken und Kennzahlensystemen (Kosten-, Erlös- und Leistungskennzahlen; vgl. [Webe2002]) aufgebaut wird. Dabei ist die Messung der Performance umfassend auf die *strategischen Erfolgsdimensionen* des Unternehmensnetzwerkes auszurichten und geht über rein finanzielle Aspekte hinaus. Das gemeinsame Prozess- und Performanceverständnis ist die Grundlage für die durchgängige *Transparenz* in der Supply Chain und macht es insbesondere nötig, dass die Informationsbestände in den Teilnehmerorganisationen integriert werden,

indem sie synchronisiert und im Bedarfsfall ergänzt werden (vgl. [Webe2002]). Der Informationsaustausch macht dabei teilweise vor vertraulichen Daten nicht halt. Wichtig sind im Netzwerkkontext auch die Bewertung und der Aufbau von Vertrauen und Kooperationsbeziehungen (*Kooperationscontrolling*), um eine verbesserte Abstimmung der Abläufe und eine Minimierung von Opportunitätsspielräumen zu erreichen. Die Einbindung in Supply Chains erfordert natürlich auch die Veränderung von Strukturen und Prozessen. Supply Chain Controlling soll hier zielgerichtet Aufschluss darüber geben, *wo* und *wie* diese Veränderungen herbeizuführen sind. Ein weiterer wichtiger Aspekt ist, den viel zitierten Nettonutzen, der durch die gemeinsamen Anstrengungen im Supply Chain Projekt generiert wird, gerecht auf die partizipierenden Unternehmen zu verteilen. Die Kosten, die zur Lukrierung solcher Benefits entstehen, fallen bei den Teilnehmern nämlich in unterschiedlich hohem Maße an.

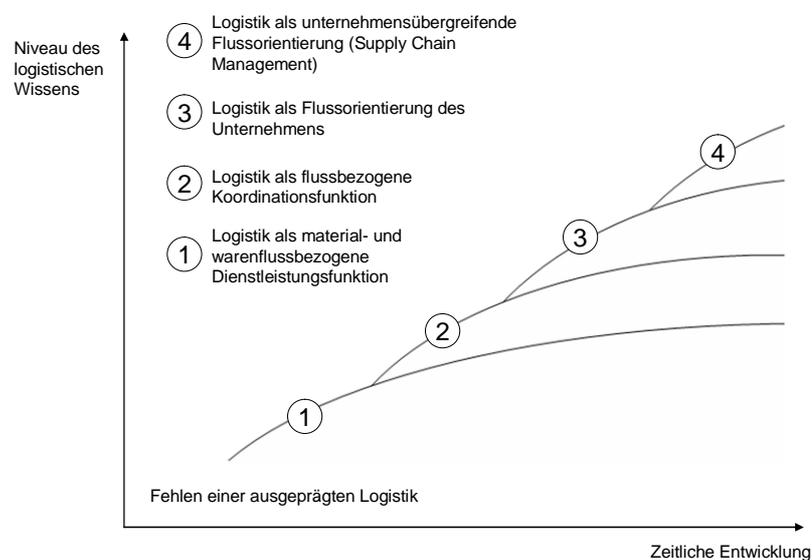


Abb.2.29: Entwicklungsstufen der Logistik (vgl. [Webe2002])

Es stellt sich die Frage der Abgrenzung des Supply Chain Controlling zum Logistik Controlling im „traditionellen“ Sinn. Betrachtet man Logistik Controlling, so stehen hier die innerbetrieblichen Prozesse eines Unternehmens im Vordergrund. Es lassen sich drei aufeinander aufbauende Entwicklungsstufen abgrenzen (vgl. [Webe2002]):

- TUL-Controlling: Messen und Verbessern der Transport-, Umschlags- und Lagerungsaktivitäten im Unternehmen.
- Koordinationsbezogenes Logistik Controlling: Integrierte Betrachtungsweise der Kosten-, Erlös- und Leistungsinformationen über alle funktionale Bereiche des Unternehmens hinweg.
- Flussbezogenes Logistik Controlling: Darüber hinaus Betrachtung der Schnittstellen des Unternehmens nach außen.

Demgegenüber behandelt Supply Chain Controlling eben das Controlling von Unternehmensnetzwerken und geht damit einerseits einen Schritt weiter als das flussorientierte Logistik Controlling, ist allerdings auch von den „gemachten Hausaufgaben“ desselben abhängig. Die wesentlichen Unterschiede zwischen den beiden sind damit primär in ihren unterschiedlichen Aufgaben durch die Netzwerk- bzw. Unternehmensperspektive gegeben.

In [Bach2004] werden – ausgehend von den Könnens- und Wollendefiziten (vgl. Abschnitt 2.1.2.3 zur rationalitätsorientierten Controlling Konzeption) – Aufgaben

des Supply Chain Controlling abgeleitet. Seitens des Wollens lässt sich die Aufgabe der *Etablierung eines Prozesses zur Strategiefindung* samt *Überwachung der Zielerreichung* abgrenzen, um die an einer Supply Chain beteiligten Partner „an einem Strang ziehen“ zu lassen. Darüber hinaus ist die Berücksichtigung „beziehungsrelevanter Faktoren“ [Bach2004] explizit ins Controlling aufzunehmen. Um dem Rationalitätsverlust durch Könnensdefizite entgegenwirken zu können, muss *unternehmensübergreifende Prozesstransparenz* und somit das notwendige einheitliche Verständnis der Supply Chain ermöglicht werden. Weiters müssen Kosten- und Erlöswirkungen von Initiativen der Supply Chain Partner und die relevanten Kosten- und Leistungstreiber *quantifiziert* werden. Schließlich müssen relevante *Kennzahlen ermittelt und einheitlich definiert* werden.

2.4.2 Stand der Theorie zum Supply Chain Controlling

Hier soll der Stand der Forschung zum Supply Chain Controlling und die Beleuchtung der aktuellen Konzepte in diesem Bereich aus wissenschaftlicher Sicht erfolgen. Diese sind im wesentlichen [OtSt2003] - teilweise [Webe2002] - entnommen, wo genau diese Frage eingehend behandelt worden ist. Essentiell für die folgenden Ausführungen ist, dass sie den konzeptionellen Anforderungsrahmen für das in dieser Arbeit präsentierte Controllingkonzept darstellen. Folgende Punkte fassen den Stand der Theorie zum Supply Chain Controlling zusammen:

- **Theoriefundierung:** „Nicht-Controller“ dominieren das Supply Chain Controlling. Die bisherigen Konzepte, die dem Supply Chain Controlling zuzuordnen sind, sind bis auf wenige Ausnahmen von Autoren entwickelt worden, die aus anderen Bereichen als dem Controlling kommen. Damit besteht seitens des Controllings der Bedarf, das Gebiet des Supply Chain Controlling für sich zu erschließen. Seitens des Supply Chain Controlling besteht hier das Potential, sich „State of the Art“ des generischen Controlling zunutze zu machen. „Ein umfassender Rückgriff auf die konzeptionellen Grundlagen etablierter Nachbargebiete findet sich jedoch beim Supply Chain Controlling kaum“ [OtSt2003]. Somit scheint es notwendig, Beiträge im Bereich des Supply Chain Controlling theoretisch im Controlling zu verankern.
- **Zweckfrage:** Es stellt sich die Frage, welchen Zweck Supply Chain Controlling verfolgen sollte. Die verschiedenen Ansätze im Controlling (siehe dazu Abschnitt 2.1) sind hier gegeneinander abzuwägen, wobei zu bemerken ist, dass in der aktuellen Forschung der rationalitätsorientierte Ansatz dominiert.
- **Bezug zum Supply Chain Management:** Das Forschungsgebiet des Supply Chain Management befindet sich in einem sehr jungen Stadium der Entwicklung, was sich in einer wenig ausgeprägten theoretischen Fundierung niederschlägt. Für das Supply Chain Controlling aber wiederum ist es wichtig, die Zielgrößen des Supply Chain Management flächendeckend in die eigene Theorie einzubeziehen. Somit gilt es, das Wechselspiel zwischen diesen beiden Disziplinen stets im Auge zu behalten.
- **Materielles Controllingverständnis:** „Materielles Controlling befasst sich [...] mit dem Aufdecken der ‚Theory in Use‘“ [OtSt2003]. Dem Supply Chain Controlling kommt die Aufgabe zu, die *Kausalketten* in den im Supply Chain Management erzeugten Strukturen und Abläufen aufzudecken und kritisch zu hinterfragen. Im Supply Chain Management existieren noch keine hinlänglich akzeptierten Kausalketten und somit besteht hier seitens des Supply Chain Controlling die Möglichkeit, diese Entwicklung anzustoßen. In der aktuellen Theorie werden zumeist bestehende Konzepte versucht, für das Supply Chain Controlling nutzbar zu machen

(wie beispielsweise die Balanced Scorecard). Hier gilt es, die „Qualität der Forschung zum Supply Chain Controlling über solche Transferaussagen hinauszubringen“[OtSt2003].

- Methodisch-instrumentelle Konzepte: Die bestehenden Ansätze zum Supply Chain Controlling gehen kaum über einzelne Instrumente hinaus. Neue Entwicklungen sollen in einen theoretischen Rahmen eingebettet werden, um integrativen Anspruch erheben zu dürfen.

„Bislang gibt es im deutschen Sprachraum nur wenige wissenschaftliche Beiträge, die sich mit dem Supply Chain Controlling (SCC) befassen. So behandeln die meisten Beiträge das SCC entweder sehr allgemein oder lediglich ausgewählte Instrumente. Im anglo-amerikanischen Raum wird das Thema so gut wie gar nicht behandelt. [...] einer direkten Übertragung bekannter Controllingkonzeptionen auf das SCM [sind] insofern Grenzen gesetzt, als diese unternehmensintern ausgerichtet sind und somit erst an die unternehmensübergreifenden Strukturen eines SCM angepasst werden müssen. Zudem müssen sie Faktoren integrieren, die Aussagen über Komplexität, Qualität und Intensität einer unternehmensübergreifenden Kooperation geben können. [...] Des Weiteren müssen die für die Supply Chain wesentlichen Kosten-, Leistungs- und Erlösdaten der innerbetrieblichen Logistiksysteme aller Partner synchronisiert und ergänzt werden. [...] Zu den ‚normalen‘ Kennzahlen wie Kosten-, Erlös- und Leistungsdaten einer unternehmensübergreifenden Supply Chain muß das SCC noch Kennzahlen zur Ermittlung der Intensität der Kooperation der beteiligten Partner ermitteln.“[Pfoh2004].

2.4.3 Stand der Praxis zum Supply Chain Controlling

In der Praxis des Supply Chain Controlling zeigt sich ebenfalls die methodisch-instrumentelle Ausrichtung. Die Methoden, die in der Praxis Verwendung finden, sind zumeist bestehende und angepasste Konzepte aus der bestehenden Controlling Theorie. Vereinzelt finden sich speziell auf das Supply Chain Controlling zugeschnittene Instrumente, wie beispielsweise Supply Chain Maps, welche im nächsten Abschnitt noch eingehend behandelt werden. Aus Sicht der Wissenschaft lassen die praktischen Konzepte im Supply Chain Controlling die *rationalitätsorientierte* Unterstützung des Supply Chain Management vermissen. Dabei sind hier die spezifischen Problemstellungen wie Macht- und Informationsasymmetrien gesondert zu berücksichtigen.

Ein höchst relevantes Problem in der Praxis ist darüber hinaus die *Institutionalisierung* des Supply Chain Controlling, weil hier die Frage aufkommt, wie ebendies in Unternehmensnetzwerken zu verankern ist. Hier lassen sich Lösungen im gesamten Spektrum zwischen dezentralen und zentralen Architekturen ansiedeln.

2.4.4 Aktuelle Instrumente zum Supply Chain Controlling

Nachdem nun von der Theorie der Unternehmensnetzwerke und des Supply Chain Management als auch von der Controllingtheorie ausgehend der Bezugsrahmen für das Supply Chain Controlling erarbeitet worden ist und auch auf den Stand der Wissenschaft und Praxis zu diesem Thema eingegangen worden ist, sollen nun Instrumente des Supply Chain Controlling vorgestellt werden. Wie bereits im Abschnitt zum Stand des Supply Chain Controlling erläutert, sind bestehende

Instrumente des SCC vornehmlich Modelle aus anderen Teilgebieten der Betriebswirtschaft, die zum Zwecke des SCC abgewandelt wurden. Ziel ist es, einen Überblick zu gewinnen, „wie Supply Chain Controlling aktuell betrieben wird“ um daraus induktiv abzuleiten, was Anforderungen an ein Controlling Konzept für Supply Chains sind.

2.4.4.1 Die Balanced Scorecard für das Supply Chain Controlling

Die Balanced Scorecard ist ein Instrument des strategischen Managements, das sowohl in der Forschung als auch in der Praxis großes Interesse gefunden hat (vgl. [Nehe2003], [Pise2004], [Erdm2003]). Sie erweitert die klassischen monetären Ergebnisziele um nicht-monetäre Größen und ermöglicht so die Strategieformulierung und –Umsetzung unter Bezugnahme auf sämtliche Werttreiber im Unternehmen. Diese werden durch vier *Perspektiven* auf das Unternehmen umgesetzt, wobei jede dieser vier Perspektiven um die sieben Messgrößen enthalten soll. Die vier Perspektiven sind die Innovations-, die interne Prozess-, die Kunden- und die Finanzperspektive.

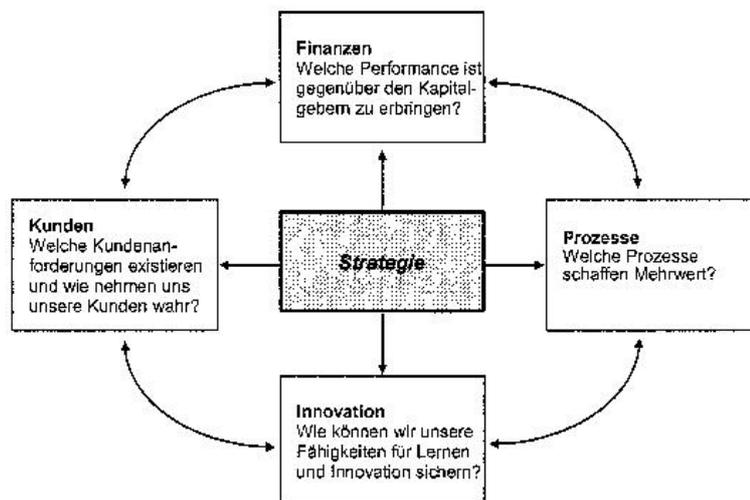


Abb.2.30: Die Balanced Scorecard

Die einzelnen Perspektiven stehen – beginnend von der Innovationsperspektive – in Ursache-Wirkungszusammenhang. So werden die strategischen Erfolgsfaktoren für die Ergebnisziele in einen Zusammenhang gebracht. Dieser Controlling Ansatz geht über andere finanziell orientierte Konzepte hinaus und versorgt das Management mit konzeptioneller Information zum Aufbau eines einheitlichen Geschäftsverständnisses und zur kollektiven Hypothesenbildung.

Pro Perspektive werden strategische Ziele von der Unternehmensführung formuliert, die einen noch relativ abstrakten Charakter haben. Davon ausgehend werden geeignete Messgrößen definiert, die die Zielerreichungsmessung und Steuerung ermöglichen. Für diese Messgrößen werden nun Zielgrößen vorgegeben, die durch strategische Initiativen als konkrete Maßnahmen erreicht werden sollen.

Die Balanced Scorecard wurde für die Problemstellung des Supply Chain Controlling weiterentwickelt (vgl. [StHK2001]). Ein Ansatz schlägt die Anpassung der Perspektiven vor. Dabei werden die Werttreiber fünf Bereichen zugeordnet:

- Finanzen: diese stellen die „klassischen“ Ergebnisziele dar.

- Kunden: hier kommen Faktoren wie die Rentabilität des Kunden oder die Komplexität der Kundenbeziehung zum Tragen.
- Prozesse: hier stehen die logistischen Prozesse mitsamt deren Ziel-Tradeoffs (vgl. Abschnitt 2.3.2) im Mittelpunkt der Betrachtung.
- Lernen und Entwicklung: hier wird das intellektuelle Kapital in der Supply Chain und das kulturelle Commitment zum Supply Chain Management gemessen.
- Lieferanten: analog zur Kundenperspektive werden hier die logistisch-prozessualen Aspekte der Lieferantenbeziehungen betrachtet.

In der Konzeption von Supply Chain Balanced Scorecards ist die Unterscheidung in die Supply Chain Ebene und die unternehmensindividuelle Ebene vorgesehen. Das bedeutet, dass innerhalb einer Supply Chain mehrere Balanced Scorecard für die teilnehmenden Unternehmen existieren können. Darüber existiert eine Balanced Scorecard für die gesamte Supply Chain. Diese können jeweils unterschiedlich ausgestaltet sein, müssen allerdings mit der Supply Chain Balanced Scorecard logisch verknüpft werden.

Ein anderer Ansatz einer Supply Chain Balanced Scorecard (vgl. [WeBG2002]) greift neben der finanziellen und der Prozessperspektive die Perspektiven der Kooperationsqualität und der Kooperationsintensität heraus. Die finanzielle Perspektive dient hier wiederum dem Controlling der Ergebnisziele. Die Prozessperspektive hat hier die zentrale Bedeutung der unternehmensübergreifenden Flussorientierung (und zielt somit auf die logistischen Prozesse samt deren Zielsystemen ab; vgl. Abschnitt 2.3.2). Die hier neu eingeführten Perspektiven sind die Kooperationsintensität und die Kooperationsqualität. Erstere misst die „harten“ Faktoren der Kooperation wie beispielsweise den Umfang des ausgetauschten Datenvolumens, während letztere die „weichen“ Faktoren wie die Zufriedenheit oder das Vertrauen betrachtet. Die Kundenperspektive wird hier auf Supply Chain Ebene ausgespart, weil – so die Argumentation (vgl. [WeBG2002]) – diese durch das Unternehmen mit Endkundenkontakt in der unternehmenseigenen Balanced Scorecard abgedeckt wird. Die Lern- und Entwicklungs- bzw. Innovationsperspektive wird ebenfalls auf Unternehmensebene implementiert und ist ein Treiber für die unternehmensübergreifende Prozess- und Kooperationsperspektiven.

2.4.4.2 Kooperationscontrolling

Kooperationscontrolling zielt auf die Messung der Performance der Beziehungen zwischen den Subsystemen einer Supply Chain ab und ist damit ein besonders wichtiger Bestandteil des Controllings von Supply Chains. Ein beträchtliches Anliegen des Kooperationscontrollings ist das Vertrauenscontrolling sowie das Beziehungscontrolling (vgl. [Webe2002]), die hier beide dem Kooperationscontrolling subsumiert werden. Ein Problem in diesem Bereich stellt die Tatsache dar, dass hier sehr stark subjektiv wahrgenommene Größen gemessen werden sollen. Die Metriken können in den meisten Fällen nur qualitativ definiert werden und müssen von Personen in regelmäßigen Zeitintervallen bewertet werden. In [Webe2004] werden einige Instrumente zum Kooperationscontrolling vorgestellt.

Grundlegend für diese Instrumente sind die *beziehungsspezifischen Faktoren zur Partnerbeurteilung* (vgl. [Webe2004]). Diese sind:

- Zuverlässigkeit: Diese stellt die Vorhersehbarkeit des Verhaltens eines Lieferanten gegenüber seinem Partner und das Einhalten der getroffenen Abmachungen dar.
- Kompetenz: Diese umfasst sowohl die fachliche als auch die soziale Kompetenz.
- Reputation: Dieser Faktor zielt auf den Ruf des Partners ab.
- Loyalität: Hier wird betrachtet, ob ein Partner die eigenen Interessen im Falle von Krisenzeiten nicht verletzen würde.
- Verletzbarkeit: Dieser Faktor betrachtet, inwiefern durch eine Kooperation ein gegenseitiges Abhängigkeitsverhältnis (beispielsweise durch kooperationspezifische Investitionen oder den Austausch vertraulicher Information) entstehen könnte oder entstanden ist.

Diese Faktoren lassen sich recht kompakt in einer fünfstufigen Notenskala messen. Eine Möglichkeit, diese – zusammen mit anderen kooperationsrelevanten Faktoren – im Vorfeld einer Partnerschaft abzuklären, ist der *Wertechek* bei der Partnerauswahl. Dieser dient dazu, einmalig abschätzen zu können, ob eine Kooperation mit Risiken bezüglich der eigenen Reputation behaftet ist. Der Wertechek ist verhältnismäßig leicht durchzuführen, seine Aussagekräftigkeit ist jedoch beschränkt.

Um ein laufendes Monitoring einer Kooperation zu ermöglichen wird ein regelmäßiger beidseitiger *Beziehungsfragebogen* vorgeschlagen. Dabei werden Faktoren, die sich auf das Unternehmen selbst, als auch auf die Kooperation beziehen, regelmäßig von beiden Partnern bewertet. Um eine integrierte Abschätzung einer Menge von Wertmetriken und eine Ähnlichkeit errechnen zu können, wird in [Webe2004] die *Value Balance Card* vorgeschlagen. Diese basiert auf der Erhebung von Wertvorstellungen und deren Bewertung bezüglich der Wichtigkeit. Dem muss natürlich eine genaue Identifikation der relevanten Akteure vorangehen.

2.4.4.3 Supply Chain Maps

Supply Chain Maps (vgl. [Webe2002]) sind ein konzeptionelles Framework, um Strukturen einer Supply Chain für das Management transparent zu machen (*Prozessmapping*; vgl. [Bach2004]). Dabei wird hier die Supply Chain mit der Sicht eines einzelnen Unternehmens auf seine umliegenden Partnerorganisationen betrachtet. Eine Umsetzung dieses Konzepts bei *allen* (relevanten) Unternehmen in der Supply Chain führt dann zu einer gemeinsamen Modellvorstellung und Diskussionsgrundlage. Die Autoren dieses Modells zielen darauf ab, in Analogie zu einer Straßenkarte, die “Autobahnen” und “großen Bundesstrassen”, also die relevantesten Strukturen der Supply Chain herauszugreifen und darzustellen. Dabei ist auch hier eine ABC Analyse oder eine Filterung nach Material-, Produkt- oder Prozesskategorien anzuwenden (vgl. [GüTe2003] für ein breites Spektrum an quantitativen Methoden).

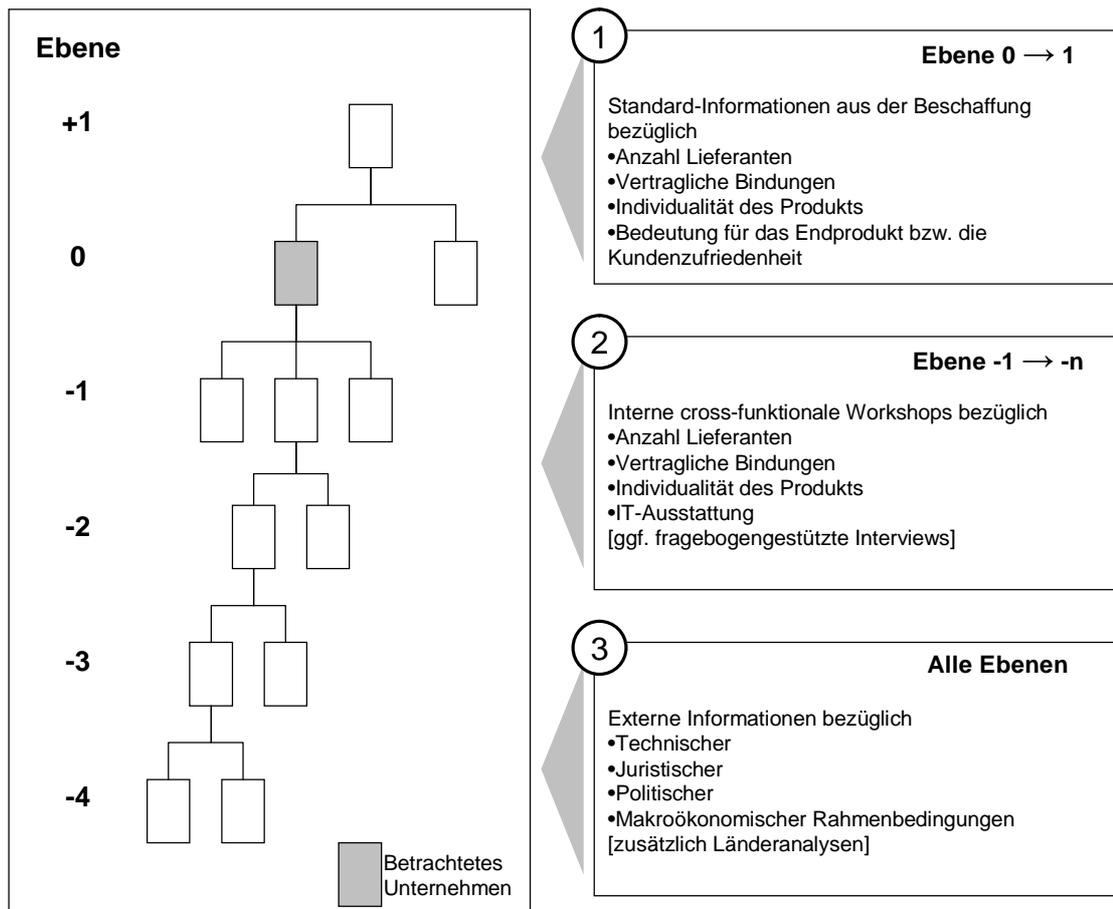


Abb.2.31: Supply Chain Map (vgl. [Webe2002])

Eine Supply Chain Map stellt die dem betrachteten Unternehmen vor- und nachgelagerten *Ebenen* der Wertschöpfungskette – also die Lieferanten und Kunden – dar. Dabei ist die *Ebene 0* die des fokussierten Unternehmens. Die nachgelagerten Ebenen werden mit +1, +2 usw. bezeichnet (wobei +1 die direkt nachgelagerte Wertschöpfungsstufe ist, +2 die übernächste Wertschöpfungsstufe) die direkt vorgelagerten analog mit -1, -2 usw. So kann die Analyse der Austauschbeziehung über theoretisch beliebig viele Ebenen hinweg durchgeführt werden. In der Praxis haben sich Analysen über mehr als 3 Ebenen jedoch als nicht mehr wirtschaftlich erwiesen. Zu den ABC- und kategoriefilterten Austauschverbindungen sind dann Informationen zusammenzutragen, wie beispielsweise die Anzahl der Kooperationspartner, die vertraglichen Bedingungen und Pflichten, die Austauschbarkeit bzw. Individualität des Produkts usw. Nicht zu vergessen sind IT Infrastruktur und Unternehmensstrategie. Auch externe Informationen wie politische und makroökonomische Rahmenbedingungen sollten erhoben werden. Dabei sind vor allem Methoden und Techniken nötig, um die vielen unstrukturierten Informationen, die in der Organisation zu diesem Thema vorhanden sind, in ein sinnvolles, konsistentes Raster zu fassen.

2.4.4.4 Beanspruchungs-Belastbarkeitsportfolio

Das *Beanspruchungs-Belastbarkeitsportfolio* (BBP) dient dazu, Schwachstellen bzw. Engpässe und andererseits logistische Potentiale in der Supply Chain identifizieren zu können (*Prozessmapping*; vgl. [Bach2004]). Grob werden die Beanspruchung und die Belastbarkeit von Punkten in der Supply Chain anhand einer Ordinalskala von 1 bis 5 (1 = trifft exakt zu; 5 = trifft überhaupt nicht zu) und Checklisten bewertet.

Danach kann man kritische Stellen in der Supply Chain und deren Stärken und Schwächen gegeneinander abwägen und dafür Normstrategien entwickeln.

Die Autoren des BBP haben die Kenngrößen von Beanspruchung und Belastbarkeit in jeweils Einflussfaktorgruppen gruppiert, die zur Erweiterung offen stehen. Auf Seiten der Beanspruchung sind diese die folgenden:

- Die *Dynamik* der Kette bezeichnet primär die Nachfrageschwankungen. Aber auch Transportzeitschwankungen u.a. sind hier denkbar.
- Die *Komplexität* bezieht sich auf die technische Komplexität des Produkts.
- Die *Macht* betrachtet die Möglichkeit auf andere Kooperationspartner auszuweichen, die wiederum von der technischen Individualität, rechtlichen Bedingungen usw., die sich allesamt in den so genannten *Switching Costs* niederschlagen, abhängen.
- Der Faktor *Distanzen* schließlich fasst geographische wie kulturelle Distanzen ins Auge.

Die Beanspruchungsseite des Modells wird als nicht durch direkt das Unternehmen veränderbar angesehen. Die Belastbarkeit steht hingegen im Einflussbereich des Unternehmens. Die Operationalisierung erfolgt hier durch wiederum vier Faktoren:

- Die *materialflussbezogene Robustheit* zielt auf die Prozessstabilität und – Kapazitäten ab.
- Die *informationsflussbezogene Robustheit* stellt die Integration der IT Systeme und die damit einhergehenden Möglichkeiten der Integration der Prozesse in den Mittelpunkt.
- Die *wirtschaftliche Stabilität* misst Einflussgrößen wie die Liquidität von Peers im Supply Chain Netz. Diese geben Aufschluss über mögliche Engpässe und Risiken.
- Schließlich wird auch das *Vertrauensniveau* in der Kette gemessen.

2.4.4.5 Risikocontrolling

Mit zunehmender Interaktion und damit Abhängigkeit von Unternehmen in einer Supply Chain müssen auch die Risikoaspekte von der unternehmensinternen Fokussierung um unternehmensübergreifende Aspekte erweitert werden. In der Theorie existieren hier einige Ansätze, die hier vorgestellt werden sollen. Risiken sollen hier definiert sein als Ereignisse, die eine Nicht-Erreichung der Ziele auf Unternehmens- oder Supply Chain Ebene bewirken können (vgl. [Kajü2003]). Risiken können grundlegend in interne und externe Risiken unterschieden werden, je nachdem, ob sie von innerhalb des Unternehmens oder von außerhalb kommen. Darüber hinaus kann man Risiken hinsichtlich ihrer Wirkung kategorisieren. *Kumulative Risiken* entfalten ihre vollen negativen Konsequenzen erst entlang der verschiedenen Ebenen der Supply Chain (im Sinne eines Domino Effekts). *Additive Risiken* verursachen nur in Verbindung mit dem Eintritt anderer Risiken einen Schaden. Schließlich sind *singuläre Risiken* lokal begrenzt und daher in der Regel wenig bedeutsam. Die Vorteile des Risikomanagements sind grundsätzlich die Erkennung von Schwachstellen im Netzwerk sowie die Bildung von Vertrauen (einhergehend mit Abbau von Informationsasymmetrien, Senkung der Transaktionskosten usw.).

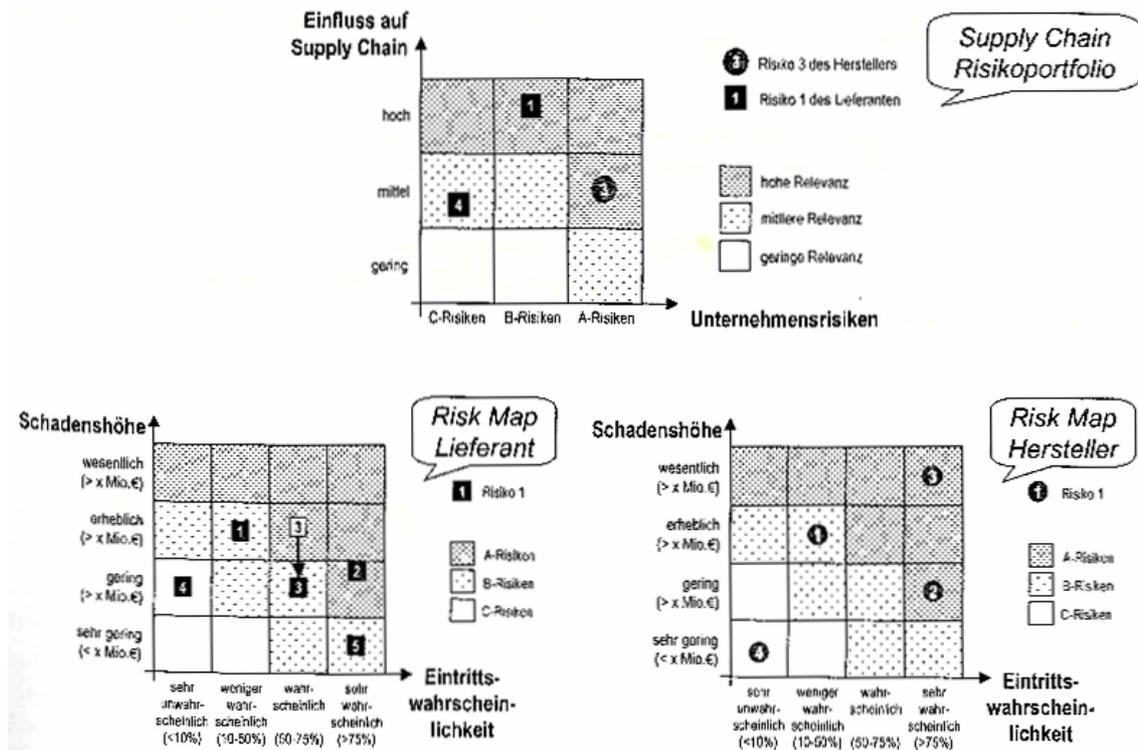


Abb.2.32: Riskmaps (vgl. [Kajü2003])

Risk Maps und Supply Chain Risikoportfolios stellen ein Instrument dar, das sowohl auf unternehmensinterner als auch – bei entsprechender Anpassung - auf unternehmensübergreifender Ebene verwendet werden kann. Risk Maps dienen grundsätzlich der Darstellung und Einordnung der identifizierten Risiken. Dabei werden die Schadenshöhe bei Eintritt und die Eintrittswahrscheinlichkeit in einem Koordinatensystem aufgetragen und so die Unterscheidung in A-, B- und C-Risiken ermöglicht. Diese Risk Maps werden auf Ebene der einzelnen Peers durchgeführt und können später zu Supply Chain Risikoportfolios aggregiert werden. Dabei werden die ABC-kategorisierten Risiken auf Unternehmensebene nach deren Einfluss (im Sinne eines potenziellen Schadens, bezogen auf die Supply Chain Leistungsfähigkeit) auf die gesamte Supply Chain unterteilt und ihnen so Relevanz zugeordnet. Dieses einfache Konzept ist natürlich wie die meisten Konzepte im Supply Chain Controlling von einem gewissen Maß an Standardisierung abhängig. Es müssen die Größen zur Herleitung und Messung des Risikos transparent sein. Risikomanagement baut somit auf den anderen Controlling Instrumenten auf und ermöglicht eine Form der Sensitivitätsanalyse des Gesamtsystems. Der Risikogesichtspunkt soll somit in sinnvoller Weise in die Instrumente eingebaut werden und soll nicht entbunden davon behandelt werden.

2.4.4.6 Wertschöpfungsmessung

Das in [Möll2003] vorgestellte Modell der Wertschöpfungsmessung in Supply Chain Netzwerken (Supply Chain Network Value Added; SCNVA) teilt dem Supply Chain Management vier Gestaltungs- bzw. Aufgabenfelder zu (vgl. Abschnitt 2.3.2 zu einer detaillierten Übersicht über die Aufgaben des Supply Chain Management). Diese sind das Kooperations-, das Produkt-/Prozess-, das Technologie- und das Organisationsmanagement. Das Modell zielt darauf ab, die Auswirkungen von

Initiativen in der Supply Chain ex-post und ex-ante besser nachvollziehbar zu machen (Ursache-Wirkungs-Zusammenhang).

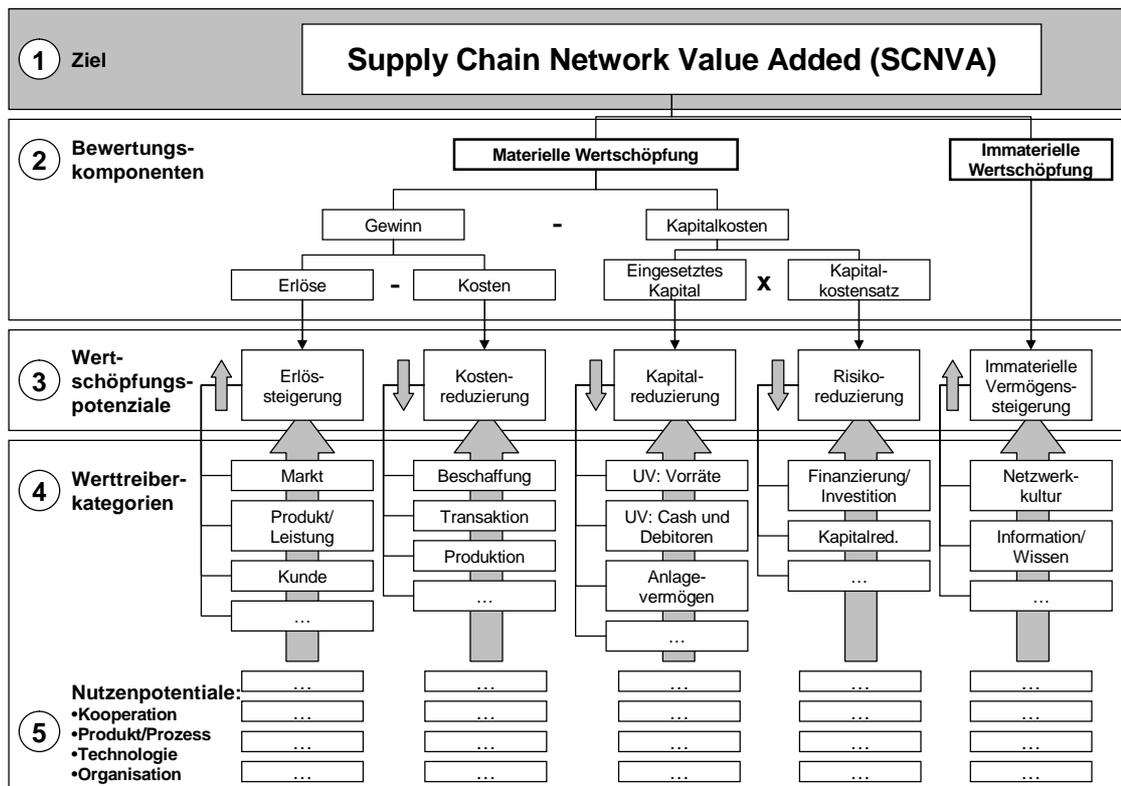


Abb.2.33: Supply Chain Network Value Added (vgl. [Möll2003])

Das Modell ist in fünf Ebenen unterteilt (siehe Abbildung 2.33). Die oberste Ebene stellt den Supply Chain Network Value Added als primäre Zielgröße dar. Auf der zweiten Ebene werden die beiden Werttreiberkategorien auf den SCVNA – nämlich materielle und immaterielle - unterschieden. Ersterer wird schlicht auf eine Gewinngleichung herunter gebrochen, um die grundlegenden Erfolgsgrößen herauszustellen. In der nächsten Ebene 3 werden durch weitere Verfeinerung die fünf Wertschöpfungspotenziale in der Supply Chain identifiziert. Diese sind:

- Erlössteigerung
- Kostenreduzierung
- Kapitalreduzierung
- Risikoreduzierung
- Steigerung des immateriellen Vermögenswerts

In der 4. Ebene werden daraufhin die Werttreiberkategorien eingebracht. In der fünften Ebene schließlich werden die Werttreiber mit den oben abgegrenzten Aufgabenfeldern – den Nutzenpotenzialen – verknüpft (Wert-/Nutzenpotenzialmatrix; vgl. [Möll2003]), um hier Ansatzpunkte zur Verbesserung der Supply Chain Performance aufzuzeigen.

Das Problem des schwer messbaren Einflusses von immateriellen Vermögenswerten auf das Finanzergebnis wird in diesem Modell nicht gelöst. Es geht vielmehr darum, die Einflussfaktoren in nichtmonetärer oder qualitativer Weise zu ermitteln, zu kategorisieren und zu messen. Zur Messung der Kommunikationskultur in der Supply Chain kann man auf Instrumente des Kooperationscontrollings zurückgreifen.

2.4.4.7 Selektive Kennzahlen

Das Instrument der *selektiven Kennzahlen* (vgl. [Webe2002], [Bach2004]) stellt ein *interaktives* Informationssystem dar. Dabei ist die konsequente Verdichtung der Information ein wesentlicher Erfolgsfaktor. Es sind dabei drei bis vier Kennzahlen aus dem strategischen und dem operativen Bereich zu bilden, die sich auf die Engpässe der Supply Chain richten müssen, um diese ins Zentrum der Betrachtung zu rücken. Es misst die *strategische Perspektive* die Erfüllung der strategischen Anforderungen, während die unterhalb angeordnete *operative Perspektive* auf die „potentiellen operativen Engpassbereiche“ [Bach2004] abzielt. Ein essentieller Bestandteil des Instruments der selektiven Kennzahlen ist deren regelmäßige Anpassung. Operative Kennzahlen werden dabei einer häufigeren Änderung unterworfen sein, als die naturgemäß langfristiger ausgelegten strategischen. So ist gewährleistet, dass stets die tatsächlich relevanten Engpässe im Fokus stehen.

	Strategische Kennzahlen	Operative Kennzahlen
1. Supply Chain Ebene	<ul style="list-style-type: none"> •Gesamtdurchlaufzeit der Supply Chain •Gesamtkosten der Supply Chain •Time to Market •Anteil auftragsbezogener Fertigung (BTO) 	<ul style="list-style-type: none"> •Cash to Cash Cycle Time •Anzahl der Schnittstellen zwischen allen Unternehmen •Lieferflexibilität der gesamten Supply Chain •Anzahl Kundenkontaktstellen
2. Relationale Ebene	<ul style="list-style-type: none"> •Durchschnittliche Lagerbestände •Durchschnittliche Lieferzeit •Qualitätsindex für Lieferant •ABC-Einstufung 	<ul style="list-style-type: none"> •Durchschnittliche Lieferzeit •Cash to Cash Cycle Time •Durchschnittliche Kosten pro Bestellung •Variabilität der Sendungsgröße
3. Unternehmens-ebene	<ul style="list-style-type: none"> •Gesamtdurchlaufzeit im einzelnen Unternehmen •Durchschnittliche Logistikkosten pro Einheit •Anzahl der "lebenden" Produkte •Kapitalbindungskosten 	<ul style="list-style-type: none"> •Mitarbeiteranzahl im Versand •Verfügbarkeit der automatischen Hochregallagers •Fehlerrate pro Kommissioniervorgang •Aufträge pro Tag

Abb.2.34: Ebenen selektiver Kennzahlen (vgl. [Webe2002])

Darüber hinaus kann die Kennzahlenbildung in mehreren Ebenen vorgenommen werden. So sind einerseits Kennzahlen für die gesamte Supply Chain zu bilden. Weiters müssen die Beziehungen zwischen zwei einzelnen Unternehmen ebenfalls mit Kennzahlen versehen werden (relationale Ebene). Schließlich ist die Kennzahlenbildung auf der Ebene eines einzelnen Unternehmens vorzunehmen. Veranschaulicht wird so ein System in Abbildung 2.34.

2.4.4.8 Target Costing im Supply Chain Management

Das Instrument des Target Costing wurde ebenfalls auf die Anforderungen des Supply Chain Management angepasst (vgl. [SeSf2002], [Gold2002]). Dabei wurden in hier beschriebenen Ansatz speziell die in [Seur2001] entwickelten Kostendimensionen mit eingebracht. Dabei besteht traditionelles Target Costing aus den folgenden drei Schritten:

- **Market-driven costing:** Hier werden ausgehend von den Kundenbedürfnissen die maximal erzielbaren Preise und die geplanten Gewinne analysiert und festgesetzt.
- **Product-level target costing:** Nun werden die erlaubten Kosten (aus dem vorherigen Schritt) mit den momentanen Produktkosten und –technologien verglichen und Kostensenkungsmaßnahmen entwickelt.

- **Component-level target costing:** Für die einzelnen Komponenten werden schließlich ebenfalls Zielkosten bestimmt und diese an die Zulieferer weitergegeben. Die in [SeSf2002] vorgeschlagene Erweiterung des Target Costing Konzepts fügt dem Modell – neben dem Produkt-level target costing – auch ein Process-level target costing und ein Transaction-level target costing hinzu, um die Prozess- und die Transaktionskosten ebenfalls einzubringen (gemäß den Kostenebenen in [Seur2001]). Diese drei Dimensionen des Target Costing stehen miteinander insofern in Zusammenhang, als dass Verbesserungen in einem Bereich Verschlechterungen in einem anderen bewirken können. In [SeSf2002] wird daher hervorgehoben, dass der Aufbau einer langfristigen Beziehung zwischen den Kooperationspartnern notwendig ist, um hier kurzfristig negative Auswirkungen auf die Kostenstruktur überbrücken zu können.

3. Data Warehousing

Dieses Kapitel führt in die Technologie des Data Warehousing (DWH) ein. Dabei wird zu Beginn ein Überblick über die Komponenten, Architekturen und die technischen Methoden gegeben. Danach wird ausführlicher auf das multidimensionale Datenmodell und Online Analytical Processing (OLAP) eingegangen. Auch die Modellierung eines Data Warehouse Systems stellt einen Schwerpunkt dieses Abschnitts dar, da diese den Kern für die vorliegende Arbeit bildet. Abschließend wird zur Ergänzung erläutert, wie sich aus fachkonzeptionellen Informationsmodellen DV-spezifische Modelle ableiten lassen. Es wird einerseits das Ziel verfolgt, dem Leser eine Einführung ins Data Warehousing zu geben, andererseits soll der theoretische Rahmen für die Spezifikation der Anforderungen an das zu entwickelnde Referenzmodell gegeben werden.

3.1 Grundlagen

„Unter einem *Data Warehouse* versteht man ein System, das unternehmensübergreifend die Daten aus den operativen Einzelsystemen zusammenführt, integriert und für Analysezwecke aufbereitet“ [Heue2001] In [Inmo2002] wird folgende Definition gegeben: „a data warehouse is a subject oriented, integrated, non-volatile, and time variant collection of data in support of management’s decisions.“ Mit einem Data Warehouse bzw. einer Data Warehouse Architektur versucht man also, der Heterogenität aktueller IT-Infrastrukturen Herr zu werden und die verschiedenen Systemzustände über die Zeit hinweg festzuhalten, um sie einer späteren Analyse zugänglich zu machen.

Wie in der obigen Definition beschrieben zeichnet sich ein Data Warehouse somit im Kern durch folgende Eigenschaften aus (vgl. [BaGü2004]):

- **Fachorientierung:** Die Datenbasis in einem DWH existiert nicht zum Selbstzweck der Verwaltung der Daten, sondern dient der Modellierung eines spezifischen Anwendungsziels.
- **Integrierte Datenbasis:** Die Daten werden beim Laden in das DWH aus mehreren Datenbanken integriert.
- **Nicht flüchtige Datenbasis:** Daten, die einmal in das DWH eingebracht wurden, werden nicht mehr verändert.
- **Historische Daten:** Die Daten im DWH werden mit Zeitstempeln versehen, sodass die Veränderung eines Objekts über die Zeit hinweg beobachtet werden kann.

3.1.1 Problemstellung

Analytische Abfragen von Datenbeständen sind ein fester Bestandteil des betrieblichen Handelns. Um dies zu bewerkstelligen bietet es sich verhängnisvollerweise an, in die bestehende Infrastruktur „willkürlich“ Systemkomponenten einzubinden (in [Inmo2002] als *extract programs* bezeichnet), die basierend auf Daten in OLTP Systemen durch Transformation, Verdichtung und Kopieren Analyse- und Reportingfunktionalität zur Verfügung stellen. In beliebig vielen Schritten können dabei wiederum Abfragen auf OLTP Systeme oder Analysesystemen gefahren werden.

Diese zunehmende, unkontrolliert vor sich gehende Entwicklung solcher Systeme führt dabei zu einer unverhältnismäßig komplexen und schwer managbaren Systemstruktur. [Inmo2002] prägt dazu den Begriff der *naturally evolving architecture*. Basierend auf bestimmten Datenbeständen werden neue Datenbestände kreiert, die wiederum Basis für neue Datenbestände sind usw. Eine auf diese Weise gewachsene Systemstruktur bringt eine Reihe von Problemen mit sich. Das wohl deutlichste ist, dass die Semantik der Daten über die vielen Stufen hinweg verzerrt wird. Das kann zu fälschlicherweise abweichenden Ergebnissen an unterschiedlichen Stellen im System führen. Gründe dafür sind beispielsweise die fehlende Standardisierung der Zeitdimension in den verschiedenen Datenbeständen und die unterschiedlichen Datenmodelle, die den Daten zu Grunde liegen. Auch die ungleichen Berechnungsvorschriften bei der Transformation und Verdichtung der Daten ist ein Grund für Inkonsistenzen. Ein daraus erwachsendes Problem ist das der zunehmend aufwendigeren und komplexeren Handhabbarkeit der gesamten Daten. Stehen beispielsweise Datenanalysen über die gesamte Organisation hinweg an oder gilt es, die Datenbestände auch nur teilweise zu konsolidieren und zu integrieren, steigt der Aufwand dafür überproportional an.

3.1.2 Architektur eines Data Warehouse

Folgendes Modell stellt eine Referenzarchitektur für ein Data Warehouse dar. Im Weiteren werden die einzelnen Komponenten und deren Funktionalität im Detail beschrieben. Dieses Modell dient als idealtypische Architektur, in einem tatsächlichen DWH System müssen nicht alle dargestellten Komponenten in dieser Anordnung zu finden sein.

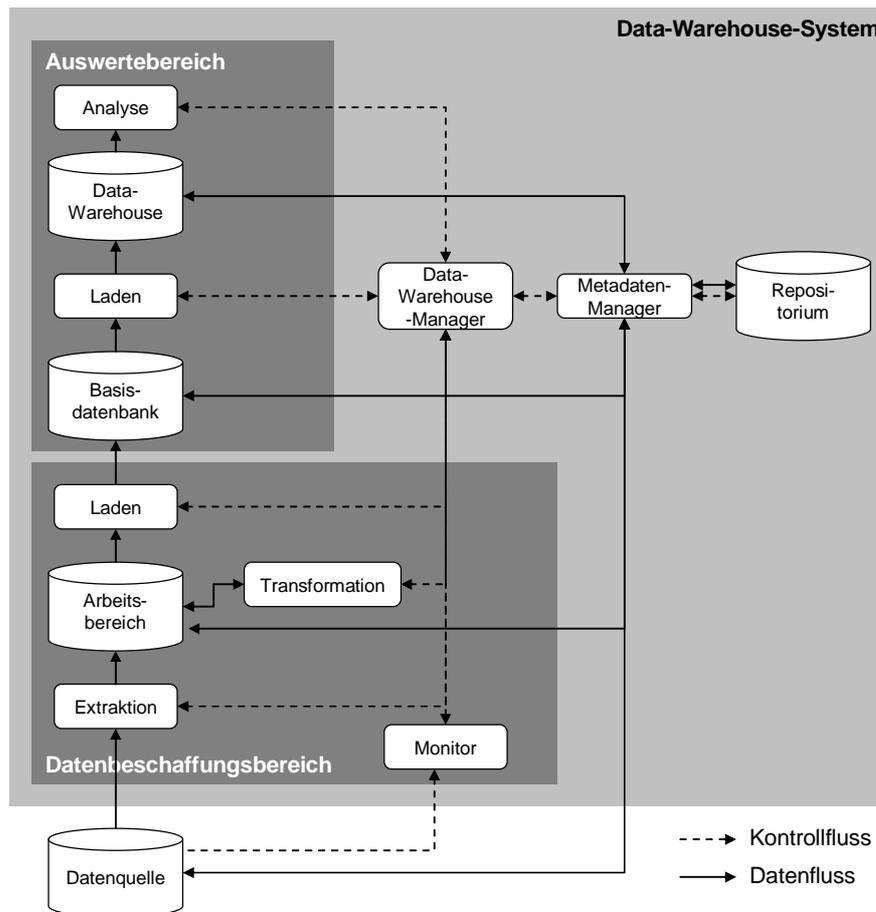


Abb.3.1: Referenzarchitektur im Data Warehousing (vgl. [BaGü2004])

Die zentrale Steuerungskomponente ist der *Data-Warehouse-Manager*. Er initiiert, steuert, koordiniert und überwacht die Prozesse im DWH. Das umfasst einerseits den ETL-Prozess (siehe Abschnitt 3.2) als auch die Analyse und Qualitätssicherung der Datenbestände. Dabei wird das Vorgehen des Data-Warehouse-Managers über die *Metadaten* im *Repository* konfiguriert. Eine wichtige Designentscheidung in diesem Zusammenhang ist zumeist, wann der ETL Prozess angestoßen werden soll, da dies ein zeit- und ressourcenaufwendiges Unterfangen ist. So bietet sich beispielsweise die Möglichkeit, in regelmäßigen Zeitintervallen mit der Extraktion zu beginnen. Alternativ dazu kann der ETL-Prozess aktiv werden, wenn die Datenbasis einen bestimmten Zustand erreicht.

Unter der Komponente *Datenquelle* sind „mehrere zu integrierende, meist heterogene, reale Datenquellen zu verstehen“ [BaGü2004]. Für das analyseorientierte Datenmodell auf DWH-Ebene sind innerhalb der Datenquelle die Punkte zu bestimmen, von denen aus die Information beschafft werden soll. Es muss dabei nicht erwähnt werden, dass die Datenquellen ein kritischer Teil einer jeden DWH Implementierung sind. Kriterien für die Auswahl der Datenquellen sind neben deren Inhalt außerdem die Qualität, die Verfügbarkeit (in technischer, aber auch in organisatorischer und rechtlicher Hinsicht) und der Preis der Daten. Ein wichtiges Unterscheidungskriterium ist hier die der *internen* und der *externen* Datenquellen. Letztere befinden sich außerhalb der eigenen Organisation und unterliegen damit nicht dem direkten Einfluss hinsichtlich Kosten, Qualität und Format. In Abschnitt 3.2 wird noch vertiefend auf die Probleme bei der Extraktion der Daten eingegangen.

Monitore dienen der direkten Überwachung der Datenquellen und der Protokollierung der Manipulationen derselben. Meist ist es zweckmäßig, jeder Datenquelle einen Monitor zuzuordnen, da die Datenbasis technisch sehr heterogen sein kann. Zur inkrementellen Extraktion der Daten werden verschiedene Monitoring Strategien angewandt, um Änderungen in den Daten punktgenau nachvollziehen zu können. So können – ausgehend vom DBMS der Datenquelle – mittels *Trigger* (vgl. [Heue2001], [KeEi2004]) Funktionen des Monitors aufgerufen werden. Des Weiteren können die Datenänderungen direkt durch Zeitstempel an den Tupeln oder anhand von Logdateien nachvollzogen werden.

Der *Arbeitsbereich* (in der englischen Literatur auch als *staging area* bezeichnet) als zentrale Komponente des *Datenbeschaffungsbereichs* dient vornehmlich der Zwischenspeicherung der Daten zur Transformation und Integration. Die Daten werden schlussendlich in die nächste Ebene geladen.

In der *Basisdatenbank* werden die Daten nach Abschluss des ETL Prozesses als integrierte, bereinigte Datenbasis gehalten. Hier kommt es noch nicht zu einer benutzerspezifischen Aufbereitung der Daten – Zweck ist die zentrale Verteilungsfunktion mit Anwendungsneutralität. Die Daten in der Basisdatenbank liegen in der feinsten Granularität und über den gesamten Zeithorizont hinweg vor.

Schlussendlich gelangen die Daten ins *Data Warehouse*. Hier werden die Daten aus der Basisdatenbank für spezifische Anwendungszwecke strukturell aufbereitet und orientieren sich hier schließlich ganz „an den *Analysebedürfnissen* des Anwenders“ [BaGü2004]. In der Literatur wird im Zusammenhang mit anwendungsspezifischen Data Warehouses auch oft von *Data Marts* gesprochen. Data Marts sind auf dem Datenbestand im Data Warehouse (bzw. auch direkt auf der Basisdatenbank) basierende, zumeist im Umfang kleinere und noch weiter verdichtete Analysedatenbanken. Die Abgrenzung zwischen Data Warehouses und Data Marts ist in der Literatur nicht ganz eindeutig definiert. Der zentrale Unterschied besteht zumeist im Datenumfang. Der Metadatenmanager und das Repositorium enthalten und verwalten die Metadaten, die für die Steuerung und Überwachung der Systemkomponenten notwendig sind. Auf diese wird in Abschnitt 3.1.5 genauer eingegangen.

3.1.3 Der Entwicklungsprozess eines DWH

Der Prozess für die Entwicklung eines Data Warehouse Systems unterscheidet sich in mancher Hinsicht von einem klassischen Softwareentwicklungsprozess. „Studien zeigen, dass der Erfolg von Data-Warehouse-Projekten vom gewählten Projektvorgehen abhängig sind“ [KeMW2001]. Die kritischen Erfolgsfaktoren und Unterschiede sollen in diesem Abschnitt herausgearbeitet werden. Exemplarisch wird überblickshaft das *Evolutionary Data Warehouse Engineering* Modell von PLAUT International Management Consulting vorgestellt. Die Erläuterungen zielen darauf ab, die evolutionäre Entwicklungsmethodik eines Data Warehouses klar zu machen, um ein Verständnis dafür herzustellen, wie ein Referenzmodell den Entwicklungsprozess unterstützen kann.

Softwareentwicklungsprozesse für operative Systeme verlaufen in Ihren Grundzügen in den Phasen Analyse, Design, Implementierung und Test. Dabei wird versucht, die Anforderungen an das System zu Beginn möglichst flächendeckend zu erfassen,

wobei in den verschiedenen Ansätzen natürlich auch die iterative Abarbeitung von Prozessphasen bzw. in begrenztem Maß auch der Rücksprung in eine frühere Phase möglich ist.

3.1.3.1 Klassische Ansätze

Für vornehmlich kleine Arbeitsgruppen eignet sich das *Wasserfallmodell* (vgl. [ZBGK2001]) zur Abwicklung von Softwareprojekten, in denen Arbeitsschritte relativ deutlich voneinander getrennt werden können und bei denen die Anforderungen keiner allzu großen Dynamik unterliegen. Die einzelnen Teilphasen eines Projekts werden durch Meilensteine abgeschlossen, die bei Erreichen einer Qualitätsprüfung unterzogen werden. Dies kann dann – bei Mängeln – die Wiederholung der Phase bewirken. „Im Laufe der Jahre hat sich eine Vielzahl von Modellen entwickelt, die alle unter dem Begriff des Wasserfallmodells subsumiert werden.“[KeMW2001]. Klar bei diesen Modellen ist, dass eine einmal abgeschlossene Phase und die damit erstellten Artefakte bei Eintritt in die folgende Phase nicht mehr verändert werden können und damit den realen Anforderungen entsprechen sollten.

Eine Herangehensweise, die das Projektrisiko minimieren und möglichst früh ein Feedback durch den Enduser erzeugen soll, ist das *Prototyping*. „Anhand von Prototypen können die Systemarchitektur, Anwenderschnittstellen und auch grundlegende Funktionen demonstriert und diskutiert werden.“[ZBGK2001] Dabei wird schon in sehr frühen Phasen ein benutzbares Softwaresystem erzeugt, das zwar beabsichtigt unvollständig ist aber die zukünftige Funktionalität über das User Interface illustriert. Dabei bauen Prototypen auf einer ersten „Sammlung fachlicher Anforderungen“[KeMW2001] auf. Der Prototyp und die Anforderungsanalyse werden dadurch stetig verfeinert und ausgebaut. Dabei können die Prototypen je nach Ansatz in das Produktivsystem eingebaut oder „weggeworfen“ werden (*evolutionary* und *throw-away* Prototypen; vgl. [Maci2001]).

Das *Spiralmodell* „kombiniert wesentliche Elemente des Wasserfallmodells und des Prototyping-Modells“[KeMW2001] und „trägt den möglichen Projektrisiken als erstes der beschriebenen Modelle Rechnung“[ZBGK2001]. Die im Modell definierten vier Phasen werden in ihrer Abfolge öfters durchlaufen, wobei die Ergebnisse der einzelnen Iterationen aufeinander aufbauen und zugleich die Möglichkeit besteht, von den Vorteilen des Prototyping zu profitieren. So bewegt man sich entlang der Spirale immer weiter nach außen.

3.1.3.2 Anforderungen bei der Entwicklung von DWH Systemen

Die bisher beschriebenen Ansätze haben allesamt das Problem, dass Sie die Besonderheiten eines DWH Projekts nur teilweise berücksichtigen. Das liegt daran, dass die bestehenden Ansätze eher technisch getrieben sind und die betriebswirtschaftlichen Fragestellungen eher hintanstellen. Die Gewichtung sollte aber „im Sinne einer Dienstleistungsfunktion, die [Data Warehousing] für das Management zu leisten hat, auf der Lösung der betriebswirtschaftlichen Probleme liegen“[KeMW2001].

Ganz grundlegend sind die Besonderheiten eines Vorgehensmodells im Data Warehousing Systems die folgenden (vgl. [KeMW2001]):

- Data Warehouse Systeme nehmen eine *zentrale Stellung* innerhalb der Systemlandschaft ein. Darum ist es nötig, die Funktionen, Definitionen und Architekturen mit der Gesamtheit der Systeme abzustimmen und dabei auch auf zukünftige Systeme Rücksicht zu nehmen.
- Die überaus lange *Lebensdauer* eines Data Warehouse Systems, die sich im Extremfall über die gesamte Existenzzeit des Unternehmens hinziehen kann, macht das frühe Abstecken aller Anforderungen unmöglich. Viele Anforderungen ergeben sich auch erst im Umgang mit den Analysemöglichkeiten des Systems bzw. ergeben sich beispielsweise aus sich verändernden wirtschaftlichen Rahmenbedingungen.
- Der Nutzen eines Data Warehouse Systems ist aufgrund des überaus langen Zeithorizonts nur schwer messbar. Das macht es dringend nötig, schnell ein maximales Nutzenpotential (*Quick Wins*) zu realisieren. Die Bereiche, in denen die Dienstleistung des Data Warehouse in die Unternehmensprozesse eingebunden wird, sollte beginnend von gewissen Bereichen langsam ausgeweitet werden (vgl. [Inmo2002] mit der Beobachtung des „Day-1-Day-n“ Phänomens als Hinweis auf die lange und nicht genau festgelegte Lebensdauer). Das erleichtert auch die bloße Rechtfertigung des Projekts vor Entscheidungsträgern.

3.1.3.3 Das Evolutionary Data Warehouse Engineering Modell

Als ein Vertreter eines modernen Entwicklungsprozesses, der speziell auf DWH Projekte zugeschnitten ist, wird das *Evolutionary Data Warehouse Engineering* Modell (EDE) von PLAUT International Management Consulting vorgestellt. Das Modell wird gegenwärtig in der industriellen Praxis sehr erfolgreich eingesetzt und befindet sich selbst in ständiger Entwicklung und Anpassung. Der Namensteil *Evolutionary* deutet dabei in Anlehnung an die oben beschriebenen Anforderungen darauf hin, dass „in mehreren aufeinander aufbauenden Schleifen mit Möglichkeiten zur Rückkopplung, ein System, zugehörige Prozesse und eine adäquate Organisation in einem Unternehmen“ [KeMW2001] etabliert werden und man nicht einen sequenziellen Prozess mit klar definierten Start- und Endzeitpunkt wählt.

Im Rahmen von EDE wurden die Erfahrungen und Anforderungen an einen Data Warehousing Entwicklungsprozess konkret herausgearbeitet. Diesen wurden vier Kategorien bzw. Problemdimensionen zugeordnet, welche da wären: die *Projekt-, die Unternehmens-, die System- und die Benutzerdimension*. Diese spiegeln die oben beschriebenen Aspekte in Bezug auf das EDE Modell wieder. So wird der Tatsache Rechnung getragen, dass die DWH Entwicklung ein lang andauernder Prozess ist, in dem sich die Anforderungen häufig ändern (Projektdimension), dass der Nutzen von DWH Systemen vornehmlich in großen, multinationalen Organisationen (Konzerne, „Global Player“) zum Tragen kommt (Unternehmensdimension), wobei hier natürlich die stark heterogene und kaum standardisierte bzw. kaum harmonisierte IT Infrastruktur als Problem schlagend wird (Systemdimension) und dass die DWH Entwicklung ein benutzerzentrierter („lebendes System“ [KeMW2001]) und mit Feedback- und Rückkopplungsschleifen ausgestatteter Prozess sein muss (Benutzerdimension).

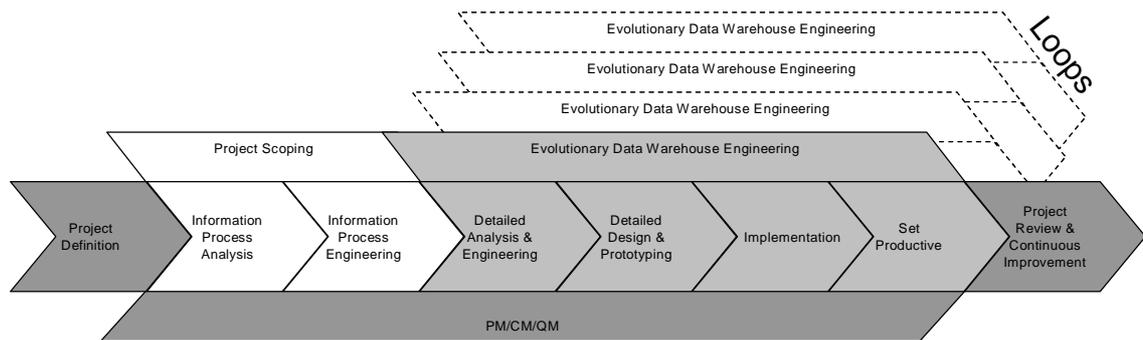


Abb.3.2: Der Evolutionary Data Warehouse Engineering Prozess (vgl. [ZBGK2001])

Grundlegend unterteilt sich das EDE Konzept in zwei Phasen. Die erste Phase ist das *Project Scoping* und die zweite eben das *Evolutionary Data Warehouse Engineering*. Diese bestehen – wie in Abbildung 3.2 ersichtlich – aus mehreren Teilphasen, die noch im Detail erläutert werden. Flankierend dazu werden im Prozess das Projektmanagement, das Changemanagement und das Qualitätsmanagement abgewickelt. Ganz zu Beginn steht die genaue Projektdefinition, wobei sich diese Phase nur administrativ- und organisatorisch-planerischen Fragestellungen widmet. Diese klären die generischen Aspekte, die im Rahmen des Projektmanagement anfallen, wie Dokumentationsstruktur, Projektinfrastruktur und Projektstandards usw. und münden im Projektauftrag und einem Grobplan (vgl. [PaRa2003] zum Projektmanagementprozess). Zum Schluss werden in der Review- und Improvement-Phase die Erfahrungen und das erlangte Knowhow aus dem Projekt verarbeitet und gespeichert.

Der gesamte Entwicklungsprozess mit all seinen Phasen und Planungsvorgängen ist um vier zentrale Aspekte herum angeordnet. Diese stellen die Aspekte dar, die im Rahmen eines DWH Systems zu beachten sind: die *Prozesse*, die *Systeme*, die *Organisation* und die *Deliverables*. Die Systeme umfassen dabei die Datenbank, die Datenmodelle, die Transformationslogik usw. Der Prozessaspekt stellt die Prozesse dar, die zum Betrieb und Management eines DWH Systems notwendig sind (vgl. Prozesse des Informationswesens [Auth2002]). Damit verbunden ist die Aufbauorganisation, der der dritte Aspekt gewidmet ist. Die Deliverables stellen klar definierte Meilensteine, Ziele und Resultate dar, die die einzelnen Phasen bzw. Teilphasen voneinander abgrenzen und aus der sich schließlich die iterative Konstruktion des DWH zusammensetzt.

Die *Project Scoping* Phase dient der Zerlegung der Problemdomäne. Die Teilphase *Information Process Analysis* beinhaltet eine umfassende *Istanalyse* der bestehenden Prozesse, Systeme und Organisationsstrukturen. Dabei ist auf eine möglichst flächendeckende Erfassung zu achten und nicht zu sehr in die Tiefe zu gehen. Zu erfassen ist die *Unternehmensstrategie*, da die Konzeption des DWH eng auf diese auszurichten ist. Im Rahmen der Erfassung der Ist-Informationsprozesse ist zu erheben, in welcher Periodizität, in welchem Aggregationsgrad und in welchem Volumen die Berichterstattung im Unternehmen abläuft. Die Organisationsstruktur gibt Auskunft darüber, welche Informationsanbieter und welche Informationsnachfrager an welchen Stellen im Unternehmen zu finden sind. Der Systemaspekt liefert die bestehenden Informationsmodelle und die bestehende technische Infrastruktur.

In der nachfolgenden Teilphase *Information Process Engineering* wird das Sollkonzept erstellt. Dem voran geht natürlich eine *Schwachstellenanalyse* basierend auf der Istanalyse. Hier wird der Projektplan erarbeitet, der in der nachfolgenden EDE Phase umgesetzt wird. Von zentraler Wichtigkeit dabei ist die Definition von Teilprojekten und deren Priorisierung, da ja genau in einer solchen Projektstruktur den speziellen Anforderungen im Data Warehousing Rechnung getragen wird. Außerdem lassen sich darüber hinaus die Trainings- und Ausbildungspläne für die Mitarbeiter erstellen. Die Sollinformationsprozesse werden erstellt und konsequent an der Unternehmensstrategie ausgerichtet. Auch die technischen Gesichtspunkte werden in dieser Phase behandelt. Es wird das technische Konzept für die Datenhaltung und den Datentransport sowie den ETL Prozess entwickelt. In seiner Essenz sollen nach dieser ersten Project Scoping Phase ein breiter Überblick und ein breites Konzept für das Data Warehouse stehen.

Darauf folgt die eigentliche Umsetzung eines *Teilprojekts* im Rahmen der *Evolutionary Data Warehouse Engineering* Phase. Diese wiederum besteht aus vier Teilphasen. In der *Detailed Analysis and Engineering* Phase wird ein Teilprojekt ausgearbeitet – „man könnte auch von einem Data Mart sprechen“[KeMW2001]. Dieser Data Mart ist selbstverständlich in das globale Data Warehouse eingepasst. Wiederum wird eine Istanalyse, ein Sollkonzept und darauf aufbauend ein Projektplan erstellt. Diesmal im Detail und auf die konkrete operative Umsetzung ausgelegt. Die tatsächlichen Berichtsprozesse und Datenstrukturen sowie sämtliche Details des ETL Vorgangs werden hier behandelt. Darauf folgt das *Detailed Design and Prototyping*. Die Berichts- und Analyseprozesse werden hier – basierend auf dem Sollkonzept – implementiert und gemeinsam mit den Benutzern wird ein *Prototyp* bis zur Produktionsreife verfeinert. „Als Ergebnis dieser Teilphase sollte eine Systemarchitektur, die Definition der Berichte, das Datenmodell und ein Berechtigungskonzept manifestiert in einem Prototyp existieren. Für die dann anstehenden Realisierungsarbeiten ist daneben ein Aktivitätenplan mit Verantwortlichkeiten, Zeitvorgaben und Prioritäten aufzustellen“[KeMW2001]

Nun schließt die Phase *Implementation* an. Hier wird das System schließlich fertig implementiert, dokumentiert und getestet. Die Data Warehouse Metadaten werden hinsichtlich der neuen Systemkomponente aktualisiert. „Damit gehen mindestens folgende Elemente als Ergebnisse aus dieser Teilphase hervor: Frontend, Backend, Data Marts, Customizing, Zusatzprogramme, Dokumentation, Testberichte, Betriebsführungskonzept und –Organisation, Benutzerausbildungs- und Trainingsplan“[KeMW2001]. Abschließend folgt mit der Teilphase *Set Productive* der Rollout samt Integrationstest und Schulungen. Nach erfolgreichem Abschluss dieser Teilphase kann das nächste Teilprojekt beginnen. Damit ist die schrittweise Fortentwicklung eines unternehmensweiten Data Warehouse möglich.

3.1.4 Informationsbedarfsanalyse

Sowohl im Controlling (siehe Abschnitt 2.1), als auch im Data Warehousing ist der Abgleich der durch ein Informationssystem *angebotenen* Informationsmenge mit der durch die Benutzer *nachgefragten* Informationsmenge von zentraler Bedeutung. Bevor diese im Detail erläutert wird, soll hier jedoch zunächst der *Informationsbegriff* geklärt werden. Wie in der Semiotik soll hier zwischen der syntaktischen Ebene, der semantischen Ebene und der pragmatischen Ebene unterschieden werden. Auf der syntaktischen Ebene werden die Symbole und

Zeichen bzw. die Signale betrachtet. *Daten* sind auf dieser Ebene angesiedelt und stellen die (nachrichten- und übertragungs-)technischen Eigenschaften in den Vordergrund. Wird Daten eine Bedeutung zugewiesen, so hebt man sie auf die semantische Ebene und sie werden *Information*. Die zweckorientierte Verknüpfung und Sendung von Information wiederum erhebt diese auf die pragmatische Ebene und sie werden *Wissen*. Im Rahmen dieser Arbeit wird mit Information sowohl die semantische als auch die pragmatische Ebene angesprochen und damit die Zweckorientierung für die zu unterstützende Fachdomäne, nämlich das Supply Chain Management und –Controlling herausgestellt. Von Daten ist also die Rede, wenn die informationstechnische Verarbeitung, Speicherung und Übertragung in Netzwerken, Datenbanken und Applikationen – unabhängig von der Fachdomäne und dem Zweck – betrachtet werden. Für einen Überblick über die theoretischen Ansätze des Informationsbegriffs sei hier auf [Stra2002] verwiesen.

Wie bereits ausgeführt, verläuft die Entwicklung eines DWH Systems iterativ und über einen langen Zeitraum hinweg (vgl. Abschnitt 3.1.3). Das und die Tatsache, dass die Benutzer und Designer eines DWH Systems alle zukünftigen Informationsanforderungen gar nicht exakt spezifizieren *können*, weil sich diese mit den Geschäftsanforderungen ändern, macht die Informationsbedarfsanalyse zu einem komplexen Thema.

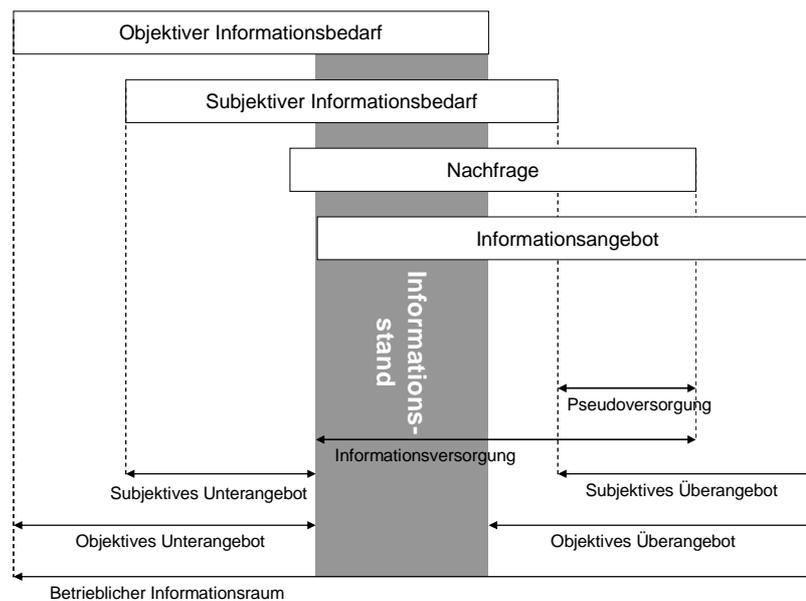


Abb.3.3: Informationsbedarfe und –Angebote (vgl. [StWi2002])

Es sollen hier nun die grundlegenden Begriffe im Rahmen der Informationsbedarfsanalyse vorgestellt werden (vgl. [StWi2002], [Stra2002], [Bart2004], [Küpp2001], [Horv2002]). Der *objektive Informationsbedarf* stellt jene Informationsmenge dar, die ein Aufgabenträger zur Erfüllung seiner Aufgaben tatsächlich benötigt. Diese ergeben sich aus den Aufgaben, die einzelne Personen im Unternehmen übernehmen (vgl. hierzu die verschiedenen Controlling Konzeptionen in Abschnitt 2.1.2) und aus den strukturellen Eigenschaften des Betrachtungsobjekts (hierzu sei auf die Ausführungen zu Supply Chain Netzwerken in Abschnitt 2.3 verwiesen). Die Entscheidungsträger haben darüber hinaus eine *subjektive Informationsnachfrage*, die sie individuell zur Erfüllung ihrer Aufgabe für nötig halten. Der objektiven und subjektiven Informationsnachfrage steht die tatsächlich *geäußerte Informationsnachfrage* gegenüber. Diese erfasst nicht die gesamte

empfundene Informationsnachfrage und schließt außerdem Information ein, die nicht wirklich benötigt wird (*Pseudoversorgung*), sondern als Machtmittel (vgl. *symbolische* Nutzung von Information in [Webe2002] bzw. Abschnitt 2.1) benutzt wird. Außerdem „kann ein hoher Sammelbetrieb beobachtet werden, der Entscheidungsträger dazu bewegt, unspezifisch alles zu horten und aufzubewahren, was auch nur im Entferntesten relevant sein könnte“ [StWi2002]. Von Seiten der Informationsversorgung kommt es zur Bereitstellung des *Informationsangebots*, die Schnittmenge zwischen der geäußerten Informationsnachfrage und des Angebots ist die *Informationsversorgung*. Abbildung 3.3 illustriert diese Konzepte und die sich daraus ergebenden Informationsmengen. Wichtig ist hier, den objektiven Bedarf, der nicht in der geäußerten Nachfrage enthalten ist (*hidden information products*; vgl. [Bart2004]), zu identifizieren und aktiv den Entscheidungsträgern zu „verkaufen“. Unter anderem dieser Problemstellung kann man mittels Referenzmodellen begegnen.

Nun stellt sich bei der Entwicklung eines DWH Systems das Problem der Ermittlung der bereitzustellenden Informationsmenge. Hier kann ganz grundsätzlich zwischen nachfrage- und angebotsorientierten Ansätzen unterschieden werden (vgl. [Stra2002]). *Nachfrageorientierte Ansätze* gehen von den Nachfragern – von den Endbenutzern – aus, wobei hier das Problem des nicht artikulierten objektiven Informationsbedarfs aufkommt. *Angebotsorientierte Ansätze* ziehen die operativen Systeme in Betracht und leiten daraus das Informationsangebot ab. Hier kann es einerseits zum Überangebot, aber auch zu einem zu sehr an technischen Kriterien orientierten Informationsangebot kommen. Weiters versucht der *Geschäftsprozessorientierte Ansatz*, ausgehend von den erhobenen Prozessen und deren zugrunde liegenden Datenstrukturen den Inhalt eines DWH abzuleiten. In der Controlling Literatur findet man die Unterscheidung zwischen induktiven und deduktiven Methoden der Informationsbedarfsermittlung (vgl. im Überblick [Bart2004] bzw. [Horv2002], [Küpp2001]). *Induktive* Methoden gehen von den Informationsverwendern, Dokumenten und betrieblichen Datenerfassungen aus, während *deduktive* Methoden auf theoretischem Weg die Informationen aus Zielsetzungen und Entscheidungsproblemen ableiten. Gerade bei der Entwicklung von DWH Systemen bzw. in neuen Problemdomänen wie dem Supply Chain Controlling ist es wichtig, sowohl deduktiv (also angebotsorientiert von theoretischen Konzeptionen ausgehend) als auch induktiv (also im konkreten Fall von den Benutzeranforderungen ausgehend) vorzugehen. In Anlehnung an die Terminologie im Software Engineering werden in [LiST2000] Kategorien von Anforderungen im Data Warehousing identifiziert:

- **Business Requirements:** Diese stellen die generellen Vorteile dar, die durch das Data Warehouse dem Unternehmen entwachsen sollen. Sie umfassen die Potenziale, die Ziele, die typischen Anforderungen der User und der Organisation auf einem gesteigerten Abstraktionsniveau.
- **User Requirements:** Diese sind – analog zum nachfrageorientierten Informationsbedarf – die konkreten Anforderungen der User an das DWH System. In [LiST2000] wird zur formalen Erfassung derselben ein Use Case Diagramm (vgl. [ZBGK2001], [Maci2001]) vorgeschlagen.
- **Functional Requirements:** Diese beschreiben das Verhalten des Data Warehouse auf einem technischen Niveau.
- **Information Requirements:** Diese beschreiben die konkreten Datenobjekte samt Quellen und Transformationsregeln, die das DWH System enthalten soll. Auch die Analysemethoden auf diesen Daten werden beschrieben.

- Requirement Attributes: Diese stellen alle *Eigenschaften* (Regeln und Bedingungen) dar, die das Data Warehouse erfüllen muss. Auch externe Schnittstellen, Performanceaspekte usw. werden so erfasst.

In [Stra2002] wird ein Vorgehensmodell zur Informationsbedarfsanalyse vorgestellt. Dieses soll hier beschrieben werden, da das im Rahmen dieser Arbeit entwickelte Modell Teile dieses Prozesses durch seinen Referenzcharakter vorwegnehmen und vereinfachen soll und somit darauf Bezug nehmen muss. Das Konzept umfasst neben dem Vorgehensmodell auch Techniken für die Durchführung der einzelnen Aktivitäten sowie ein Dokumentations- und Rollenmodell, die hier im Überblick behandelt werden.

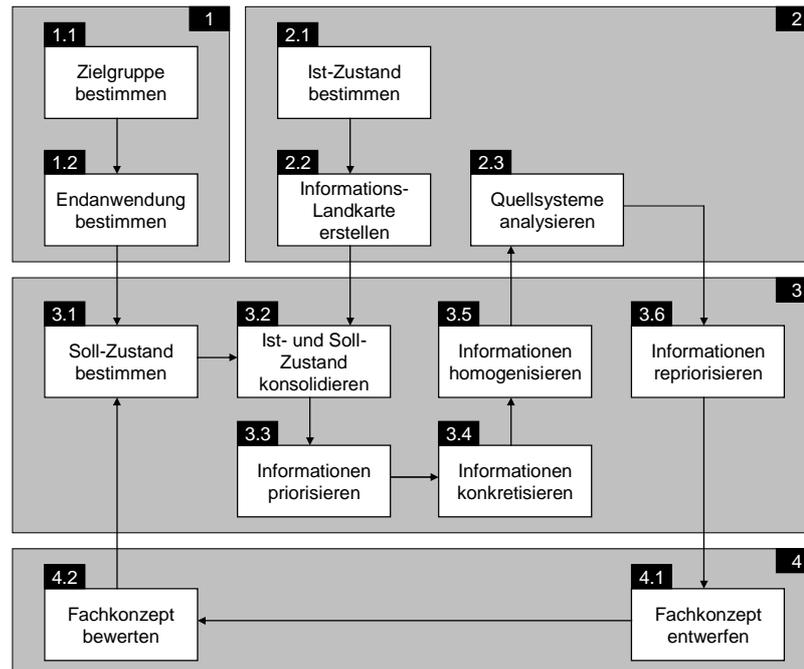


Abb.3.4: Vorgehensmodell für die Informationsbedarfsanalyse (vgl. [Stra2002])

Wie in Abbildung 3.4 ersichtlich, unterteilt sich das Vorgehensmodell in vier Phasen, die teilweise verzweigt miteinander durchschritten werden. Zuallererst wird in der Phase 1 Vorgaben der Rahmen der Informationsbedarfsanalyse festgelegt. Hier wird zunächst die Zielgruppe (Aktivität 1.1) bestimmt, die mit Information versorgt werden soll. Außerdem muss in Aktivität 1.2 bestimmt werden, in welcher Form die Information angeboten werden soll (beispielsweise in einem OLAP Analyse Tool oder in einem Kennzahlen Report). In der zweiten Phase, der *Ist Analyse*, wird die Informationsversorgung, so wie sie aktuell gestaltet ist, festgehalten. In Aktivität 2.1 werden die bestehenden Analyseapplikationen, Berichte usw. erhoben und zu Metadaten verarbeitet, um einen strukturierten Überblick über das Informationsangebot zu erhalten. Dies wird schließlich im Zuge der Erstellung der so genannten Informationslandkarte (Aktivität 2.2) übersichtlich dargestellt. Die *Informationslandkarte* ist eine in [Stra2002] vorgeschlagene Technik zur Durchführung der Ist Analyse. Aktivität 2.3 schließlich schreibt zumindest eine grobe Analyse der identifizierten Datenquellen hinsichtlich Datenverfügbarkeit und Datenqualität vor – eine notwendige Bedingung, um das Data Warehouse überhaupt laden zu können.

In der dritten Phase, der *Soll Analyse*, wird schließlich der Sollzustand der Informationsversorgung erhoben. Dabei wird der Informationsbedarf derart

aufbereitet, dass basierend darauf die Modellierung begonnen werden kann – unter mehrmaligem Rückgriff auf die Informationslandschaft. Aktivität 3.1 stößt diese Phase an. Hier kommen die oben dargestellten Ansätze zur Erhebung des Informationsbedarfs zur Anwendung. Auch existiert mit der *Analyse der Geschäftsfragen* eine konkrete Technik, mit der diese Erhebung bewerkstelligt werden kann (vgl. [Stra2002]). Danach wird Ist- und Soll-Zustand konsolidiert und noch notwendige und überflüssige Komponenten identifiziert (Aktivität 3.2). In Folge werden die Informationsbedarfe priorisiert (Aktivität 3.3). Dies ermöglicht die iterative Bereitstellung, wie sie in evolutionären Entwicklungsmodellen für DWH Systeme vorgeschlagen werden (vgl. Abschnitt 3.1.3). Kriterien für die Priorisierung sind die üblichen Kosten- und Ressourcenaspekte aber auch die Dringlichkeit der Information. Im Bereich von DWH Systemen zum Supply Chain Controlling könnte beispielsweise zu Beginn eines Projektes der dringliche Bedarf bestehen, Lagerbestände managen zu können, während Lieferzeiten und Durchlaufzeiten in der Produktion erst in weiterer Folge betrachtet werden sollen. In Folge werden die Informationen konkretisiert (Aktivität 3.4), indem die Extraktion aus den Datenquellen und die Berechnungsvorschriften samt den Dateneigenschaften (Granularität, Periodizität usw.) spezifiziert werden. Darüber hinaus müssen die Informationen und Begriffe über die Organisation hinweg homogenisiert werden (Aktivität 3.5), damit ein einheitliches Verständnis bei den Entscheidungsträgern vorherrscht. Nach der Durchführung der Aktivität 2.3 (Quellsysteme analysieren) müssen die Informationen repriorisiert werden und nun die Verfügbarkeit, Qualität und Beschaffungskosten explizit mit einbezogen werden. In der vierten und letzten Phase wird das Fachkonzept entworfen (Aktivität 4.1) – wobei man sich hier Methoden der multidimensionalen Modellierung bedient (vgl. Abschnitt 3.3.2) – und bewertet (Aktivität 4.2). Im Falle von Defiziten bei der Erfüllung der Anforderungen kann in die Aktivität 3.1 (Soll-Zustand bestimmen) zurückgekehrt werden.

3.1.5 Metadaten

Metadaten sind ein überaus wichtiger Bestandteil einer Data Warehouse Architektur. Sie speichern die strukturellen Informationen über die Daten im DWH als auch die Datenquellen und enthalten darüber hinaus auch Informationen über die Prozesse. Zu den Metadaten zählen folgende Informationen (vgl. [BaGü2002], [Inmo2002], [Auth2002]; ohne Anspruch auf Vollständigkeit):

- Datenmodelle, sowohl der Daten im DWH als auch der Daten in den Quellsystemen
- Schemainformationen zu den Datenbanken
- Technische Informationen zu den verschiedenen Systemen wie die Art der Datenquelle (relationale Datenbank, Excel usw.)
- Informationen über die Benutzung des DWH Systems (beispielsweise realisiert durch Log-Dateien)
- Zeitliche Steuerung der Data Warehousing Prozesse
- Informationen zur Datentransformation und –Bereinigung

„Unter dem Begriff Metadaten versteht man gemeinhin jede Art von Information, die für den Entwurf, die Konstruktion und die Benutzung eines Informationssystems benötigt wird. [...] Die Bedürfnisse der Metadaten eines spezifischen Anwendungsgebietes wie Data Warehousing bestimmen die Struktur (Metadatenschema) des Repositoriums sowie die Semantik der zu speichernden Daten.“[BaGü2004]

Es ist „allgemein akzeptiert“ [BaGü2004], dass es mindestens vier Ebenen von Metadaten gibt, die notwendig sind, um komplexe Informationssysteme zu modellieren. Dabei beschreibt jede Ebene die jeweils im Modell darunter liegende Ebene. Die unterste Ebene – Ebene 0 – stellt die tatsächlichen Daten dar (*Objektdaten*). Darüber liegt die Ebene 1 (*Metadaten*) der unmittelbaren Metainformationen zu den Objektdaten, durch die das Schema derselben beschrieben wird (z.B. das Relationsschema). In Ebene 2 (*Metamodell*) werden die Sprachelemente beschrieben, die zur Beschreibung von Metadaten aus Ebene 1 verwendet werden können, d.h. aus welchen Elementen diese zusammengesetzt werden können. In Ebene 3 schließlich findet die Definition der Kombinierbarkeit verschiedener Metamodelle statt. Mit diesem Ebenenmodell können sowohl die Inhalte einer Datenbank als auch die technische Infrastruktur eines Informationssystems usw. beschrieben werden.

Dabei zielt ein umfassendes *Metadatenmanagement* darauf ab, den Aufwand für die Wartung und Entwicklung durch eine klare Architektur und klare Zuständigkeiten zu minimieren und gleichzeitig den Informationsgewinn durch Verbesserung der Nachvollziehbarkeit zu maximieren. Dabei bestehen verschiedene Anforderungen zur effektiven Umsetzung eines Metadatenmanagement (vgl. [Auth2002], [BaGü2002]), die sich in Prozessen und Werkzeugen niederschlagen.

[Auth2002] beschreibt eine Architektur zur prozessorientierten Gestaltung des Metadatenmanagement, die der Forderung Rechnung trägt, die Semantik von Metadatenstrukturen sowie die Nachvollziehbarkeit von Änderungen derselben über die gesamte Organisation hinweg zu standardisieren. Diese Prozessarchitektur ist dabei in Kombination mit dedizierten Applikationen zum Management von Metadaten angelegt. Metadatenmanagement wird – wie die anderen Prozesse des Data Warehousing – als *Prozess des Informationswesens* bezeichnet. Dieser ist gemäß der verbreiteten Prozesskategorien den Unterstützungsprozessen zuzuordnen. Wendet man diese Kategorienhierarchie (Geschäfts-, Management- und Unterstützungsprozesse; vgl. [BeKR2000]) wiederum rekursiv auf das Metadatenmanagement an, so lassen sich auch hier demgemäß Aufgabenprofile abgrenzen. Die Leistungsprozesse behandeln hier die Datenstrukturen, Datenmodelle, Datensemantik usw., während die Unterstützungsprozesse – gemäß deren Aufgabe der Unterstützung der Kernprozesse – auf den Betrieb des Informationssystems und die Lokalisierung der Metadaten (*Metadaten Sourcing*) abzielen.

3.2 Der ETL-Prozess

ETL beschreibt den für das Data Warehousing elementaren Prozess, nämlich das Einbringen von Daten. Dies geschieht über drei Schritte:

- Extraktion: das Ziehen von Daten aus den operativen Systemen
- Transformation: das Transformieren der extrahierten Daten in die Modelle und Formate des Data Warehouse samt Qualitätssicherung
- Laden: das letztendliche Kopieren der aufbereiteten Daten in die Basisdatenbank des DWH

Auf diese drei Schritte und die damit einhergehenden Probleme und Anforderungen soll nun im Detail eingegangen werden. Dabei ist zu erwähnen, dass der ETL Prozess - neben dem Metadatenmanagement und dem Data Warehousing Prozess – einen Teil des gesamten Prozessportfolios des DWH darstellt. Das prozessorientierte

Metadatenmanagement ist in Abschnitt 3.1.5 bereits vorgestellt worden. „In einem Grossteil der Literatur wird [...] unter Data Warehousing primär der Prozess für die Entwicklung des Data-Warehouse-Systems verstanden“ [Auth2002]. Diese Aspekte waren Inhalt des Abschnitts 3.1.3.

3.2.1 Extraktion

Die Extraktion ist abhängig von den Eigenschaften der Datenquelle und der Monitoringstrategie. Neben der fachlichen Priorisierung der Datenquellen nach *Relevanz* müssen Gesichtspunkte wie die verfügbare *Datenqualität* abgewogen werden. Auch die technische Realisierung der *Extraktionsschnittstelle* und der damit verbundene Aufwand sind hier primäre Kriterien.

Hier soll ein Überblick über die Möglichkeiten und Arten von technischen Schnittstellen gegeben werden. Diese können grundlegend nach mehreren Merkmalen klassifiziert werden (vgl. [Tane2002], [BaGü2004]). Dazu gehören Aspekte wie Synchronität (synchron bzw. asynchron), Skalierbarkeit der Anzahl der Kommunikationspartner, Richtung des Informationsaustauschs (bi- bzw. unidirektional) usw. Als Kommunikationsarchitekturen für den Informationsaustausch zwischen Systemen wurden eine Reihe von Konzepten entwickelt (vgl. [Tane2002]), begonnen von einem verteilten Datenbankzugriff über SQL, über Message Oriented Middleware (MOM) und Blackboard Systemen bis hin zu synchronen Remote Procedure Calls (RPC).

Bei der Extraktion werden die quellenspezifischen Datenstrukturen ausgelesen und in die Datenbank des Arbeitsbereichs (vgl. Abschnitt 3.1.2) eingebracht. Hier kommen die in Abschnitt 3.3.3.3 behandelten Kapazitäts- und Performanceaspekte stark zum Tragen und beeinflussen das Design der Abläufe stark. Nach Abschluss der Extraktion liegen die *Rohdaten* zur weiteren Verarbeitung in einer separaten Speicherumgebung bereit.

3.2.2 Transformation

In der nun folgenden Transformationsphase werden die Daten im Arbeitsbereich aufbereitet, um danach die schematische Struktur des Data Warehouse zu erhalten. Auch die Qualität der Daten wird verbessert, indem diese formatiert und bereinigt werden. Dabei werden im Zuge der Transformation Datentypen und Datenkodierungen konvertiert, Zeichenketten und Datumsformate vereinheitlicht und Maßeinheiten umgerechnet. Zur Erhöhung der Datenqualität existieren statistische Methoden wie auch Methoden, die domänenspezifisches Wissen (z.B. Geschäftsregeln) zur Plausibilitätsprüfung heranziehen. Im folgenden Abschnitt soll die Vorgehensweise vertieft erläutert werden.

Neben der Integration der unterschiedlichen Datenmodelle in ein einheitliches, dem Data Warehouse internes Datenformat müssen die Daten im Fall des Falles auch von Redundanzen befreit werden. Ein weiterer integraler Teil der Transformation ist die Behandlung der Schlüssel und Schlüsselbeziehungen der Datenbankschemata. Hier müssen einerseits die globale Eindeutigkeit und die referenzielle Integrität innerhalb des Data Warehouse Datenbestands gegeben sein. Die verschiedenen, global nicht eindeutigen Schlüssel der operativen Systeme werden auf *Surrogate* – künstlich erzeugte Schlüssel – gemappt. Dabei wird darauf abgezielt, identische *reale Objekte*

wie beispielsweise Kunden oder Produkte auf identische Surrogatschlüsselwerte abzubilden. Dabei tritt darüber hinaus das Problem auf, dass die ursprünglichen Schlüsselwerte eine *implizite Semantik* besitzen können (vgl. [BaGü2004]). Das bedeutet, dass zusätzliche Information in die Schlüsselwerte hineinkodiert wurde, wie beispielsweise das Erscheinungsdatum eines Artikels in dessen Primärschlüssel (z.B. „WaschmaschineXY1998“). Diese Information muss natürlich entsprechend extrahiert werden.

Ein kritischer Faktor ist die Feststellung, ob zwei Datensätze, die in einer Datenbank liegen, sich auf dieselben Objekte in der realen Welt beziehen. Wenn Schlüssel in verschiedenen operativen Systemen nicht global eindeutig sind (und das sind diese fast nie), dann muss diese Zuordnung basierend auf charakteristischen Attributwerten getroffen werden (beispielsweise dem Artikelnamen samt den Abmessungen). Diese Attributwerte können im schlimmsten Fall aber über die Zeit hinweg einer Veränderung unterworfen sein oder auch schlichtweg durch Tippfehler variieren. Dabei kann es zu folgenden semantischen Fehlern, also falschen Datensatz-Realobjekt Zuordnungen kommen:

- Synonymfehler: ein und dasselbe reale Objekt tritt unter verschiedenen Deskriptoren im Data Warehouse auf. Ein Beispiel für ein Synonym im alltäglichen Kontext ist „Telefon“ und „Fernsprecher“
- Homonymfehler: ein und derselbe Deskriptor bezeichnet zwei unterschiedliche reale Objekte. Ein Beispiel für ein Homonym im alltäglichen Kontext ist „Bank“ als Bezeichnung für ein Geldinstitut und eine Gartenbank
- Äquipollenzen: Hier kommt es zu unterschiedlichen Bezeichnern für verschiedene Betrachtungsweisen auf ein Objekt (beispielsweise Konsument und Verbraucher)

Als Lösungsansätze existieren hier statistische Verfahren (vgl. [BaGü2004]) als auch Verfahren, die sich der künstlichen Intelligenz bedienen, um ein Gewicht für die Ähnlichkeit von Datensätzen zu berechnen.

Weitere Aufgaben während der Transformation sind wie erwähnt die Anpassung von Datentypen. Hier kann beispielsweise ein als String kodierte Datum in einen standardisierten Datumsdatentyp umgewandelt werden. Zeichenketten können außerdem in numerische Werte kodiert werden bzw. es kann nötig sein, Zeichenketten anzupassen und sie dabei aber grundsätzlich als Zeichenketten zu belassen (wie z.B. die Umwandlung von Umlauten wie „ä“ in „ae“). Da Datumswerte in vielen Datumsdatentypformaten hinterlegt sein können, kann es nötig sein, verschiedene Datumstypen umzuwandeln. Auch können einzelne Werte in den Daten kombiniert bzw. separiert werden (z.B. Tag = 18, Monat = 5, Jahr = 2004 kombiniert zu „18.05.2004“ bzw. umgekehrt das Gesamtdatum in seine Komponenten aufgespalten).

Die Berechnung von *abgeleiteten Werten* ist ein weiterer essentieller Schritt bei der Transformation. Hier können nahezu beliebige Formeln eingebracht werden. Ein nahe liegendes Beispiel ist die Berechnung des Deckungsbeitrages aus dem Verkaufserlös und den Herstellkosten eines Artikels. Im Rahmen der Data Warehousing Modellierung (vgl. dazu Abschnitt 3.3) existieren Notationsstandards, um solche Formeln und die Herkunft der Inputparameter im Modell darzustellen. Für die Konstruktion von Kennzahlensystemen, wie sie in Data Warehouse Systemen häufig vorkommen, sind diese vonnöten. Dabei muss allerdings zwischen den teilweise notwendigen Berechnungen im Zuge des ETL und den OLAP Operationen

zur Analyse unterschieden werden. Berechnungen beim ETL sollten nur dazu dienen, eine solide, analyseneutrale Datenbasis zu erzeugen, auf der dann OLAP aufsetzt, das die analyseorientierte Aufbereitung bewerkstelligt.

Bei der Bereinigung (*data cleansing*) werden Mängel in der Qualität der Daten bei der Transformation beseitigt. Dabei muss beachtet werden, dass Daten „nicht nachträglich relevanter oder aktueller gemacht werden können, als sie sind. Derartige Qualitätsmängel können nur ursachenorientiert behoben werden, z.B. durch eine Prozessoptimierung [auf der OLTP Ebene].“[BaGü2004] Es gibt Qualitätsmerkmale von Datenbeständen, nach denen kategorisiert hier Methoden zur Bereinigung erläutert werden sollen.

Die *Korrektheit* der Daten bezieht sich darauf, ob die in den Datenbeständen gespeicherten Informationen die Attribute der realen Objekte korrekt widerspiegeln. Hier muss zur Korrektur von fehlerhaften Werten domänenspezifisches Fachwissen vorhanden sein. Das erhöht den Aufwand und macht üblicherweise eine nur stichprobenhafte Untersuchung möglich. Die Daten können durchaus über die Zeit hinweg statistisch analysiert werden, wodurch „Ausreißer“ erkennbar sind, was auf fehlerhafte Daten hinweist. Die *Konsistenz* der Daten bezeichnet ihre Korrektheit im Zusammenhang mit anderen Daten. Hier ist domänenspezifisches Geschäftswissen in Form von Regelklauseln inkorporierbar und damit automatisiert überprüfbar. Was die *Vollständigkeit* der Daten betrifft, so müssen diese wiederum mit Fachwissen ergänzt werden. So könnten diese beispielsweise bei Spezialisten nachgefragt oder berechnet werden. Eine andere Möglichkeit ist es, die fehlenden Datensätze durch Standardwerte (wie NULL) einheitlich zu repräsentieren. Auch NULL-Werte in den Quellsystemen müssen semantisch korrekt interpretiert werden. Die *Redundanzfreiheit* der Daten „kann nur gemessen werden, wenn die Anzahl der in einem Datenbestand repräsentierten Entitäten der Realwelt und damit die Anzahl der Duplikate im Datenbestand abschätzbar ist.“[BaGü2004] Dies wird meistens durch Attributwertvergleiche im System vorgenommen.

3.2.3 Laden

Die anschließende Ladephase besteht aus zwei Teilphasen. Es werden die fertig aufbereiteten Daten aus dem Arbeitsbereich in die Basisdatenbank des Auswertebereichs geladen. Darüber hinaus werden die analysespezifischen Daten in das Data Warehouse geladen. In diesem Schritt werden auch die *materialisierten Sichten* erzeugt.

Es gibt darüber hinaus grundsätzlich zwei theoretische Möglichkeiten, das Laden – die Aktualisierung – des DWH Datenbestands durchzuführen, nämlich *vollständig* oder *inkrementell*. Erstere Strategie ist in der Praxis kaum anwendbar, da hier mit jedem Ladevorgang alle Daten bis zum aktuellen Zeitpunkt in das Data Warehouse übertragen werden. Vorteilhafter ist das inkrementelle Laden der Datenbanken, bei dem die Änderungen in den Quelldaten gemonitort werden und somit nur die veränderten Daten übertragen werden müssen.

Für das Laden muss aus Performancegründen in fast allen Fällen ein Zeitfenster bereitgestellt werden, bei dem die Datenbanken des Data Warehouse nicht für Abfragen zur Verfügung stehen (sog. *Offline* Ladevorgänge). Diese Zeitfenster sind zumeist an Wochenenden oder in der Nacht angesiedelt. Erstreckt sich die

Organisation (z.B. bei einem multinationalen Konzern) über mehrere Zeitzonen, so sind diese Zeitfenster entweder sehr beschränkt oder nicht mehr einheitlich festsetzbar. Darum ist es teilweise vonnöten, *nebenläufige Lademechanismen* einzusetzen. Dabei kommt man jedoch um ein Locking von Teildatenbeständen kaum herum. Eine andere Möglichkeit besteht darin, *Online* Ladevorgänge durchzuführen. Dabei steht das Data Warehouse während des Ladens voll für Analyseabfragen zur Verfügung. In jedem Fall ist auch hier die Konzeption von Ausnahme- und Fehlerbehandlungen ein kritischer Faktor.

3.3 Data Warehouse Modellierung

Nachdem nun die grundsätzliche Architektur und der ETL Prozess behandelt worden sind, soll nun mit der Modellierung von Data Warehouse Systemen in das für diese Arbeit essentielle Kernthema eingestiegen werden. Es wird hier der theoretische Bezugsrahmen für die Forschung erarbeitet und die bestehenden Konzepte im Bereich der Data Warehouse Modellierung vorgestellt. In Kapitel 4 wird gesondert auf die Referenzmodellierung im Allgemeinen eingegangen, um die notwendige methodische Basis für die Modellentwicklung zu erarbeiten.

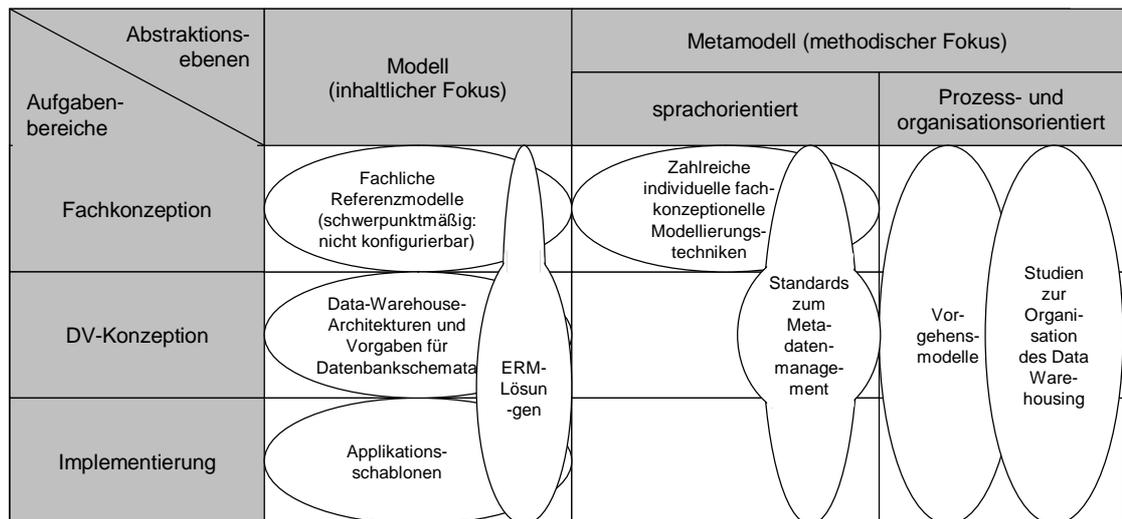


Abb.3.5: Nutzung von Referenzmodellen im Data-Warehousing (vgl. [BeKn2004])

Im Bereich der Modellierung und Konzeption von betrieblichen Informationssystemen hat sich das Schichtenmodell von ARIS (Architektur Integrierter Informationssysteme; vgl. [Sche1998]). Dieses sieht drei Abstraktionsebenen vor. Auf der fachkonzeptionellen Ebene stehen betriebswirtschaftliche Konzepte im Vordergrund, während von der datentechnischen Umsetzung komplett abstrahiert wird. Auf der DV-konzeptionellen Ebene werden diese Modelle in konkrete umsetzungsorientierte Datenschemata übergeführt (wobei von einem konkreten Datenbanksystem abstrahiert wird) und in der Implementierungsebene schließlich auf einer konkreten Plattform umgesetzt, wobei hier die technischen Details von individuellen Systemen (beispielsweise DBMS verschiedener Hersteller) in den Vordergrund treten.

3.3.1 Das multidimensionale Datenmodell und OLAP

Das im Data Warehousing vorherrschende konzeptionelle Modell ist das *multidimensionale Modell*. Dieses ermöglicht die *interaktive, explorative* Analyse

von Datenbeständen, auch *Online Analytical Processing* (OLAP) genannt. Die Daten werden hier als Würfel, so genannte *Data Cubes*, dargestellt. Diese Datenwürfel enthalten beliebige Kennzahlen, die so genannten *Fakten*. Diese Fakten stellen Ereignisse, Aktivitäten oder sonstige Tatbestände von Interesse dar. Um diese zentralen Fakten zu kategorisieren und zu organisieren, sind sie *Dimensionen* zugeordnet. Beispiele dieser Dimensionen sind geographische Regionen, Produktgruppen usw.

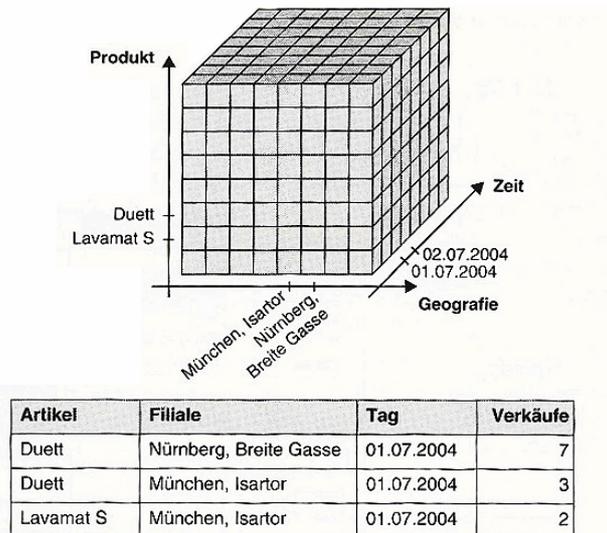


Abb.3.6: OLAP Datenwürfel (vgl. [Heue2001])

Auf Dimensionen können *Klassifikationshierarchien* definiert sein. Diese ermöglichen die Aggregation der Fakten gemäß einer Hierarchie. So könnten Produkte beispielsweise in Produktgruppen und weiter in Produktkategorien zusammengefasst werden. Die einzelnen Elemente einer Klassifikationshierarchie werden *Klassifikationsstufen* genannt. Unterschiedliche Faktanzahlen können unterschiedlichen Dimensionen zugeordnet werden. Klassifikationshierarchien können durchaus auch parallele Pfade beinhalten. In Abschnitt 3.3.2 werden Notationen zur Modellierung genau dieser Sachverhalte dargestellt. Klassifikationshierarchien können zusätzlich noch mit *Attributen* versehen werden. Das sind zusätzliche Informationen, nach denen selektiert werden kann, die aber nicht Teil der Aggregation sein sollen.

Erst diese Darstellungsweise ermöglicht es einem Spezialisten aus der wirtschaftlichen Fachdomäne die Daten zu analysieren, ohne sich dabei mit informationstechnischen Details befassen zu müssen. Die Zahlen des Datenwürfels können entlang der Klassifikationshierarchien verdichtet und verfeinert werden. Diese Operationen nennt man *Roll-up* und *Drill-down*. Ein Beispiel für erstere ist die Verdichtung von Monatszahlen auf Quartalszahlen, während die umgekehrte Vorgehensweise eben einen *Drill-down* bezeichnet. Projiziert man ein Dimensionsschema auf eine andere Faktanzahl, so spricht man von *Drill-Across*.

Darüber hinaus können auch aus einem Datenwürfel ganze Teilwürfel zur fokussierten Analyse „herausgeschnitten“ werden. Diese Operation nennt man *Dice*. Auch die Konzentration auf lediglich zwei Dimensionen – das Herausschneiden einer Scheibe also – ist eine übliche Operation und wird mit *Slice* bezeichnet.

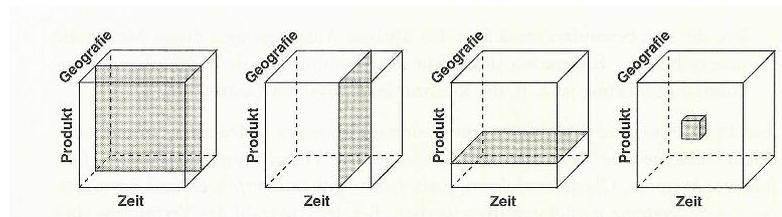


Abb.3.7: Slice und Dice (vgl. [BaGü2004])

Außerdem ist eine Vielzahl anderer Operationen, die man zumeist vom relationalen Datenmodell kennt auf dem multidimensionalen Datenmodell definiert, beispielsweise die Verbundoperation. Für eine – auch formal – vertiefende Abhandlung vgl. [Lehn2003], [BaGü2004].

3.3.2 Notationen zur multidimensionalen Modellierung

Zur Modellierung von multidimensionalen Datenbeständen existieren einige Notationsstandards. Diese sind zumeist in der Forschung entstanden und sind mehr oder weniger formal ausspezifiziert. Vier davon sollen hier dargestellt werden. Die ersten beiden stellen Spezialisierungen von bestehenden Notationen dar, während letztere speziell für das Data Warehousing entwickelte Notationen sind.

3.3.2.1 ME/R Modell

Als Erweiterung zum klassischen *Entity Relationship Diagram* wurde das *Multidimensional Entity Relationship Diagram* (vgl. [KeEi2004], [Heue2001]) entwickelt. Das E/R-Modell wird durch Spezialisierung und Erweiterung an die Anforderungen der multidimensionalen Modellierung angepasst. Die enge Verwandtschaft mit dem E/R-Modell hat neben der leichteren Erlernbarkeit den Vorteil, dass die bestehende Theorie zum E/R leicht auf das ME/R übertragen werden kann, was die formal-theoretische Fundierung des Modells erhöht. Hier werden die erweiterten Sprachkonstrukte dargestellt.

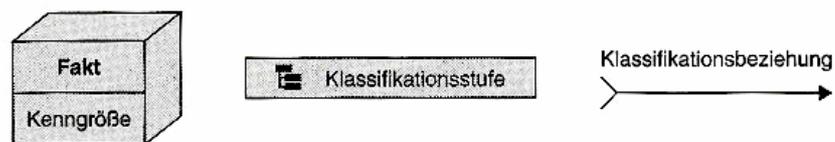


Abb.3.8: Elemente im ME/R (vgl. [BaGü2004])

Für die Elemente der Klassifikationshierarchien – die Klassifikationsstufen – existieren im ME/R-Modell eigene Entitäten. Klassifikationshierarchien können nun mit dem Modellkonstrukt der Klassifikationsbeziehung aus Klassifikationsstufen aufgebaut werden. Dabei werden die Stufen in Pfeilrichtung mit der jeweils höheren Aggregationsebene verbunden und die Kanten können auch mit Beschriftungen versehen werden. Auf diese Modellkonstrukte sind Einschränkungen wie Zyklensfreiheit definiert. Die letzte elementare Komponente des ME/R Modells ist der Fakt. Diese stellt gemäß der multidimensionalen Semantik die Kenngrößen dar. Dieses Faktelement wird mit den Klassifikationshierarchien verbunden und so dargestellt, welche Kennzahlen wie mit welcher Dimension kombinierbar sind.

3.3.2.2 Multidimensional UML

Eine im Software Engineering als de facto Standard etablierte Notation stellt das objektorientierte UML dar (vgl. [ZBGK2001], [Maci2001]). UML ist dank seiner weiten Verbreitung gut erforscht, von überaus vielen Modellierungstool unterstützt und wird sehr breit weiterentwickelt. Die Erweiterung des ursprünglichen UML Modells für die multidimensionale Datenmodellierung erfolgt ausschließlich mit Konstrukten, die im Rahmen der Erweiterungsmechanismen von UML definiert sind. Diese sind die Mechanismen (vgl. [Maci2001]) Constraints, Eigenschaftswerte (tagged values) und Stereotypen.

Stereotypen dienen dazu, neue Modellierungsstrukture einzuführen, die auf existierenden Konstrukten der UML Notation basieren. Ein Stereotyp verleiht einem UML-Konstrukt eine besondere Semantik. Syntaktisch wird der Name des Stereotyps in spitzen Klammern zum UML Element angefügt. Mit diesem Konstrukt können somit die Klassifikationselemente und Fakten innerhalb von UML definiert werden. Auch die Klassifikationshierarchien können durch stereotypisierte Verbindungselemente modelliert werden.

3.3.2.3 ADAPT

Das *Application Design for Analytical Processing Technologies* (ADAPT) ist eine Modellierungsmethode, die von Grund auf für das multidimensionale Datenmodell entwickelt wurde. ADAPT ist aus der Praxis entstanden aufgrund der Unzulänglichkeiten bestehender Konzepte zur multidimensionalen Modellierung. ADAPT vermag es, die Verarbeitungslogik der OLAP Analyseprozesse gemeinsam mit den multidimensionalen Datenstrukturen darzustellen und operiert damit auf gleich mehreren Modellierungsebenen. In ADAPT sind deswegen sehr viele Aspekte eingebaut, was dem Modell die Kritik der hohen Komplexität und dem „Prinzip der Maximalität“ [ToJa1998] einbringt. In [ToJa1998] wird argumentiert, dass man diesen Kritikpunkten jedoch „durch die Aufstellung von Konventionen begegnen kann, ohne die Notation an sich zu verändern. Insgesamt eignet sich die Notation gut im praktischen Einsatz der Modellierung im Sinne einer datengetriebenen Vorgehensweise“ [ToJa1998].

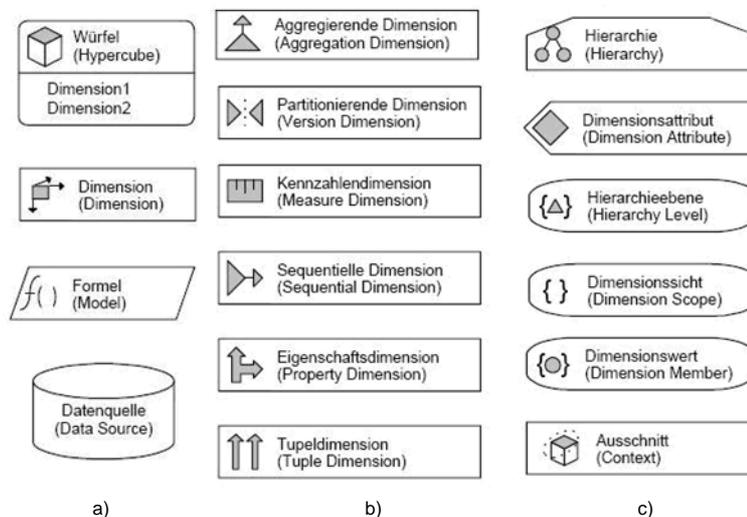


Abb.3.9: Elemente (a), Dimensionstypen (b) und Dimensionselemente (c) in ADAPT (vgl. [ToJa1998])

Auch hier gibt es natürlich grundlegende Modellelemente gemäß dem multidimensionalen Datenmodell. Das sind wiederum Würfel (die Kennzahlen bzw. Fakten, hier *Hypercube* genannt) und Dimensionen. Darüber hinaus gibt es Formelelemente (sog. *Ableitungsregeln*, im englischen Original als *Model* bezeichnet), die Kennzahlenberechnungen ermöglichen. Die Dimensionen können in ADAPT besonders detailliert beschrieben werden. Es gibt hier sechs verschiedene Dimensionstypen:

- *Aggregierende Dimensionen* stellen Dimensionen mit Klassifikationshierarchien im „klassischen“ Sinne wie bisher behandelt dar.
- *Partitionierende Dimensionen* ermöglichen die Darstellung von verschiedenen Varianten von Daten. So können beispielsweise Plan-, Soll- und Istwerte unterschieden werden.
- Ähnlich den partitionierenden Dimensionen ermöglichen *Measure Dimensionen* die Darstellung von Maßgrößen, die in verschiedenen Skalen betrachtet werden können (beispielsweise Umsätze in Euro und in Dollar). Dabei ist der Umrechnungsfaktor (hier der Wechselkurs) ins Modell eingebaut.
- *Sequentielle Dimensionen* modellieren horizontale Reihenfolgebeziehungen. Ein Beispiel dafür ist die Zeit, in der beispielsweise die Folge von Jahren und Monaten als Sequenz vorgegeben ist.
- *Eigenschaftsdimensionen* ermöglichen es, aggregierende oder sequenzielle Dimensionen mit Attributen zu versehen. Automodelle können so beispielsweise Marktsegmenten zugeordnet werden, obwohl die Marktsegmente nicht Teil der Klassifikationshierarchie sind.
- Mit *Tupeldimensionen* lassen sich Elemente aus zwei anderen Dimensionen zu einer neuen Dimension verbinden. Beispielsweise könnten bestimmte Automodelle nur in bestimmten Märkten angeboten werden und die vollständige Darstellung der jeweiligen Dimensionen der Märkte und Modelle einen äußerst dünn besiedelten Würfel ergeben. So macht die Erstellung einer Tupeldimension für die betroffenen Automarken und Märkte Sinn.

Die verschiedenen *Dimensionselemente* sind in Abbildung 3.9 dargestellt. Mit Dimensionssichten lassen sich alternative Blickwinkel auf Dimensionswerte oder Hierarchiestufen definieren. Mit Dimensionsattributen lassen sich die Attribute zu den Dimensionsebenen hinzufügen. Slice- oder Dice-Operationen lassen sich mit dem Dimensionselement des Ausschnitts darstellen.

Um Abhängigkeiten von Dimensionen zu modellieren, bedient man sich so genannter *Beziehungstypen*. Diese sind analog zu Beziehungen im klassischen E/R-Modell definiert und können auch über Kardinalitäten verfügen. Des Weiteren existieren Notationselemente für die Darstellung von Teilmengenbeziehungen und Filter als auch Elemente, die SQL-Logik – also physische Implementierungsaspekte – modellieren.

3.3.2.4 Dimensional Fact Model

Das *Dimensional Fact Model* (DFM; vgl. [GoMR1998], [Pros2001]) ist ein konzeptuelles Datenmodell zur Erstellung multidimensionaler Strukturen und zeichnet sich durch eine kompakte und formal solide spezifizierte Struktur aus. Hier werden die Konzepte und Mechanismen zum Arbeiten mit dem Modell vorgestellt.

Zentrales Konstrukt beim DFM ist das *fact scheme*, das das Data Warehouse Modell als Baumstruktur darstellt.

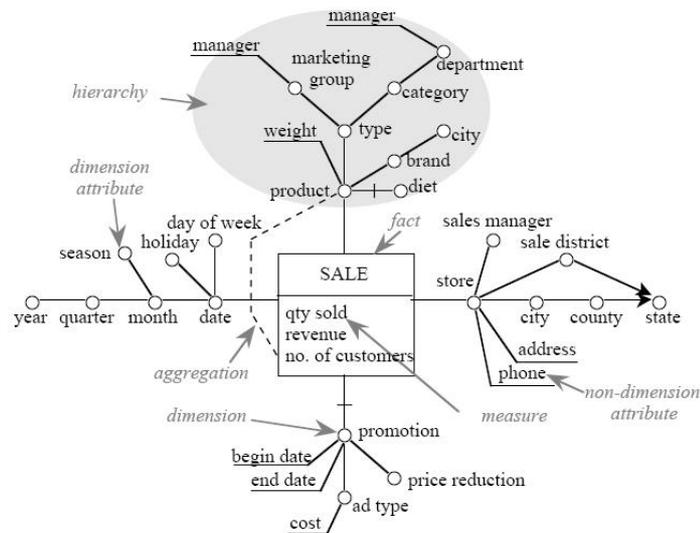


Abb.3.10: Die Grundstruktur eine DFM Modells (vgl. [GoMR1998])

Ein *fact* ist ein Sachverhalt, der für den Entscheidungsträger von Interesse ist (beispielsweise Umsatzzahlen oder Verkaufsmengen). Einem fact werden zur Messung seiner Ausprägung ein oder mehrere *measures* zugewiesen, die ein fact aus verschiedenen Blickwinkeln misst. In Abbildung 3.10 sieht man, dass dem fact „SALE“ als measures die Verkaufsmenge, die Umsätze und die Anzahl der Kunden zugewiesen worden sind. Im Zusammenhang mit dem Mapping von multidimensionalen Schemen auf relationale Schemen (logische Ebene; siehe Abschnitt 3.3.3 zum Star- und Snowflake Schema) werden measures auch als *fact attributes* bezeichnet. Das DFM benutzt als multidimensionales Modell natürlich auch Dimensionen zur Kategorisierung und Partitionierung von Fakten (vgl. Abschnitt 3.3.1). Aggregationshierarchien (*hierarchies*) werden als Baumstrukturen, die einen Dimensionsknoten als Wurzel haben, dargestellt. Sie aggregieren mehrere Faktenwerte entlang der Hierarchie zu einem Einzelwert unter Benutzung eines *aggregation operators*. Knoten in einer Dimensionhierarchie werden als *dimension attributes* bezeichnet. *Non-dimension attributes* können dazu benutzt werden, um Dimensionen mit zusätzlichen Informationen (Attributen) zu versehen, die aber nicht zur Aggregation benutzt werden können (beispielsweise die Adresse und Telefonnummer eines Geschäfts wie in Abbildung 3.10 ersichtlich). Ein fact scheme kann formal als ein Sextupel der folgenden Form dargestellt werden:

$$f = (M, A, N, R, O, S)$$

M... Die Menge der measures; die aufbereiteten Daten aus den OLTP Systemen

A... Dimensionen, aus denen sich die Dimensionshierarchien zusammensetzen

N... Attribute zu Dimensionen

R... Die Menge geordneter Paare, die die Dimensionshierarchien aus Dimensionen aufbauen

O... Die Menge der optionalen Aggregationshierarchien

S... Die Aggregationsregeln; hier werden Dimensionen die Operatoren zugewiesen, über die sie aggregiert werden können

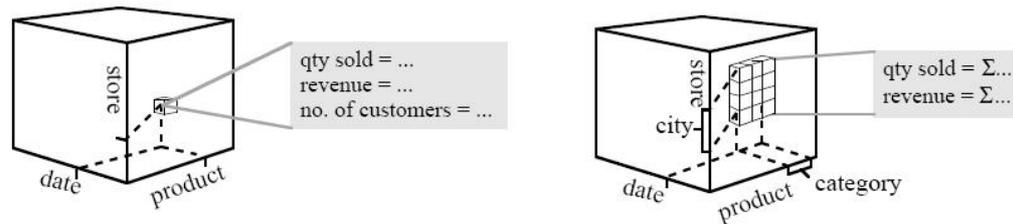
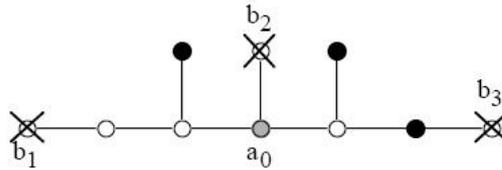


Abb.3.11: primary (li.) und secondary (re.) fact instance in Form eines Datenwürfels (vgl. [GoMR1998])

Nachdem nun das fact scheme definiert worden ist, kann das Konzept der fact instance repräsentiert werden. Eine *fact instance* stellt eine Zelle im multidimensionalen Würfel eines Data Warehouse dar. Dabei wird zwischen *primary fact instances* und *secondary fact instances* unterschieden. Erstere stellt eine atomare „unit of information“ [GoMR1998] im DWH dar, repräsentiert durch exakt einen Wert für jedes measure im Faktenschema (siehe Abbildung 3.11). Dabei wird zur Erhöhung der Datengranularität zumeist eine Aggregation durchgeführt, wobei natürlich die Aggregierbarkeit und die Aggregationsoperatoren der Dimensionen beachtet werden müssen (eine Aggregation heißt *legal*, wenn sie zulässig ist). Eine secondary fact instance stellt wiederum eine Aggregation von primary fact instances dar (vgl. Abbildung 3.11) und ist wiederum exakt ein Wert für jede in der fact instance enthaltene Dimension, wobei ein Aggregationsoperator auf die Wertemenge der primary fact instance angewendet wird (vgl. *Slicing* und *Dicing*). In Abbildung 3.11 wird beispielsweise ersichtlich, dass bei der secondary fact instance, die measure „no. of customers“ nicht mehr enthalten ist, da sie nicht über die Dimension „product“ aggregiert werden kann.

Measures im DFM können einerseits *aggregierbar* bzw. *nicht-aggregierbar* sein. Aggregierbare measures können *additiv* bzw. *nicht-additiv* sein. Additive measures können als einfachster Fall entlang von Hierarchien aggregiert werden, indem sie einfach summiert werden. *Non-additive measures* müssen durch einen anderen Operator aggregiert werden. Temperaturwerte beispielsweise können nur durch die Berechnung von Durchschnittswerten sinnvoll aggregiert werden. Ein measure wird als *semi-additive* bezeichnet, wenn es entlang mindestens einer Dimension nicht additiv ist. In der Notation des DFM wird Semiadditivität dargestellt, indem das measure mit den Dimensionen, mit denen es nicht additiv aggregierbar ist, durch eine gepunktete Linie verbunden wird. Nicht-aggregierbare measures sind beispielsweise nominale Wert (wie das Geschlecht einer Person). Bei der Aggregation von measures entlang von mehreren Dimensionshierarchien muss die Reihenfolge der Anwendung der Operatoren beachtet werden, da das Ergebnis die verschiedenen Aggregationen unterschiedlich sein kann – in Abhängigkeit der Reihenfolge. In [GoMR1998] wird deswegen empfohlen, bei der Definition eines Faktenschemas eine Reihenfolge für die Aggregation von Dimensionen (*preferred aggregation sequence*) festzulegen, um Mehrdeutigkeiten auszuschließen.



Faktenname(Dimension, Dimension,...,Dimension.Attribut, Dimension.Attribut,...; Selektion, Selektion,...)

Abb.3.12: fact instance expression (vgl. [GoMR1998])

Anfragen (*queries*) an das Data Warehouse können als eine Menge von fact instances mit einem beliebigen Aggregationslevel dargestellt werden, deren Werte für die measures als Ergebnis zurückgeliefert werden sollen. In [GoMR1998] werden eine Sprache und eine grafische Notation zur Formulierung solcher *fact instance expressions* entwickelt. Eine fact instance expression besteht aus einem Faktenschema, das benutzt werden soll, angibt. Weiters wird eine Liste von Dimensionen bzw. Dimensionsattributen angegeben, die in der Ergebnismenge der Abfrage enthalten sein sollen. Die Angabe einer Dimension bedeutet, dass das measure im Ergebnis nicht aggregiert in der feinst möglichen Granularität enthalten ist. Die Angaben von Dimensionsattributen hingegen bedeutet, dass die measures im Ergebnis entlang der Hierarchie der zugehörigen Dimension aggregiert werden. Schließlich folgt eine Liste von Selektionen, die die Faktenwerte im Ergebnis einschränken. In Abbildung 3.12 ist die grafische Notation für fact instance expressions dargestellt. Schwarz ausgefüllte Knoten stellen die Aggregationslevel entlang der Dimensionshierarchien dar. Die Kreuze markieren die Dimensionsattribute, auf denen Selektionen definiert sind. Zusammenfassend soll hier ein Beispiel gebracht werden:

```
SALE(date, product, store, promotion; date.year >= '1995', product = 'P5')
SALE(date.month, product.type; date.month= 'JAN98', product.brand =
'General')
```

Das erste Statement wählt für das Ergebnis sämtliche Dimensionen des fact schemes SALE aus. Dabei werden nur Faktenwerte zurückgeliefert, die mindestens dem Jahr 1995 zuzuordnen sind bzw. nur das Produkt „P5“ betrachtet. Das zweite Statement aggregiert die Dimensionen date und product.

Die Drill Across Operation (vgl. Abschnitt 3.3.1) wird im DFM bewerkstelligt, indem fact schemes überlappt werden (*overlapping*). So kann beispielsweise das Faktenschema der Umsätze mit dem Faktenschema der Marketingkosten kombiniert werden, um die Auswirkung von Marketingaktivitäten zu messen und zu analysieren. Um Faktenschemen überlappen zu können, müssen diese mindestens ein Dimensionsattribut gemeinsam haben (man spricht dann davon, dass sie *kompatibel* sind).

3.3.3 Umsetzung des multidimensionalen Datenmodells

All die bisher beschriebenen Konzepte und Notationen zur Modellierung von Data Warehouse Systemen sind auf der *konzeptionellen* Ebene angesiedelt. Wie erwähnt abstrahieren sie damit absichtlich davon, wie die Modelle datentechnisch umgesetzt werden können. In diesem Abschnitt wird überblickshaft darauf eingegangen, wie das multidimensionale Datenmodell in Datenbanken abgebildet werden kann. Es soll damit ein Einblick gegeben werden, wie Methoden zur Umsetzung von DWH

Modellen funktionieren. Kern der vorliegenden Arbeit ist jedoch die Modellierung auf konzeptioneller Ebene. Nicht zuletzt existiert eine fundierte theoretische Basis, was die Umsetzung von konzeptionellen Modellen betrifft. In [BeKn2004] wird deswegen darauf hingewiesen, dass gerade auf der konzeptionellen Ebene der dringlichste Bedarf nach Forschung besteht.

Man kann davon sprechen, dass bei der bestehenden Data Warehousing Software grundsätzlich zwei verschiedene Ansätze bestehen. Das multidimensionale Datenmodell kann übergeführt werden in das Datenmodell, das bei modernen Datenbanksystemen vorherrschend ist – und das ist das *relationale Datenmodell* – oder es kann direkt als multidimensionales Modell gespeichert werden. Das relationale Datenmodell ist theoretisch gut erforscht und bei Softwareherstellern entsprechender Systeme besteht umfassendes Knowhow darüber. Es ist allerdings nicht direkt für die Speicherung multidimensionaler Daten entwickelt worden und so muss man einige „Umwege“ gehen, um die Umsetzung korrekt zu vollziehen. Datenbanksysteme, die direkt mit dem multidimensionalen Datenmodell umgehen können, sind zwar direkt dafür konzipiert, die Technologie ist aber weniger gut erforscht.

3.3.3.1 Relationale Speicherung

In relationalen Datenbanken werden Daten als Tabellen dargestellt. Theoretische Basis für diesen Formalismus ist die *relationale Algebra* (vgl. [PSSS2002]). Zur Abfrage und Manipulation von relationalen Datenbanken steht die *Abfragesprache SQL* zur Verfügung. Bezüglich der Grundlagen wie Details zu SQL und relationalen Datenbanken wird auf die vielfältige Literatur auf dem Gebiet verwiesen (vgl. [KiRo2002], [KeEi2004], [PSSS2002], [Heue2001]). Natürlich soll die Speicherung der Daten auf eine Art und Weise erfolgen, dass die Semantik des multidimensionalen Modells bei der Modelltransformation nicht verloren geht. Außerdem soll die Abfrage und Manipulation der so in der relationalen Datenbank hinterlegten Daten möglichst effizient und performant erfolgen. Um Änderungen von Klassifikationshierarchien über die Zeit hinweg nachvollziehbar zu machen, kann man die Tupel einer Relation mit Zeitstempel versehen.

Das grundlegendste Konstrukt ist hier die *Faktentabelle*. Diese stellt einen Datenwürfel ohne Klassifikationshierarchien dar. Die Faktentabelle wird einfach als eine einzelne Relation repräsentiert. Die Spalten (Attribute) dieser Relation werden als Dimensionen des Würfels aufgefasst und die einzelnen Zeilen (Tupel) stellen dann eine Zelle im Würfel dar. Die Faktenkennzahlen werden dann als zusätzliche Spaltenwerte in den Zeilen modelliert.

Um darüber hinaus auch Klassifikationshierarchien zu modellieren, existieren das Star- und das Snowflake-Schema als weit verbreitete Ansätze. Das *Snowflake-Schema* (vgl. [BaGü2004]) legt für jede Klassifikationsstufe eine eigene Tabelle an. In diesen Hierarchiestufen-Tabellen werden Informationen wie die Bezeichnung der Klassifikationsstufe oder Attribute abgelegt. Jede Stufe hat einen eigenen Schlüssel. Von jeder Stufe verweist ein Fremdschlüssel auf die direkt höhere Stufe – falls eine solche vorhanden ist. Die Faktenkenngrößen werden in einer eigenen Tabelle abgelegt, die über Fremdschlüsselbeziehungen mit den Tabellen der niedrigsten Klassifikationshierarchiestufe pro Dimension verbunden sind. Der Vorteil dieser Speicherung der Daten ist, dass die Klassifikationshierarchien *normalisiert* sind.

Mittels Normalisierung wird ein Datenmodell so strukturiert, dass die dadurch dargestellten Daten frei von *Redundanzen* sind. Diese Redundanzfreiheit verhindert das Auftreten von Veränderungsanomalien beim Löschen und Hinzufügen von Datenelementen. Für eine detaillierte formale Behandlung des Themas (Normalformen in Datenbanken und Normalisierung durch Zerlegung von Relationenschemata) wird auf [KeEi2004] verwiesen.

Das Problem mit dem Snowflake-Schema ist, dass die Performance bei der Berechnung von Abfragen unter der aufwendigen Speicherung in vielen Relationen leidet. Der Grund dafür ist die hohe Anzahl von notwendigen *Verbundoperationen* (Joins), um die einzelnen Tabellen miteinander zu verknüpfen. Im Fall eines Data Warehouses hat man die Möglichkeit, auf die stark normalisierte Speicherung von Daten teilweise zu verzichten, da die Datenbestände in DWH Systemen keinen Änderungen unterworfen sind, sobald sie einmal ins Data Warehouse geladen sind. Genau diese Tatsache macht sich das *Star-Schema* (vgl. [BaGü2004]) zunutze und umgeht die Verbundoperationen, indem bewusst *Denormalisierung* eingeführt wird. Es existiert eine zentrale Faktentabelle, die mit den Dimensionstabellen per Fremdschlüsselbeziehung verbunden ist. Pro Dimension existiert hier nur noch eine Tabelle, in der alle Stufen der Klassifikationshierarchie integriert sind. Innerhalb der Dimensionstabelle wird in einer Zeile beispielsweise sowohl die Zugehörigkeit eines Artikels zu einer Produktgruppe, als auch die Zugehörigkeit einer Produktgruppe zu einer Produktfamilie abgebildet. Das allerdings ist „unsauber“, da letztere Beziehung somit unnötigerweise mehrmals abgebildet wird und bei Änderung einer einzelnen Zeile zu den oben angesprochenen Anomalien führen kann. Die Information, welche Produktgruppe zu welcher Produktfamilie gehört (im konkreten Fall Waschmaschine zu Wascheräte) wäre in einer normalisierten Struktur nur ein einziges Mal vorhanden. In DWH Systemen kann man somit – wie erwähnt – Redundanz in Kauf nehmen, um die Performanz zu verbessern. In OLTP Systemen, die vielen Änderungsoperationen ausgesetzt sind, würde eine denormalisierte Struktur ein Risiko darstellen, da durch die vielen Änderungen die Gefahr von Anomalien hoch wäre. Somit kann man zusammenfassend sagen, dass im Bereich des OLTP die Normalisierung eine notwendige Designentscheidung ist, in OLAP jedoch nicht.

3.3.3.2 Multidimensionale Speicherung

Die Übersetzung von multidimensionalen Strukturen in relationale Konstrukte führt zu Performanceverlusten und zu einer erschwerten Interaktion mit den Daten für den Endnutzer. Die Performanceverluste sind das Ergebnis der Tatsache, dass das relationale Datenmodell nicht auf die Semantik des multidimensionalen Modells ausgelegt ist und diese Semantik durch aufwendige Datenstrukturen und Anfragen konstruiert werden muss. Der Endnutzer kann nicht unmittelbar mit der Datenbasis interagieren. Um diese Probleme zu umschiffen, wurden *multidimensionale Datenbankmanagementsysteme* (MDBMS) entwickelt. Genauso wie die relationale Algebra die formale Basis für obige Speicherungsstrategie ist, existiert eine formale Basis für die multidimensionale Speicherung. Für eine detaillierte Behandlung des Themas wird auf spezialisierte Literatur (vgl. [BaGü2004]) verwiesen.

3.3.3.3 Kapazitäts- und Performanceaspekte

In diesem Abschnitt soll dem Leser ein Verständnis für die technischen Probleme und Fragestellungen vermittelt werden, die im Zusammenhang mit Data

Warehousing auftreten. Dabei kann man generell sagen, dass die üblichen Kapazitäts- und Performanceaspekte in Zusammenhang mit Informationssystemen hier durch die überaus großen Datenmengen in verstärkter Form zum Tragen kommen. Die Auslastung der zugrunde liegenden Hardware unterscheidet sich beim Data Warehousing stark von der der Auslastung von operativen Systemen.

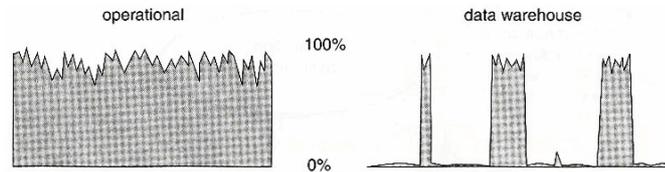


Abb.3.13: Lastprofile im Vergleich (vgl. [Inmo2002])

Während bei operativen Systemen die Auslastung relativ gleich bleibend und vorhersehbar und vor allem absolut betrachtet viel geringer ist, ist bei beim Data Warehousing – durch Lade- und Abfragevorgänge – von einer „stoßweisen“ Auslastung, die schwer vorhersehbar ist, auszugehen. Das führt zu unterschiedlichen Anforderungen an die Konfiguration der Hardware. „You can optimize your machine either for operational processing or for data warehouse processing, but you cannot do both at the same time on the same piece of equipment.”[Inmo2002] Auch die Netzwerktechnologie ist hier natürlich besonderen Belastungen ausgesetzt. Es haben sich aber hier einige Technologien etabliert, die den Anforderungen im Data Warehousing zuträglich sind. Nicht zuletzt kann man auf logischer Ebene die Daten optimieren, um die Lese- und Schreibvorgänge auf die Datenbank zu beschleunigen. Als Strategien zur Verbesserung der Performance in DWH Systemen stehen beispielsweise die folgenden zur Verfügung (für eine detaillierte Abhandlung vgl. [BaGü2004] bzw. [KeEi2004], [PSSS2002] für relationale Datenbanken; diese sind nicht Thema dieser Arbeit und werden nur überblickshaft vorgestellt):

- Indexstrukturen: da in einer Anfrage mit einer OLAP Engine zumeist nur ein sehr geringer Teil einer Faktentabelle von Interesse ist, wird hier eine unnötige Suche über die gesamte Tabelle (*full table scan*) durchgeführt, um die relevanten Tupel zu finden. Um gezielter auf der Relation lesen zu können, werden Datenstrukturen aufgebaut, die den Tabelleninhalt nach bestimmten Kriterien vorselektionieren und in einem Lesezugriff gezielter Zugriffe auf die Daten erlauben.
- Partitionierung: Eine ähnliche Vorgehensweise wie bei Indexstrukturen wird bei Partitionierung gewählt. Hier wird eine große Gesamttabelle in mehrere kleine Tabellen aufgeteilt. Eine so genannte *Mastertabelle* enthält Verweise in diese Teiltabellen. Ein Zugriff auf die Daten erfolgt nur über eine kurze Abfrage der Mastertabelle, der eigentliche Lesezugriff wird auf einer Teiltabelle durchgeführt. Durch die Unterteilung in Teiltabellen werden die einzelnen nebenläufigen Zugriffe nicht gegenseitig beeinträchtigt, was den Durchsatz erhöht.
- Materialisierte Sichten: Da beim Zugriff auf DWH Systeme meist gewisse Berechnungen auf Faktenwürfel oft sehr ähnlich oder gleichartig ausgeführt werden (zumeist Aggregationen), können diese vorberechnet werden. Dabei muss dies für den Endnutzer natürlich transparent vonstatten gehen. Vor der Auswahl der Dimensionshierarchien, die materialisiert werden sollen, muss zudem eine Analyse der Abfragestrukturen erfolgen, um die Materialisierung zielgenau durchführen zu können und den zusätzlich benötigten Speicherplatz effizient zu nutzen.

4. Referenzmodellierung

Dieses Kapitel erarbeitet die relevanten Konzepte und Prinzipien der Referenzmodellierung. Dabei soll vor allem der Zweck von Referenzmodellierung im Rahmen des Wissensmanagements deutlich gemacht werden. In weiterer Folge werden Konstruktionsmethoden für Referenzmodelle beschrieben.

4.1 Grundlagen

Zu Beginn der Diskussion von Referenzmodellierung sind einige grundlegende Begriffe zu klären. *Modelle* entstehen durch Beobachtung der Realität durch ein *Subjekt*. Dabei wird von den vielfachen und in ihrer Komplexität nicht mehr handhabbaren Ursache-Wirkungs-Zusammenhängen und Abhängigkeiten der Systemelemente abstrahiert, um so eine modellierte Vereinfachung der Realität zu erreichen. So wird aufgrund der beschränkten Informationsverarbeitungskapazitäten im Erkenntnisprozess ein gewisser Ausschnitt der Realität (der *Diskursbereich*) herausgegriffen und auf diesem mit der Hypothesenbildung begonnen (vgl. [Hars1994]).

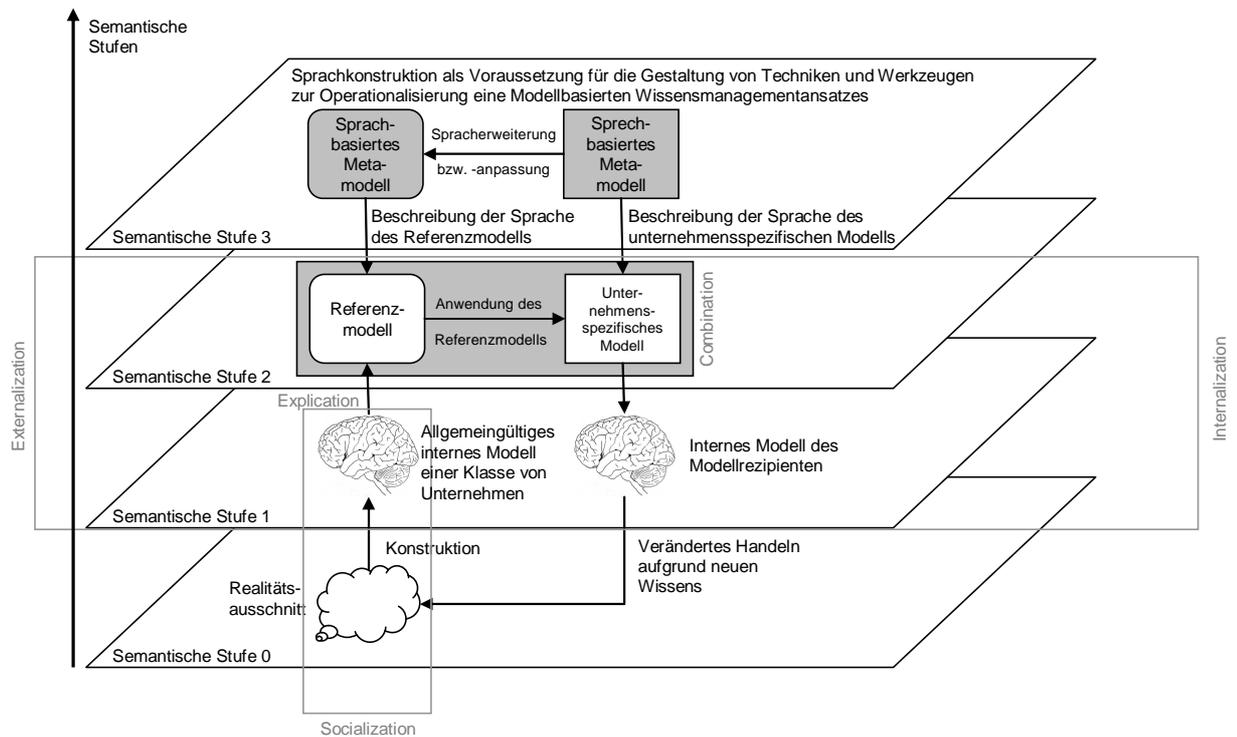


Abb.4.1: Wissenstransfer mit Referenzmodellen (vgl. [Knac2001])

Der *Prozess der Wissensentstehung* (hier in Bezug auf Referenzmodelle betrachtet) läuft in vier Phasen ab (vgl. [Knac2001] und Abbildung 4.1), wobei unterstellt wird, dass die *Interaktion von Wissen* notwendige Voraussetzung für das Entstehen neuen Wissens ist. Die Realität wird wie erwähnt durch ein Subjekt beobachtet und das Beobachtete bleibt als implizites Wissen im Subjekt erhalten. Dieser Schritt wird *Socialization* genannt. Dieses implizite Wissen wird in ein Referenzmodell verarbeitet und so für andere verfügbar gemacht (*Externalization*). Im Zuge der Anwendung des Modells durch Dritte wird dieses externalisierte Wissen mit dem Wissen von anderen Subjekten kombiniert und verändert (*Combination*). Dieses neue externalisierte Wissen wird nun in implizites Wissen umgewandelt (*Internalization*)

und so das Handeln von Subjekten verändert. Dieses veränderte Handeln führt zu einer Veränderung der Realität und damit zu einem veränderten Input im Zuge der Socialization und so spiralförmig zu einem Fortschreiten des Wissensentstehungsprozess auf einem qualitativ höheren Niveau. Diese vier Phasen sind in Abbildung 4.1 in eine Hierarchie von *semantischen Stufen* eingeordnet. Dabei stellt Stufe 0 die Realität dar. Subjekte konstruieren basierend darauf ihre internen Modelle. Diese Modelle als konstruierte Abbilder der Realität stellen Stufe 1 dar. Die externalisierten Modelle sind auf Stufe 2 angesiedelt. Diese Modelle werden von *Metamodellen* abgeleitet, die sich auf Stufe 3 befinden. Die Wahrnehmung der Realität stellt gemäß diesem Ansatz eine subjektive *Konstruktionsleistung* des Subjekts dar (vgl. [BHKS2000]). Je nach Priorität und Interessensgegenstand entstehen durch die unterschiedlichen Diskursbereiche unterschiedliche Perspektiven auf den Untersuchungsgegenstand (*Multiperspektivität*; vgl. [RoSc1999]).

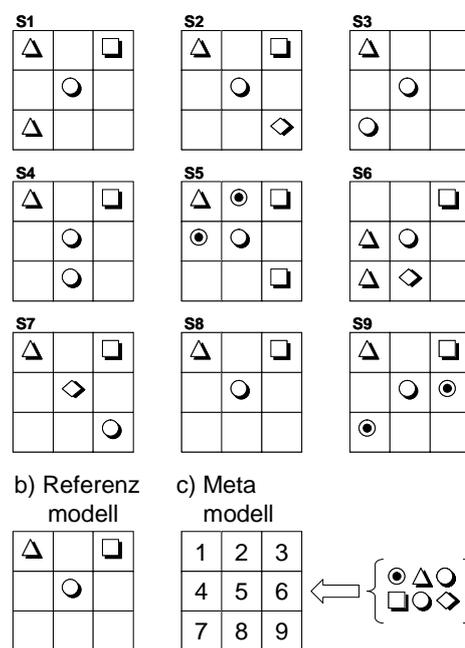


Abb.4.2: Konzept des Meta- und des Referenzmodells (vgl. [Hars1998])

In Abbildung 4.2 sind die Konzepte des Referenzmodells und des Metamodells illustriert. Ein *Metamodell* definiert die Sprache und Regeln, aus denen Modelle abgeleitet werden können. Referenzmodelle stellen bestimmte *Konfigurationen* von Modellen dar. Ein Referenzmodell erhebt für einen bestimmten Ausschnitt der Realität Allgemeingültigkeit mit normativem Charakter. Modelle sind *Instanzen* eines Metamodells. *Informationsmodelle* als spezielle Klasse stellen immaterielle Repräsentationen eines Objektsystems zum Zwecke der Organisations- und Anwendungssystemgestaltung dar und sind die für das Data Warehousing und damit für diese Arbeit relevante Klasse von Modellen.

4.2 Konstruktionstechniken für Referenzmodelle

Dieser Abschnitt behandelt die Techniken zur Konstruktion von Referenzmodellen (vgl. [BrBu2004]). Es können so Rückschlüsse auf Komplexität, Erstellungskosten und Risiko in Bezug auf die Adäquatheit des Modells vollzogen werden.

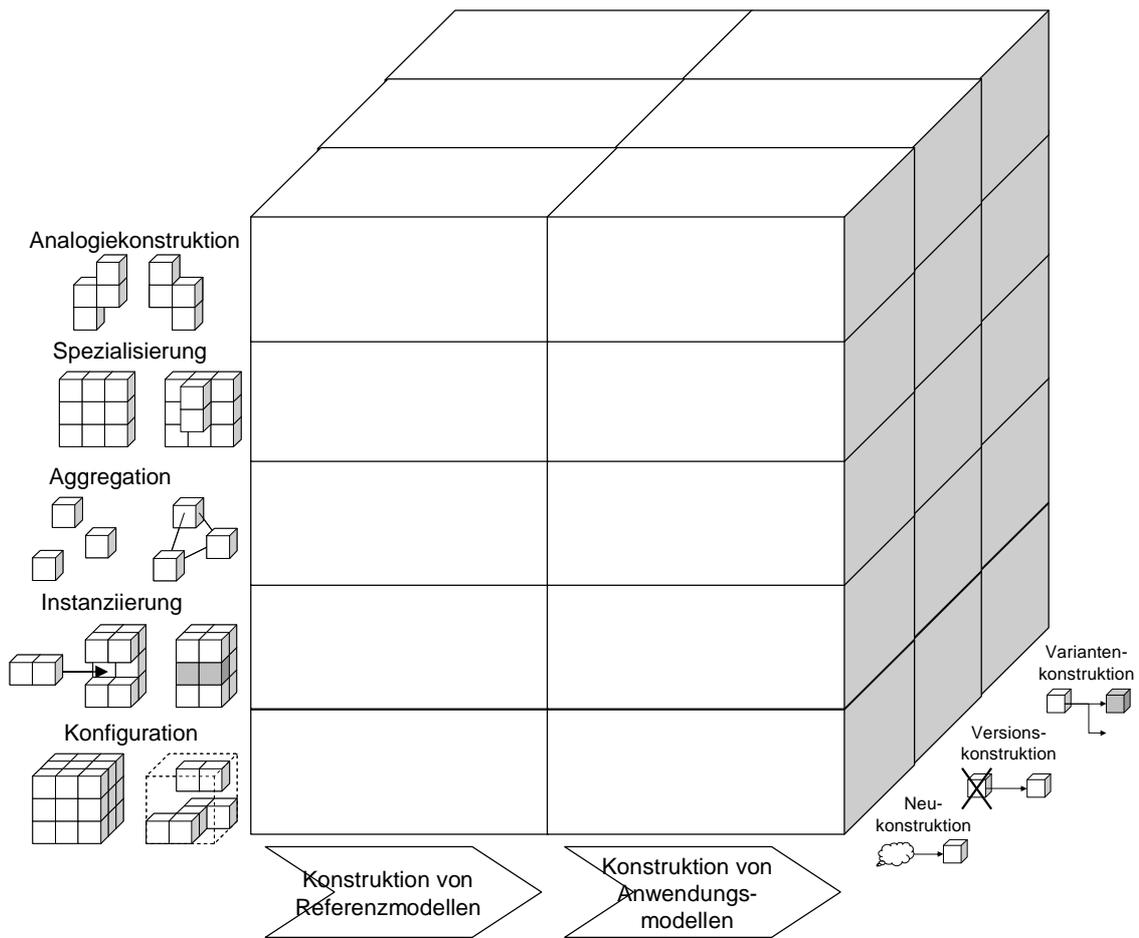


Abb.4.3: Ordnungsrahmen für Konstruktionstechniken (vgl. [BrBu2004])

In Abbildung 4.3 wird ein Framework für Konstruktionstechniken präsentiert. Dabei werden die drei Dimensionen Wertschöpfungsstufe, Innovationsgrad und schließlich eben die Konstruktionstechnik aufgespannt. Bezüglich der *Wertschöpfungsstufe* wird zwischen der Konstruktion von *Referenzmodellen* und der Konstruktion von *Anwendungsmodellen* unterschieden. Letztere zielt auf die Anwendung des Modells unter Wiederverwendung des Referenzmodells ab. Die Konstruktion des Referenzmodells selbst bedarf der *Antizipation* der Anforderungen des Modellanwenders und kann seinerseits wiederum auf Referenzmodellen basieren. Der *Innovationsgrad* bezeichnet das Maß, in dem die Konstruktion des Modells neuartige bzw. ähnliche Problemtypen abzubilden imstande ist. Bei der Neukonstruktion wird ein gänzlich neuer Problemtyp erschlossen, bei der Variantenkonstruktion wird eine neue *Ausprägung* eines Problemtyps abgedeckt. „Die Bewertung des Innovationsgrades einer Konstruktion erfolgt subjektiv unter Berücksichtigung des relevanten Umfelds an Modellen und Akteuren. So ist zu erwarten, dass insbesondere die Einschätzung, ob mit der Lösung ein neuer Problemtyp erschlossen wird, variiert.“[BrBu2004]

Schließlich geben die Konstruktionstechniken an, inwiefern Modellelemente aus dem Referenzmodell zur Erstellung des Anwendungsmodells wieder verwendet werden. Bei der *Konfiguration* werden mögliche Modellanpassungen vorgestaltet und deren konkrete Auswahl an bestimmte Parameterausprägungen gekoppelt. Bei der *Instanziierung* werden nur die für sämtliche Anwendungen gültigen Inhalte ins Referenzmodell integriert. Zur Anpassung werden Platzhalter eingeführt, in die jeweils angemessene Modelle eingebettet werden. Bei der *Aggregation* werden

Modellelemente unter bestimmten Regeln zu einem Gesamtelement „zusammengebaut“. Die *Spezialisierung* bedeutet, dass Modellelemente in ein spezielles Modell übernommen und dort zur Anpassung sowohl verändert als auch erweitert werden. Schließlich wird bei der *Analogiekonstruktion*, von einem Modell ausgehend, vom Modellersteller weitgehend kreativ ein ähnliches und passendes Modell entwickelt.

Die Konstruktionstechnik der Konfiguration bedeutet für die *Erstellung des Referenzmodells* den höchsten Aufwand, da die möglichen Modellausprägungen eigentlich zur Zeit der Referenzmodellierung antizipiert werden müssen. Für die Anwendung des Referenzmodells sinken die Kosten jedoch drastisch, da die Konstruktion auf die Erhebung der Konfigurationsparameter und die automatisierte Generierung des zugehörigen Modells beschränkt ist. Umgekehrt verhält es sich mit der Analogiekonstruktion. Hier ist bei der *Anwendung des Referenzmodells* ein beträchtlicher Teil an Arbeit zu leisten, weil das Referenzmodell wenig vorwegnimmt (was natürlich die Erstellung des Referenzmodells selbst weniger komplex werden lässt). Die restlichen Konstruktionstechniken ordnen sich entlang der Dimensionsachse in dieses Spektrum ein. Bei der Entscheidung, ob eine „durchdefinierte“ Konstruktionstechnik wie die Konfiguration, oder eine eher „freie“ wie die Analogiekonstruktion zu wählen ist, können Kriterien wie die Planbarkeit der Anwendungsszenarien, der Standardisierungsgrad des zu gestaltenden Systems, die Dynamik der Problemdomäne und dessen Umfeld sowie Zeit-, Kosten- und Qualitätskriterien der Modellierung bzw. des Modells selbst herangezogen werden (vgl. [BrBu2004]).

4.3 Vorgehensmodelle zur Referenzmodellerstellung

Um die Referenzmodellerstellung methodisch durchzuführen, soll ein entsprechendes Vorgehensmodell verwendet werden. Dazu werden diese in den folgenden Abschnitten erarbeitet.

4.3.1 Allgemeines Vorgehensmodell

In diesem Abschnitt wird ein generisches Vorgehensmodell zur Konstruktion und Anwendung von Referenzmodellen (vgl. [Schü1998]) vorgestellt. Das Vorgehensmodell unterteilt sich in die Phasen Problemdefinition, Konstruktion des Referenzmodellrahmens, Konstruktion der Referenzmodellstruktur, Komplettierung und Anwendung.

Die erste Phase der *Problemdefinition* hat den Zweck, genau zu definieren, welches Problem mit Hilfe des Referenzmodells besser gelöst werden können soll und wie dieses Problem genau aussieht. Auch wird hier der Beschreibungsbereich definiert, für den das Referenzmodell gelten soll. Auch die Modellkonstrukteure und Adressaten des Modells werden hier identifiziert. Darauf folgt die *Konstruktion des Referenzmodellrahmens*. Hier wird der *Ordnungsrahmen* des Referenzmodells festgelegt. Dieser hat den Zweck, auf einem hohen Abstraktionsniveau, das Referenzmodell für Anwender verständlich zu machen. Ausgehend von diesem groben Ordnungsrahmen kann das Modell schrittweise verfeinert werden und außerdem als Navigationshilfe herangezogen werden. In der nächsten Phase wird die *Referenzmodellstruktur* definiert. Diese beschreibt die eigentliche Technik der Modellierung. Es wird ein geeigneter Abstraktionsgrad festgelegt und

Strukturanalogien identifiziert. Diese entstehen durch Abstraktion von beobachteten Strukturen und Abläufen hin zu einem generischen Modellbaustein. Schließlich folgt die *Komplettierung* des Referenzmodells, wo nun das Modell tatsächlich im Detail ausspezifiziert wird. Die *Anwendung* schließlich führt das Referenzmodell in ein konkretes Modell über.

4.3.2 Vorgehensmodell zur konfigurativen Referenzmodellierung

In [BDKK2002] wird ein Vorgehensmodell zur Entwicklung von konfigurativen Referenzmodellen vorgestellt, das als Grundlage für die Vorgehensweise im Rahmen dieser Arbeit dienen kann, wobei der Aspekt der Konfiguration nicht abgehandelt wird. Dennoch enthält das Vorgehensmodell wertvolle Hinweise auf Aktivitäten, die im Zuge der Referenzmodellerstellung durchgeführt werden sollen. Das Modell gliedert sich in fünf Phasen, die wiederum eine gewisse Menge von Aufgaben umfassen. Ergebnis jeder Phase und Input in die nächste Phase sind *Dokumente*.

4.3.2.1 Phase „Projektziel definieren“

In der ersten Phase wird ein grobes Modell des Problembereichs erstellt, für das das Referenzmodell entwickelt werden soll. Dazu werden die vom Modell abzudeckenden Funktionsbereiche und Unternehmensmerkmale abgegrenzt. Daneben sind die relevanten Perspektiven der Modellnutzer auf das Modell zu erheben. Dazu können beispielsweise die unterschiedlichen *Zwecke* der Modellnutzung für den Benutzer (beispielsweise Organisationsgestaltung im Gegensatz zu Softwareentwicklung) in Betracht gezogen werden. Außerdem können die *Rollenprofile*, wie beispielsweise Analyst oder Designer, als die Perspektive determinierende Parameter herangezogen werden. Die beschriebenen Determinanten müssen in einem *Analysedokument* gemäß einer Methodik zur *Anforderungsanalyse* festgehalten werden. Schließlich ist im Rahmen einer *Marktanalyse* ein Überblick über die bereits vorhandenen und verwertbaren Referenzmodelle zu machen.

4.3.2.2 Phase „Referenzmodellierungstechnik definieren“

In der zweiten Phase ist die Modellierungstechnik, die im Zuge der Referenzmodellerstellung Anwendung findet, zu definieren. Dabei ist natürlich darauf zu achten, dass die in der vorangegangenen Phase erhobenen Anforderungen durch die Modellierungstechnik unterstützt werden. Dabei müssen insbesondere auf der Ebene der Sprache die drei Aspekte berücksichtigt werden (vgl. [BDKK2002]):

- Die Begriffe, die der Sprache der Modellierungstechnik zugrunde liegen, machen den *konzeptionellen Aspekt* aus. Auch die Bedeutung der Begriffe und die Beziehungen unter Ihnen sind diesem Aspekt zu subsumieren. Dabei wird gefordert, dass der Charakter einer *Orthosprache* gegeben ist, also die eindeutige, methodisch konstruierte und für wissenschaftliche Zwecke geeignete Definition der Sprache (vgl. [Knac2001]).
- Der *repräsentationelle Aspekt* ordnet den Begriffen des konzeptionellen Aspekts graphische Symbole, Verknüpfungsregeln und Regeln zur Layoutgestaltung zu.
- Schließlich ist die *Handlungsanleitung* zum Aufbau von Modellen aus den durch die vorangehenden beiden Aspekte definierten Modellen relevant. Inhaltlich müssen bei der Referenzmodellierungstechnik drei Komponenten berücksichtigt werden (vgl. [BDKK2002]):

- **Modellrahmen:** Hier wird eine High-Level-Sicht auf den Modellierungsgegenstand ermöglicht, der als Einstieg in das Modell bzw. zur Navigation und Übersicht dient. So wäre beispielsweise ein Wertschöpfungskettendiagramm von einer Supply Chain als Modellrahmen verwendbar.
- **Verfeinerungsmodelle:** Den Elementen im Modellrahmen werden verfeinerte Modelle zugeordnet. Das kann natürlich rekursiv über mehrere Stufen erfolgen. So könnten beispielsweise die Elemente des Wertschöpfungskettendiagramms in detaillierte Prozessdiagramme verfeinert werden.
- **Konfigurationsregeln:** Diese stellen die Anpassungspunkte samt Konfigurationsparameter dar und werden im Rahmen dieser Arbeit nicht entwickelt.

4.3.2.3 Phase „Referenzmodell erstellen“

Unter Anwendung der zuvor definierten Referenzmodellierungstechnik werden nun der Modellrahmen, die Verfeinerungsmodelle und die Konfigurationsregeln erstellt. Dabei ist neben der inhaltlichen Ausgestaltung des Modells auch auf die formale Korrektheit im Sinne der Übereinstimmung der Modellierungsergebnisse mit den zugehörigen Metamodellen zu achten. Die inhaltliche Korrektheit kann nicht objektiv und formal überprüft werden (vgl. [BDKK2002], [BHKS2000] zu erkenntnistheoretischen Überlegungen zur Referenzmodellierung). Um dennoch einen Konsens über die Zweck-eignung des Referenzmodells herzustellen, bedient man sich einer sorgfältigen Auswahl der betriebswirtschaftlichen Wissensbasen, von denen das Modell abgeleitet wird. Auch ist das Modell von anderen Experten zu begutachten.

4.3.2.4 Phase „Referenzmodell testen“

Das Referenzmodell muss schließlich getestet bzw. evaluiert und validiert werden. Dies erfolgt teils bereits während der Erstellungsphase. Hier kann nämlich die formale Korrektheit der Modelle in Bezug auf die Metamodelle – im Idealfall automatisiert durch Testtools – geprüft werden. Auch durch Interviews und Umfragen kann die Modellerstellung iterativ überprüft und angepasst werden. Nach Abschluss der Erstellungsphase ist - analog zum Systemtest in der Softwareentwicklung – das gesamte Modell zu überprüfen. Außerdem ist auf die gesamtheitliche Konsistenz der Modellteile zu achten. Das Domänenwissen, das im Modell gebunden ist, ist weiters durch Experten zu begutachten.

4.3.2.5 Phase „Referenzmodell vermarkten“

In einem letzten Schritt ist das Referenzmodell zu vermarkten und verfügbar zu machen. Hier treten Fragen der Distributionspolitik, Produktmanagement und des Marketing auf. Für eine eingehende Diskussion sei auf die in diesen Bereichen vertiefende Literatur verwiesen.

4.3.2.6 Querschnittsaufgabe Komplexitätsmanagement

Die Handhabbarkeit und Wirtschaftlichkeit des Referenzmodells ist wesentlich von seiner Komplexität abhängig und muss daher flankierend zu den Phasen im Vorgehensmodell stets beachtet werden. Die Komplexität des Modells wird durch die Anzahl der Elemente und der Relationen zwischen den Elementen, sowie durch

die dynamische Komplexität bei Anwendung der Konfigurationsregeln bestimmt. Bei der Modellentwicklung sind diejenigen Aspekte *nicht* zu integrieren, deren Kosten zur Integration nicht durch einen entsprechenden Nutzen honoriert werden. Zur Handhabung der Komplexität bieten sich auch Softwarewerkzeuge zur Unterstützung der Modellanwendung an.

4.3.2.7 Querschnittsaufgabe Konsensbildung

Bei der Erstellung von Referenzmodellen – die zumeist in einem Team durchgeführt wird – muss darauf abgezielt werden, dass der von einzelnen Adressaten des Modells empfundene subjektive *Mangel an Gestaltungsempfehlungen* minimiert wird. Erprobte und methodisch fundierte Regeln zur Modellerstellung werden als *Konsenskatalysatoren* bezeichnet. Diese leiten den Erkenntnis und Entwicklungsprozess und reduzieren so den Aufwand zu Konsensfindung. Das Referenzmodell selbst dient für die Zielerwengergruppe seinerseits als Konsenskatalysator, da darin auf methodisch fundierte Weise Wissen gebunden wurde, das bei der Erstellung des Anwendungsmodells wieder verwendet wird.

Folgende *Grundsätze ordnungsgemäßer Referenzmodellierung* lassen sich formulieren (vgl. [BDKK2002]):

- **Relevanz:** Die Modellergebnisse müssen den Resultaten der Konsensbildungsprozesse entsprechen. Damit ist gegeben, dass das Modell die als relevant erachteten Anforderungen sämtlicher Problemperspektiven umfasst.
- **Richtigkeit:** Die vereinbarten Regeln zur Modellerstellung (Notation, Methodik, Heuristiken usw.) müssen über den Erstellungsprozess hinweg eingehalten werden.
- **Wirtschaftlichkeit:** Sämtliche Maßnahmen zur Konsensbildung, Analyse und Modellerstellung sind stets unter Abwägung von Kosten und Nutzen durchzuführen. In [Schü1998] werden folgende Grundsätze ordnungsgemäßer Referenzmodellierung entwickelt, die auch in der vorliegenden Arbeit beachtet werden sollen:
 - Grundsatz der Konstruktionsadäquanz
 - Grundsatz der Sprachadäquanz
 - Grundsatz der Wirtschaftlichkeit
 - Grundsatz des systematischen Aufbaus
 - Grundsatz der Klarheit
 - Grundsatz der Vergleichbarkeit

5. Modellkonzeption

In diesem Kapitel wird das Referenzmodell entwickelt. Dabei wird auf die in Kapitel 4 beschriebenen Techniken und Vorgehensmodelle für die Referenzmodellerstellung zurückgegriffen, um den Prozess methodisch fundiert zu leiten. Dabei finden speziell die in Abschnitt 4.3.1 und 4.3.2 diskutierten Vorgehensmodelle Anwendung, wobei die Multiperspektivität durch die Definition von Perspektiven (*Views*) eingebracht werden. Als Konstruktionstechniken im Zuge der Referenzmodellierung kommen die Aggregation und Spezialisierung zum Tragen. Die Konstruktionstechnik der Konfiguration ist für die vorliegende Arbeit nicht umsetzbar, da die Anwendungsdomäne (des Supply Chain Controlling) als zu dynamisch, neuartig und komplex angesehen werden kann (vgl. [OtSt2003], [Webe2002]), um eine so weit reichende und detaillierte Referenzmodellerstellung zu erlauben (vgl. dazu auch

[BrBu2004] bzw. die Ausführungen in Abschnitt 4 zu den Konstruktionstechniken in der Referenzmodellierung). Es wäre eine Einschränkung der Domäne des Supply Chain Controlling auf beispielsweise branchenspezifische Teilmodelle (und damit eine drastische Einschränkung der Komplexität) vonnöten, um Konfiguration sinnvoll und möglich zu machen. Hier soll allerdings ein generisches Referenzmodell entwickelt werden.

Phase	Aktivitäten	Abschnitt
Problemdefinition	<ul style="list-style-type: none"> •Definition der Problemstellung •Präzisierung auf Data Warehousing 	5.1
Abgrenzung des Untersuchungsgegenstands	<ul style="list-style-type: none"> •Begriffsdefinitionen •Adressaten und Rollen •Einordnung in Prozess der Informationsbedarfsanalyse 	5.2
Ausarbeitung des Modellrahmens	<ul style="list-style-type: none"> •Erarbeitung der zugrunde liegenden Controlling Konzeption •Institutionalisierung des Supply Chain Controlling •Architektur •Spezifikation der Views und Fakten •Netzwerkmodell der Supply Chain •Netzwerkmodell der Produktstruktur •Unternehmensmerkmale 	5.3
Ausarbeitung der Modellstruktur	<ul style="list-style-type: none"> •Festlegen der Modellierungstechnik •Festlegen und Konfiguration der Modellierungstools •Konfigurationsregeln •Verfeinerungsmodelle (Views, Fakten, Netzwerk) 	5.4
Kompletterung	<ul style="list-style-type: none"> •Ausarbeitung des gesamten Referenzmodells in einem Datenmodell 	5.5

Tab. 5.1: Vorgehen bei der Referenzmodellerstellung (in Anlehnung an [Schü1998], [BDKK2002])

Zuallererst wird in Abschnitt 5.1 die Problemstellung präzisiert. In Abschnitt 5.2 wird der Untersuchungsgegenstand abgegrenzt und erläutert, wie die Informationsbedarfsanalyse im Data Warehousing (vgl. Abschnitt 3.1.4) durch das Referenzmodell konkret unterstützt wird. Der Modellrahmen (Ordnungsrahmen) wird in Abschnitt 5.3 vorgestellt. Hier wird die zugrunde liegende Controlling Konzeption aufgestellt und die Institutionalisierung des Controllings diskutiert. Auch die technische Architektur des Supply Chain DWH Systems wird hier entwickelt. Den zentralen Teil dieses Modellrahmens machen das Perspektivenmodell und das Netzwerkmodell aus. In Abschnitt 5.4 wird das Referenzmodell erstellt und ausspezifiziert (Verfeinerungsmodelle, Modellstruktur; vgl. [Schü1998], [BDKK2002]). Die Definition der Modellierungstechnik und die Auswahl der Modellierungstools werden hier vorgenommen. Schließlich werden die Netzwerk- und Viewmodelle als Informationsmodell unter Zuhilfenahme eines Tools spezifiziert.

5.1 Anforderungen und Präzisierung der Problemstellung

Nach der Erarbeitung und Analyse der Problemdomäne des Supply Chain Controlling und auch des Methodeninstrumentariums des Data Warehousing lassen sich gewisse „Eckpfeiler“ an Anforderungen spezifizieren, denen das Design des Modells auf jeden Fall genügen muss. Diese Anforderungen lassen sich einteilen nach strukturellen und inhaltlichen Eigenschaften. Die *strukturell-modellierungsgetriebenen* Eigenschaften leiten sich naturgemäß primär aus der Data Warehousing Technologie ab, während die *inhaltlichen* Eigenschaften durch die Problemdomäne des Supply Chain Controlling bestimmt sind. Die in Folge spezifizierten Anforderungen sind so zu verstehen, dass sie die Designprinzipien darstellen, die den Rahmen des individuellen Lösungsansatzes des in dieser Arbeit

entwickelten Controlling Modells ausmachen, denn diese werden direkt und vollständig im Design des Modells umgesetzt. Diese Anforderungen erfassen die Problemstellung des Supply Chain Controlling und das Umsetzen dieser Anforderungen führt zu einer effektiven Problemlösung. Des Weiteren finden die *Grundsätze ordnungsgemäßer Modellierung* (vgl. Kapitel 4) Anwendung.

5.1.1 Strukturelle Anforderungen

Anforderung 1: Modularer Aufbau

Im Sinne eines modernen Designs von Informationssystemen und –Modellen sowie Datenbanken (vgl. [ZBGK2001]) soll das Modell modular gegliedert sein. Das erleichtert die Konstruktion und die Erweiterbarkeit (vgl. Abschnitt 4.2) und ermöglicht auf fachlich-inhaltlicher Ebene die Unterteilung der Problemdomäne.

Anforderung 2: Unterstützung des EDE Prozesses

Der in Abschnitt 3.1.3.3 vorgestellte Entwicklungsprozess (vgl. [KeMW01]) eines DWH Systems ist zweckmäßig. Gerade im Kontext des Supply Chain Management und –Controlling ist ein iterativer Ausbau der DWH Datenbasis wichtig, da die Modellanwender hier zu Beginn der Entwicklung ihre Anforderungen noch nicht vollständig spezifizieren können.

Anforderung 3: Interoperabilität mit APS Systemen

In Abschnitt 2.3.7 wurde auf die teilweise überlappenden Funktionalitäten und Anforderungen zwischen DWH Systemen und sonstigen Supply Chain Softwaresystemen – insbesondere Advanced Planning Systems – hingewiesen. Hier besteht eine hervorragende Gelegenheit, Synergien zwischen den Systemen zu erzielen. Darum soll ein DWH System architekturell so konzipiert sein, dass die darin aufgebaute Datenbasis auch für APS Systeme verwendbar gemacht werden kann. So können die APS-gestützten Planungsprozesse in einem möglichst weitgehenden Maß auf einer qualitativ hochwertigen und umfangreichen Datenbasis aufsetzen. Neben der architekturell bedingten Interoperabilität ist auch in Bezug auf die Formatierung und Granularität der Datenbasis auf Kompatibilität zu achten.

5.1.2 Inhaltliche Anforderungen

Anforderung 4: Konzeption auch als Forschungsframework

Supply Chain Management und Supply Chain Controlling sind beides junge Forschungsgebiete, die sich beide in einem stetigen Wechselspiel weiterentwickeln und noch nicht über eine breite und allgemein akzeptierte theoretische Fundiertheit verfügen (vgl. Abschnitt 2.4.2, [OtSt2003], [Webe2002]). Es macht deswegen kaum Sinn zu versuchen, ein DWH Modell zum Controlling von Supply Chains zu entwickeln, das sich anmaßt, in dieser Form „der Weisheit letzter Schluss zu sein“. Neben dem Anliegen des in dieser Arbeit entwickelten Konzepts, State-of-the-Art Knowhow umsetzungsorientiert für die Praxis verfügbar zu machen, muss das Modell auch als *Framework für die Forschung* verwendbar sein. Es muss als Datenmodell und –Basis inhaltlich anpassbar und erweiterbar sein und damit auch die Fortentwicklung des Supply Chain Controlling ermöglichen.

Anforderung 5: Aufdeckung von Ursache-Wirkungs-Zusammenhängen

Gemäß dem materiellen Controllingverständnis (vgl. Abschnitt 2.4.2, [OtSt2003]) und der konzeptionellen Nutzung von Information (vgl. Abschnitt 2.1, [Webe2002])

soll Supply Chain Controlling es ermöglichen, Kausalketten in Prozessen und Strukturen aufzudecken. Das ist vor allem in Anbetracht der noch fehlenden breiten Theoriebasis im Supply Chain Management und –Controlling von besonderer Wichtigkeit. Das Modell soll also – unter Ausnutzung der (interaktiven) OLAP Technologie (vgl. Abschnitt 3.3.1) – die rationalitätssichernde Analyse von Supply Chains ermöglichen, die über den reinen Planungs- und Kontrollregelkreis hinausgeht (vgl. Abschnitt 2.1.2, rationalitätsorientierte Controlling-Konzeption).

Anforderung 6: Verwendung des SCOR Standards

Um Nutzen aus dem SCOR Referenzmodell zu ziehen, aber auch um das eigene Referenzmodell standardkonform zu machen, soll bei der Modellierung auf das Supply Chain Operations Reference Model (vgl. Abschnitt 2.3.5.1) – wann immer sinnvoll – zurückgegriffen werden.

Anforderung 7: Implementierbarkeit von Supply Chain Controlling Instrumenten

Schon im Sinne einer sorgfältigen induktiven Forschungsmethodik müssen die in Abschnitt 2.5 dargestellten Instrumente des Supply Chain Controlling sozusagen in dem hier entwickelten Modell „enthalten“ sein. Neben dieser methodischen Argumentation ist allerdings auch vom Standpunkt der Praxis klar die Anforderung zu stellen, dass in einem ganzheitlichen Lösungsansatz bestehende Instrumente umsetzbar sind, um bereits implementierte Controlling Instrumente möglichst weitgehend wieder verwenden zu können. Dabei muss allerdings die Möglichkeit bestehen, durchaus auch Instrumente, soweit sinnvoll argumentierbar, explizit auszuschließen.

Anforderung 8: Einbettung in Controlling Theorie

Gemäß der in Abschnitt 2.4.2 ausgeführten Argumentation ist der „Brückenschlag“ zur klassischen Controlling Theorie zu vollziehen (vgl. [OtSt2003]), damit die hier entwickelten Forschungsergebnisse der kritischen Reflexion derselben zugänglich gemacht werden können. Das DWH Referenzmodell ist somit in eine Controlling Konzeption einzubetten.

Anforderung 9: Partitionierung der Problemdomäne

Es soll die Möglichkeit bestehen, die komplexe Problemdomäne des Supply Chain Controlling derart zu unterteilen, dass gewisse Aspekte isoliert herausgegriffen werden und später andere Aspekte konsistent hinzugefügt werden können. Das geschieht im Zusammenspiel mit Anforderung 2, sodass eine möglichst flexible Implementierung eines Controlling Informationssystems über den Zeitverlauf hinweg bewerkstelligt werden kann. So soll beispielsweise in einem Supply Chain Projekt in einer frühen Phase das Controlling der Lagerbestände und –Prozesse aufgebaut werden und später um das Controlling der Transportprozesse erweitert werden können. Das trägt auch der Idee der Multiperspektivität (vgl. Abschnitt 4.1) Rechnung.

Anforderung 10: Dezentrale Architektur

Das Modell soll der Tatsache Rechnung tragen, dass in Supply Chains eine zentrale Koordination zusehends schwieriger wird. Im Falle von polyzentrischen (heterarchischen) Supply Chains ist eine zentrale Einrichtung zum Controlling kaum durchzusetzen und auch in fokalen Supply Chains muss einerseits der Komplexität Rechnung getragen werden und andererseits entsprechende Anreize zur effektiven

Teilnahme geboten werden. Diese Anforderung ist jedoch primär in der Phase der Implementierung des DWH umzusetzen.

Anforderung 11: Transparente Architektur

Das durch das Referenzmodell aufgebaute DWH System soll einen transparenten Informationspool zur Verfügung stellen. Das heißt, es soll keine Möglichkeit für einen einzelnen Supply Chain Partner bestehen, Teile der Datenbasis (Basisdatenbank; vgl. Abschnitt 3.1.2) vom der gesamten Supply Chain abzuschotten, da sonst wiederum Verhalten ermöglicht wird, bei dem ein gesamtheitliches Kooperieren erschwert wird und so das Vertrauen geschädigt wird. Diese Anforderung ist jedoch primär in der Phase der Implementierung des DWH umzusetzen.

5.2 Abgrenzen des Untersuchungsgegenstands

Zuallererst ist eine Abgrenzung vorzunehmen, auf welcher Planungsebene bzw. mit welchem Planungshorizont das Controllinginformationssystem arbeitet. Das in dieser Arbeit entwickelte Controllinginformationssystem unterstützt die Managementaufgaben im Supply Chain Management auf einer strategischen und taktischen Ebene. Das operative Management ist nicht Betrachtungsgegenstand des Modells. Diese Aspekte der Supply Chain Execution werden von den einzelnen Unternehmen bzw. von in konkrete Aufgaben involvierten Unternehmen durchgeführt. Das Supply Chain Controlling jedoch ermöglicht die Ausrichtung der operativen Aktivitäten an Supply Chain Zielen. So ist also beispielsweise Information über die Konfiguration der Supply Chain oder die Kapazität von Produktionsstätten im DWH zu finden, die operative Produktionsplanung und die operative Tourenplanung jedoch nicht. Ein Grund für diese Abgrenzung ist, dass die Datengranularität und –Menge bei einer Ausweitung auf operative Fragestellung zu umfangreich werden würde. Außerdem gibt es für die Supply Chain Execution viele spezialisierte Tools und Systeme (vgl. [Huss2004], [Busc2003], [StKr2003]), die neben der überbetrieblichen Abwicklung auch das Controlling unterstützen. Hier ist ganz einfach in den einzelnen Unternehmen Detailwissen und –Management vonnöten, dass aus der „Vogelperspektive“ der Supply Chain nicht sinnvoll umgesetzt werden kann.

5.2.1 Begriffsdefinition

Nun soll der Begriff der *Supply Chain*, sowie Supply Chain Management und Supply Chain Controlling, so wie er im Rahmen dieser Arbeit Verwendung findet, definiert werden (dabei wird auf die in Abschnitt 2.2 und 2.3 erarbeiteten Begriffe, Strukturen und Konzepte zu Unternehmensnetzwerken und Supply Chains zurückgegriffen; vgl. [Hess2002], [Busc2004], [Drew2001], [Wirt2001], [Otto2002], [SiKa2004], [Arnd2004]):

Supply Chains (Supply Chain Netzwerke) sind stabile, fokale wie polyzentrische, regionale bis internationale, vertikal entlang der Wertschöpfungskette ausgerichtete Unternehmensnetzwerke, die auf eine operative bis strategische Abstimmung durch Funktionsabstimmung, -Austausch sowie gemeinsamer -Erfüllung im Bereich der Produktion und Logistik (und der damit einhergehenden Finanzströme) abzielen.

Damit sind die Prozesse, die den Transport und die Transformation von physischen Gütern bewerkstelligen bzw. die Informationsprozesse in den Mittelpunkt gestellt. Andere funktionale Bereiche der Betriebswirtschaft wie Personalwesen und Marketing sind damit nicht Gegenstand der Betrachtung. Für die Spezifizierung des Begriffs des *Supply Chain Management* scheint die Definition in [Bach2004] zweckdienlich:

„*Supply Chain Management als Führungsfunktion umfasst die strategische und operative, unternehmensübergreifende, flussorientierte Gestaltung und Koordination der relevanten Teile der Wertschöpfungskette zwischen mindestens zwei rechtlich voneinander unabhängigen Unternehmen und bezieht sich hauptsächlich auf die Prozesse Güter, Finanzen und Information mit der Zielsetzung, diese gemeinsam zu optimieren.*“[Bach2004]

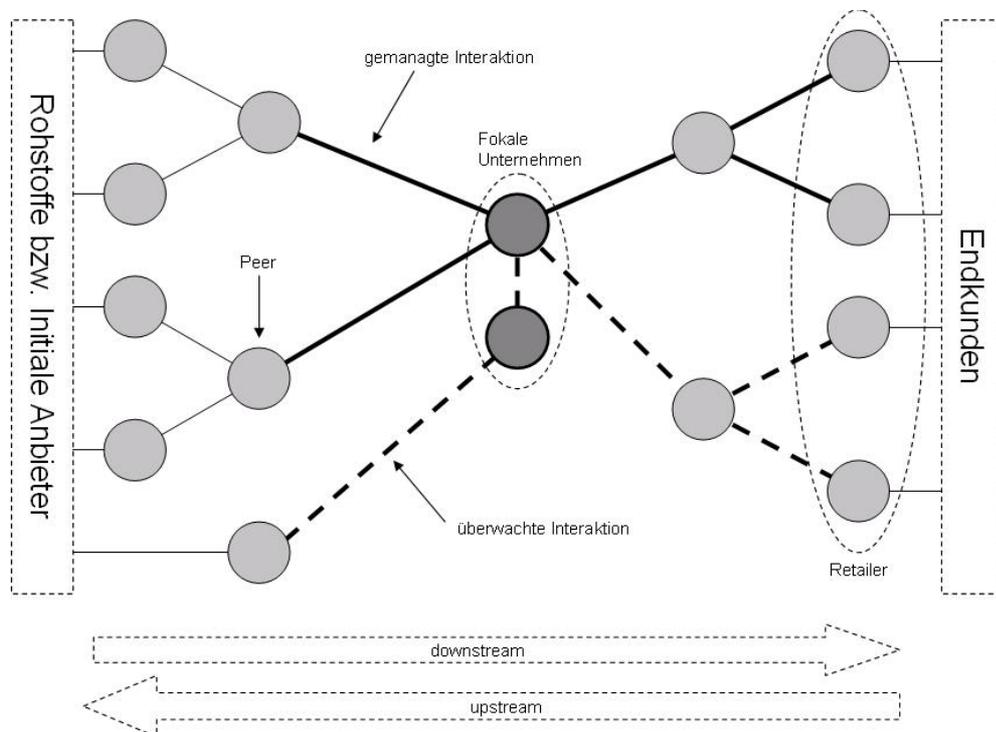


Abb. 5.1: Struktur einer Supply Chain

Zuletzt sollen noch einige Begriffe geklärt werden, die in weiterer Folge benutzt werden (diese sind weitestgehend konsistent mit [SiKa2004] und [Luck2001]):

- *Peer* wird in Folge verwendet, um im Modellkontext eine einzelne Wertschöpfungseinheit in der Supply Chain zu bezeichnen. Von an einer Supply Chain teilnehmenden Unternehmen wird daneben als *Unternehmen* oder *Supply Chain Unternehmen* gesprochen.
- *Downstream* bezeichnet den Fluss zum Endkunden hin und *Upstream* bezeichnet den Fluss vom Kunden weg die Wertschöpfungskette „hinauf“ in Richtung der niederwertigeren Güter.
- *Präfokale Wertschöpfungsstufen* bezeichnen die Wertschöpfungsstufen vor der Hauptproduktionsebene in der Supply Chain. *Postfokale Wertschöpfungsstufen* (das Distributionssystem) sind analog dazu die Stufen nach der Produktion.
- *Retailer*: Diese Stufe in der Supply Chain bzw. dieser Peertypus hat den Kontakt zum Endkunden. Dieser Kontakt ist einerseits physisch zu sehen, als dass downstream die Produkte in dieser Stufe zum Kunden übergehen, andererseits auch

upstream, wenn man den informationellen Aspekt der Bestellungen- und Nachfrageentstehung in den Vordergrund rückt. Natürlich kann auch upstream ein physischer Austausch bestehen (Rückgaben) und downstream Information übermittelt werden.

- *Produzenten bzw. Produktionsstätten*: Das sind sämtliche Peers, die wertschöpfenden Aktivitäten in Form von Produktion nachgehen.
- *Transportdienstleister*: Diese führen Transporte durch. Dabei wird nicht weiter zwischen Spediteuren, Frächtern oder Logistikdienstleistern (vgl. [LELM2001]) unterschieden.

5.2.2 Adressaten und Rollenprofile

Adressaten und Rollen des Modells sind sämtliche Personen, die sich auf Supply Chain Ebene (das heißt auf einer Ebene über einem einzelnen Unternehmen) mit Supply Chain Controlling befassen. In dieser Definition ist implizit enthalten, dass korrespondierend mit den Ausführungen im vorigen Abschnitt das operative Controlling im Kompetenzbereich der einzelnen Unternehmen verbleibt. Das streicht auch den Fokus auf die *integrierte* Supply Chain Betrachtungsweise heraus. Daneben ist eine weitere begriffliche Präzisierung punkto Informationsnachfrager und – Anbieter vorzunehmen. *Informationsnachfrager* sind schlichtweg sämtliche Entscheidungsträger im Supply Chain Kontext (die *Supply Chain Manager*). Informationsanbieter sind jedoch zu unterteilen. In Folge werden als *Informationsanbieter* die Supply Chain Controller bezeichnet, die das Controllingssystem für die Informationsnachfrager aufbauen und pflegen. Hingegen als *operative Informationsanbieter* werden sämtliche Rollen bezeichnet, die operative Systeme innehaben, aus denen das DWH System gespeist wird. Die nachfolgende Tabelle fasst die für diese Arbeit relevanten Rollen zusammen.

Rolle	Typus	Adressat	Aufgaben
Supply Chain Manager	Informationsnachfrager	Ja	Anwendung des Controllingmodells; Unterstützung bei Informationsbedarfsanalyse
Supply Chain Controller	Informationsanbieter	Ja	Anwendung des Referenzmodells; Durchführen des Informationsbedarfsanalyse; Pflege und Wartung des DWH
Logistik Manager	Informationsnachfrager	Nein	Management der Logistik eines Unternehmens; Ausrichtung der Logistik an Supply Chain Zielen
OLTP Manager	Operativer Informationsanbieter	Nein	Management der operativen Systeme; Unterstützung bzw. Umsetzung der ETL Prozesse
Datenmodell Spezialist	Informationsanbieter	Ja	Umsetzung des konzeptuellen DWH Modells in ein lauffähiges OLAP System

Tab. 5.2: Rollenprofile im Kontext des Referenzmodells

5.2.3 Einordnung in die Informationsbedarfsanalyse

In Abschnitt 3.1.4 wurde ein Prozess zur Informationsbedarfsanalyse im Data Warehousing (vgl. [Stra2002]) vorgestellt. Dieser wird im Rahmen dieser Arbeit herangezogen, um eine strukturierte Abgrenzung vorzunehmen, welche Aktivitäten der Informationsbedarfsanalyse durch die Referenzmodellierung vollständig vorweggenommen bzw. teilweise vorweggenommen werden. Das ermöglicht bei der Anwendung des Referenzmodells die genaue Identifizierung von offenen Aufgaben und dient somit als Leitfaden. Die obligatorische Informationsbedarfsanalyse beim Aufbau eines DWH Systems wird somit zu einer *referenzmodellgestützten Informationsbedarfsanalyse*. Informationsnachfrager können ihren subjektiven

Informationsbedarf besser und zielgerichteter äußern und objektivieren, was Pseudo- und Unterversorgung an Information eindämmt. Genauso können Informationsanbieter mit einer potentiellen Gesamtmenge an Informationsangebot (in Form eines Referenzmodells) ihre Analysen durchführen und so zielgerichtet Teile aus dem Anwendungsmodell ausschließen bzw. in dieses einbringen (vgl. Abschnitt 3.1.4). In Abbildung 5.2 wird der Prozess der Informationsbedarfsanalyse dargestellt. Die fett umrandeten Aktivitäten werden vom Referenzmodell vollständig unterstützt. Die fett gestrichelten Aktivitäten werden teilweise unterstützt und die dünn gestrichelten Aktivitäten sind nicht Teil des Referenzmodells.

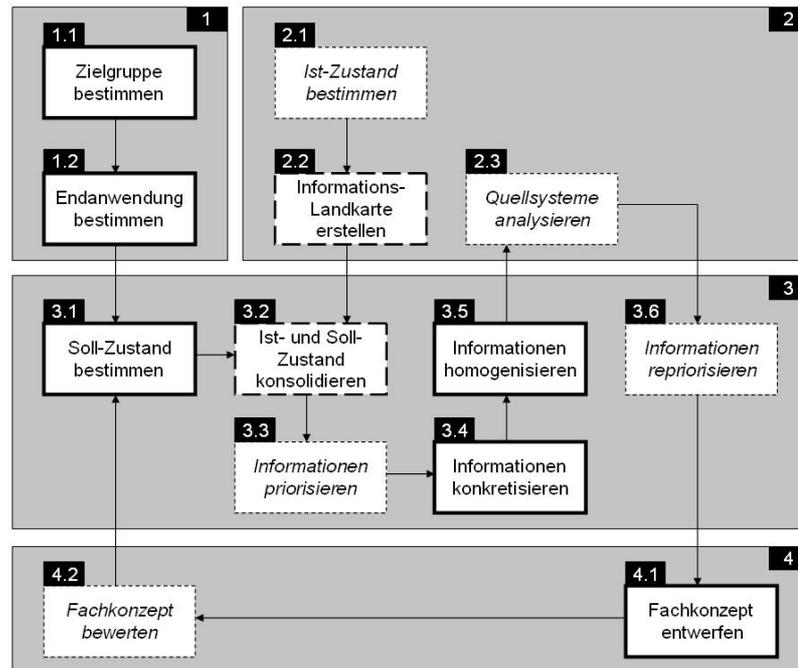


Abb. 5.2: Unterstützung des Prozesses der Informationsbedarfsanalyse (in Anlehnung an [Stra2002])

Zunächst ist zu identifizieren, welche Aktivitäten vom Referenzmodell vollständig vorweggenommen werden können. Die erste Phase soll im Rahmen der Referenzmodellkonzeption vollständig abgearbeitet werden und stellt schlicht eine Spezialisierung der in [Stra2002] beschriebenen generischen Informationsbedarfsanalyse auf eine bestimmte Fachdomäne dar. Aktivitäten 3.1, 3.4 und 3.5 können als vom Referenzmodell vorweggenommen betrachtet werden, da es gemäß den Ausführungen zur Referenzmodellierung (vgl. Kapitel 4) eine Gesamtmenge an Informationsangebot umfasst, das nur noch durch Konstruktionsmechanismen in ein konkretes Modell verarbeitet werden muss. Auch bietet das Referenzmodell eine homogenisierte Menge an domänenspezifischen Begriffen und Konzepten an, die nur noch gezielt – je nach konkretem Anwendungsfall – aus der Gesamtreferenzmenge ausgewählt werden müssen. Aus der vierten Phase wird durch das Referenzmodell plus Konstruktionsregeln die Aktivität 4.1 unterstützt. Es erleichtert das Referenzmodell die Informationsbedarfsanalyse, indem die Gesamtmenge an Informationsangebot, die theoretisch im DWH System enthalten sein könnte, ausspezifiziert wird. Der Modellanwender muss nur noch die Teile des Referenzmodells nach den Konstruktionsregeln „zusammenbauen“.

Die Schritte, die nicht im Referenzmodell enthalten sind bzw. nicht sein können, sind sämtliche Aktivitäten der zweiten Phase, der Ist Analyse. Diese ist vom konkreten

Anwendungsfall abhängig und ist mit dem zu erstellenden DWH System in Einklang zu bringen. Die Informationslandkarte und die Quellsysteme (vgl. [Stra2002]) stellen die Basis für das DWH System dar. Die Informationslandkarte ist im konkreten Projekt individuell zu erarbeiten. Die Analyse der Quellsysteme ist ein grundlegender Schritt in jedem Data Warehousing Projekt und macht im Fall fehlender oder qualitativ minderwertiger Quellen die Speisung und damit die Implementierung des DWH teilweise unmöglich. Wie in Abschnitt 1.1 zu den Forschungszielen jedoch ausgeführt, kann das Referenzmodell als Sollinformationsangebot herangezogen werden, um die OLTP System und deren operative Datenbasen gezielt auf sowohl die operative Performance als auch auf die Controllinganforderungen anzupassen.

Auch können in Phase 3 die Aktivitäten zur Priorisierung der Informationsbedarfe (Aktivitäten 3.3 und 3.6) nur vom Modellersteller behandelt werden, da er die konkreten Strategie- und Projektanforderungen kennt und diese Prioritäten auch freigestellt bleiben sollen. Die Konsolidierung des Ist- und des Sollzustands (Aktivität 3.2) wird teilweise vom Referenzmodell vorweggenommen. Hier werden vom Referenzmodell zwar keine Regeln und Konstruktionstechniken angeboten. Das Modell selbst dient aber als „Vergleichskatalog“ mit dem zuvor erhobenen Ist Zustand. Die Bewertung des konkreten Fachkonzepts obliegt ebenfalls den Modellanwendern.

5.3 Modellrahmen

Die Problemstellung des Supply Chain Controlling stellt besondere Anforderungen an ein DWH Modell. Darum wird im vorliegenden Ansatz das im Data Warehousing übliche multidimensionale Datenmodell samt der OLAP Logik um zwei weitere Aspekte erweitert, nämlich um eine *Netzwerkperspektive* und eine *Produktstrukturperspektive*. So kann neben der quantitativ orientierten OLAP Analyse ein Mapping auf die topologischen Strukturen einer Supply Chain und auf die Güterflüsse durchgeführt werden. Für die genaue Umsetzung dieses Modells sei hier auf Abschnitt 5.3.3 verwiesen. Zunächst werden hier (gemäß dem Vorgehensmodell in der Referenzmodellierung) die grundlegenden Eigenschaften und Strukturen des Modells definiert. Im darauf folgenden Abschnitt 5.4 werden die Detailmodelle (für die einzelnen Views) behandelt.

5.3.1 Zugrunde liegende Controlling-Konzeption

Im Rahmen dieser Arbeit wird auf der *rationalitätsorientierten Controlling-Konzeption* aufgebaut (vgl. [Webe2002], [Otto2002] bzw. Abschnitt 2.1.2.3). Um die Aufgaben und Ziele des Controllingsystems spezifizieren zu können und im hier entwickelten Ansatz den in Abschnitt 2.4.2 diagnostizierten Mangel des Rückgriffs auf Controlling Theorie zu beheben (vgl. [OtSt2003]), wird in diesem Abschnitt diese Controllingkonzeption und das Controlling System (vgl. Abschnitt 2.1) abgesteckt, in die das Referenzmodell eingebettet werden soll (Anforderung 8). Hier ist anzumerken, dass das *Artefakt* des Referenzmodells als konkretes Ergebnis dieser Forschungsarbeit nur einen *Teil des Controllingsystems* darstellt. Wie in Abschnitt 2.1 zu den Begrifflichkeiten im Controlling ausgeführt, stellt das Controllingsystem die Gesamtheit aus Zielen, Aufgaben, Instrumenten und der Organisation dar, mit der eine Controlling-Konzeption konkretisiert wird. Die organisatorische Institutionalisierung und die konkreten Führungs- sowie Controllingprozesse sind

jedoch nicht Kernthema dieser Arbeit. Es ist aber von Seiten der Data Warehouse Architektur zu klären, welche Designoptionen zur Verfügung stehen, die konsistent mit der Organisation eines rationalitätsorientierten Controllingystems sind (vgl. Abschnitt 5.3.1.2). Die Ziele und Aufgaben leiten sich gemäß der Ausrichtung der rationalitätsorientierten Controllingkonzeption unmittelbar aus den Zielen und Aufgaben des Führungssystems – also des Supply Chain Management – ab. Des Weiteren ist das Referenzmodell nach dem Prinzip eines Performance Management Systems (vgl. Abschnitt 2.1.3) entworfen. Das bedeutet, dass es die fein granulierte Zuordnung von Informationen zu Objekten (über Dimensionen) erlaubt, auch auf ebenenspezifische Weise.

5.3.1.1 Abgrenzen der Aufgaben und Ziele im Supply Chain Controlling

Die Controlling Konzeption, die für die vorliegende Arbeit am zweckdienlichsten angesehen wird, ist die rationalitätsorientierte Controlling-Konzeption (vgl. Abschnitt 2.1.2.3). Aufgaben des Controlling können daher einerseits aus den Rationalitätsblockaden im Entscheidungsprozess (als essentielle, durch das Controlling zu unterstützende Phase des Führungsprozesses), als auch aus den Zielen des Supply Chain Managements abgeleitet werden. Die Durchsicht der aktuellen Literatur zum Supply Chain Management führt zu folgenden *Zielen* (vgl. Abschnitt 2.3.2):

- Senkung des Kosten
- Senkung der Lagerbestände
- Steigerung der Flexibilität und Reaktionsfähigkeit
- Verringerung der planerischen Unsicherheit
- Senkung der Durchlaufzeiten
- Erhöhung der Lieferbereitschaft und des Lieferservice
- Erhöhung der Produktivität
- Erhöhung der Produktqualität
- Erhöhung von Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit
- Wertsteigerung der gesamten Supply Chain
- Steigerung der Kundenzufriedenheit
- Optimale Nutzung der in der Supply Chain vorhandenen Kompetenzen
- Steigerung des Vertrauens in der Supply Chain

Aus diesen Zielen lassen sich für diese Arbeit folgende *Aufgaben* des Supply Chain Management ableiten:

- Konfiguration der Supply Chain
- Informationsversorgung durch Aufbau eines Informationssystems
- Wertausgleich zwischen den an der Supply Chain beteiligten Unternehmen
- Auswahl der teilnehmenden Unternehmen (Partner)
- Entwicklung einer Kooperations- und Vertrauenskultur
- Koordination der Aktivitäten
- Kompetenzmanagement
- Schaffung von Potentialen
- Entwicklung einer Kundenorientierung
- Integration der Prozesse und Strukturen
- Aktionsmanagement
- Erfolgsmanagement
- Partnermanagement
- Ausrichtung auf das Pull-Prinzip

- Zielfestlegung
- Produktionsprogrammplanung

Gemäß der rationalitätsorientierten Controlling-Konzeption sind diese genannten Aufgaben vom Controlling zu unterstützen, also ist dafür zu sorgen, dass die Rationalität gewahrt bleibt (vgl. [Otto2002], [Webe2002]). Durch die Rationalitätsblockaden im Entscheidungsprozess (vgl. Abschnitt 2.1.2.3 bzw. [Otto2002]) lassen sich weitere (auf das Controllingsystem bezogene) Aufgaben des Supply Chain Controlling ableiten. Diese münden in „Funktionalitäten“, die im OLAP Modell enthalten und durchführbar sein müssen, um bei Entscheidungen Rationalität sicherzustellen:

- Abbilden von Stimuli und Signalen zur Initiierung des Entscheidungsprozesses: Das DWH soll die Möglichkeit der Darstellung und Überwachung von Ziel- und Sollwerten für bestimmte Größen anbieten. Die Verknüpfung von Messgrößen im OLAP Modell ermöglicht so, auch aus Veränderungen von verknüpften oder abgeleiteten Größen, den Bedarf nach Entscheidungen und Handlungen zu signalisieren.
- Es muss die Bildung einer „gemeinsamen konzeptuellen Informations- und Kommunikationsbasis“ aller Beteiligten erleichtert werden, um Ziele korrekt definieren zu können, Teilziele korrekt abgrenzen und sich ändernde Zielsetzungen korrekt anpassen zu können.
- Gerade in Bezug auf die Rationalitätsblockade „Suche nach Alternativen“ [Otto2002] kann die interaktive OLAP Analyse innovative Problemlösungsprozesse ermöglichen. Durch die Interaktivität kann die Datenbasis auf ex ante nicht antizipierte Arten strukturiert werden. Prognose- und Simulationsmethoden sowie die Fortschreibung von Zielgrößen können auch die Beurteilung der *Folgen* von Entscheidungen ermöglichen.
- Gesetzte Ziele und Entscheidungen müssen nach der begonnenen Umsetzung weiterverfolgt und kontrolliert werden (vgl. auch [Baum2004]). Dazu hat das Controlling entsprechende Konzepte und Instrumente bereitzustellen.

5.3.1.2 Institutionalisierung des Supply Chain Controlling

Bei der Institutionalisierung des Supply Chain Controlling geht es um die Frage, wo im Führungssystem das Controlling eingebettet ist bzw. wer es primär durchführt. Im Kontext eines Data Warehouse basierten Controllingsystems sind hier im Vorfeld der Evaluierung der verschiedenen Optionen zur Institutionalisierung einige Aspekte zu klären. Stehen eine gewisse Anzahl von Supply Chain Partnerunternehmen vor der Entscheidung, wie und wo das Data Warehouse im Supply Chain Netzwerk aufgebaut werden soll, stellt sich für diese die Frage, inwiefern die eigene Controllinginformation zur Verfügung gestellt werden soll. Hier tritt die oftmals im Supply Chain Management angetroffene Problem des mangelnden Vertrauens ein (vgl. dazu die spieltheoretischen Überlegungen zur Vertrauensproblematik – insbesondere das Gefangenendilemma - in [Erdm2003], [Webe2004], [Hess2002]). Im Gegensatz zu den informationstechnisch-architekturellen Ausführungen in Abschnitt 5.3.2 wird hier genau diese Problematik evaluiert (Anforderung 10 und 11).

Zu diesem Zwecke wird die Data Warehousing Architektur (vgl. Abschnitt 3.1.2) im Kontext von Supply Chain Controlling in drei Stufen unterteilt. Die erste Stufe ist die *Datenbeschaffungsstufe* (analog zum [BaGü2004]). Wie im Kapitel zum Data

Warehousing beschrieben findet hier die Anbindung an die externen und internen Datenquellen sowie die Extraktion und Transformation statt. Die nächste Stufe ist die *Basisdatenbank*, in der die Daten nach der Transformation und Bereinigung geladen werden und in feinsten Granularität für weitere Analysen und Aufbereitung bereit liegen. Schließlich folgt die *Analysestufe*, in der die OLAP Analysen durchgeführt werden und in der schließlich das in dieser Arbeit entwickelte Referenzmodell zum Tragen kommt, weil hier das domänenspezifische Knowhow eingesetzt wird. Es ist einsichtig, dass eine Stufe strikt auf der vorherigen aufbaut und nicht „ausgelassen“ werden kann. Als gleichsam vierte Stufe kann schließlich noch das Metadaten-Repositorium gesehen werden. Diese topologisch-strukturellen Modellinformationen zur Supply Chain werden jedoch als *Common Knowledge* zwischen den Supply Chain Partnern angesehen, da sie schließlich kooperativ im Vorfeld erhoben und ständig angepasst werden. Die rein technischen Metainformationen unterliegen derselben Argumentation wie die Basisdatenbank bzw. Datenbeschaffungsstufe (siehe weiter unten). Deswegen wird das Metadaten-Repositorium hier nicht weiter betrachtet.

In jeder Stufe ist durch die vorhandenen Informationen und Prozesse Wert gebunden und jede Stufe bietet die Möglichkeit zu Manipulation und damit zum Vertrauensbruch. Der Wert in der Auswerteschicht ist das Analyse-Knowhow und damit die Planungs-, Kontroll- und Führungshoheit gebunden (*Wissenshoheit*). Einzelne Unternehmen können sich durch die Durchführung von Analysen mittels Instanzen des Referenzmodells Vorteile gegenüber anderen Partnerunternehmen verschaffen bzw. sich in die Situation bringen, die Planung und Kontrolle der Prozesse innezuhaben. Diese Verzerrung jedoch wird in den weiteren Analysen nicht in Betracht gezogen, weil angenommen werden soll, dass das Referenzmodell jedem in der Supply Chain zur Verfügung steht, genauso wie das davon abgeleitete DWH Modell. Die Bildung von unternehmenseigenen Data Marts wird hier als unkritisch angesehen, weil sich deren Analyseaktivitäten auf einen eingeschränkten Kontext beziehen und auf das Zielsystem der gesamten Supply Chain ausgerichtet sind.

In der zweiten Stufe, der Basisdatenbank sind insofern Wert- und Missbrauchspotential gebunden, als dass hier (theoretisch) sämtliche Controlling relevanten Informationen sämtlicher Unternehmen abgelegt sind (*Datenhoheit*) und basierend darauf die Analysen durchgeführt werden können. Steht in der Analysestufe das Analysewissen bzw. Metawissen als Werttreiber im Vordergrund, so ist bei der Basisdatenbank schlicht das Vorhandensein von konkreter Information von Interesse. Es ist klar, dass diese Datenhoheit eine Machtposition schafft. Schließlich besteht noch in der Datenbeschaffungsstufe die Möglichkeit zur Manipulation, da die Datenquellen und die Transformationslogik so verändert werden können, dass in die Basisdatenbank falsche („geschönte“) Informationen eingebracht werden. Diese Problematik wird jedoch ebenfalls nicht weiter betrachtet und dies aus zwei Gründen. Die sehr technischen ETL Prozesse sind nicht Thema dieser Arbeit, die ja auf die Erstellung eines konzeptuellen Modells abzielt. Zum Thema Datenqualitätsmanagement und –Sicherheit, sowie zur prozessualen Spezifikation und Zertifizierung von „sauberen“ ETL Prozessen sei hier auf die jeweilige Fachliteratur verwiesen.

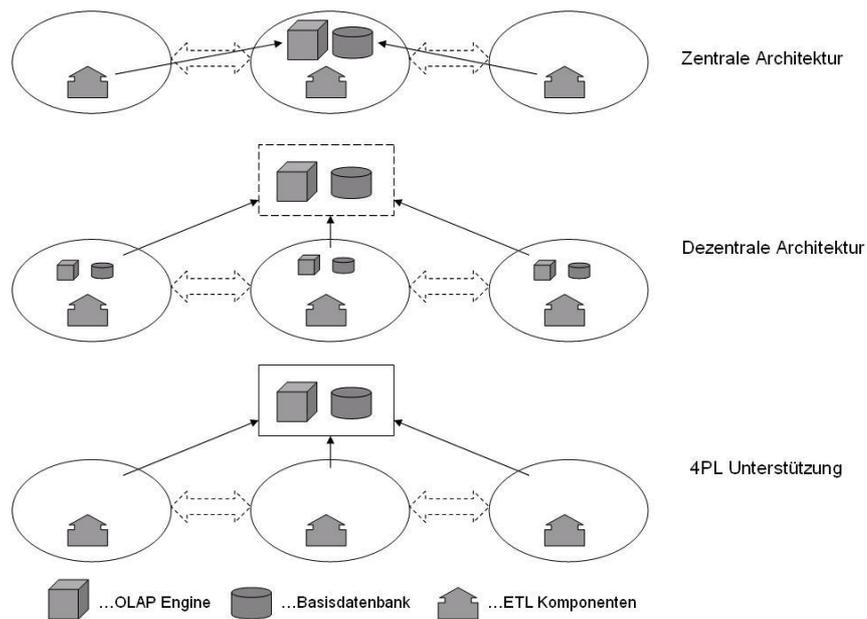


Abb. 5.3: Institutionalisierungsoptionen

Die Ressource, die – vom Standpunkt des Vertrauens bzw. der Vertrauensbruchs – das größte Macht- und Wertpotential innehat, ist also die Basisdatenbank. Hier lassen sich drei Optionen identifizieren, wie dieses in die Supply Chain Struktur eingebracht werden kann. Technisch können solche Optionen als *distributed data warehouses* (vgl. [Inmo2002] bzw. Abschnitt 5.3.2) umgesetzt werden. Einerseits kann das Supply Chain Controlling vom fokalen Unternehmen durchgeführt werden. Hier fungieren die „restlichen“ Supply Chain Partner als Informationslieferanten. Die Speicherung und Aufbereitung liegt hier nicht in deren Einflussphäre. Selbstverständlich aber werden diese von fokalen Unternehmen mit Informationen beliefert, da ja die Informationsversorgung der gesamten Supply Chain eine Aufgabe des Supply Chain Controlling ist. Eine weitere Möglichkeit der Institutionalisierung ist eine dezentrale Architektur. Hier bauen die einzelnen Unternehmen eigene Informationssysteme auf, die allerdings in Folge Supply Chain weit zusammengeführt werden (man kann in diesem Zusammenhang von Data Marts bzw. von lokalen und globalen Data Warehouses sprechen; vgl. [Inmo2002]). Eine dritte Möglichkeit schöpft die Vorteile des 4PL (Fourth Party Logistics Provider; Netzwerkintegrator; vgl. Abschnitt 2.3.6) aus. Hier übernimmt ein externer Dienstleister die Datenhaltung. Außerdem liefert dieser das technische Knowhow, um die Analyselogik zum Controlling sowie der ETL-Prozesse umzusetzen. Der Vorteil dadurch ist die Position des *neutralen Dritten* sowie das gebündelte Knowhow. Abbildung 5.3 stellt diese Optionen grafisch dar. Netzwerkkoordinatoren und Steuerungsgremien in der Supply Chain (vgl. [Hess2002] bzw. Abschnitt 2.2.2) müssen in jedem Fall Zugang zur OLAP Engine haben.

5.3.2 Architektur und Integration

Die Anwendungsdomäne des Supply Chain Controlling stellt gewisse Anforderungen an die Architektur des DWH Systems. Da die Architektur und – eng damit verbunden – die Institutionalisierung (vgl. Abschnitt 5.3.1.2) die Struktur des Data Warehouse bestimmen, wird in diesem Abschnitt ein grobes Architekturmodell für DWH Systeme in Supply Chain Netzwerken vorgestellt, das dem in dieser Arbeit entwickelten Referenzmodell zugrunde liegt. Dabei sind neben dem im vorigen

Abschnitt angesprochenen Problem der Datenhoheit auch technische Fragen bezüglich der Platzierung von Systemkomponenten zu klären. Insbesondere ist hier die Abstimmung mit Advanced Planning Systems (APS; vgl. Abschnitt 2.3.7.1) zu bewerkstelligen.

Ein wichtiger Aspekt bei der Konzeption eines Supply Chain Data Warehouse Systems ist die Integration desselben in die bestehende Systemlandschaft. Dabei ist insbesondere auf die Integration mit Advanced Planning Systems (APS) zu achten, da diese Planungsfunktionalität bereitstellen, die mit dem Data Warehouse eng verzahnt ist. Bei der Integration von Systemen in die Supply Chain Systemlandschaft kann zwischen prozesstechnischer und systemtechnischer Integration unterschieden werden (vgl. [KiMü2004]). Erstere stellt die Einbindung des Systems in die Planungs-, Ausführungs- und Rechnungswesenprozesse der Supply Chain dar. Letztere zielen auf die technische Integration der Datenbestände und die Schnittstellen ab. Schließlich ist auch die Integration der *operativen* Systeme *untereinander* zu nennen.

In [Stom2004] werden Entwicklungsstufen von Informationssystemlandschaften innerhalb von Supply Chain beschrieben. Dabei werden vier Evolutionsstufen dargestellt:

- Stufe 1: Die erste Stufe stellt die momentan vorherrschende Systemarchitektur in der Supply Chain dar. Dabei existiert eine „heterogene Landschaft aus Applikationen für die unternehmensinterne Planung aus Standardsoftwarelösungen für Enterprise Resource Planning (ERP) und Eigenentwicklungen bis hin zu Tabellenkalkulationsprogrammen.“[Stom2004] Dabei stellen sich aber die klassischen Probleme im Zusammenhang mit unintegrierten, proprietären Informationssystemen wie beispielsweise Inkompatibilitäten und Medienbrüche.
- Stufe 2: Hier setzen auf den Systemen der einzelnen Unternehmen spezielle SCM Tools auf, die Planungs- und Kollaborationsfunktionalität anbieten.
- Stufe 3 und 4: Zukünftige Infrastrukturen werden aller Voraussicht nach aus dezentralen SCM-Tools bestehen, die bei den einzelnen Unternehmen installiert sind und die über standardisierte Datenformate, Protokolle und eine gemeinsame Planungslogik miteinander verbunden sind. Dabei wird in Stufe 3 noch eine zentrale Monitoring und Kommunikationsinstanz vorgesehen, während Stufe 4 vollkommen dezentral angelegt ist. Dieser Trend geht Hand in Hand mit der Entwicklung von Web-Service basierten service-orientierten Architekturen (SOA; vgl. [DaMe2003] [DuGH2005]).

5.3.2.1 Richtlinien zur Architektur eines Supply Chain Data Warehouse

Hinweise auf die Eigenschaften und Problemstellungen bei *verteilten* DWH Systemen (*distributed data warehouses*) werden in [Inmo2002] geliefert, indem die verschiedenen Gestaltungsoptionen ausgeführt werden. Gemäß Anforderung 11 (Transparente Architektur), soll *eine* (Zentral-)Basisdatenbank für das Supply Chain DWH vorhanden sein. Um der Performance Rechnung zu tragen, ist natürlich das Laden der Basisdatenbank über verteilte Arbeitsbereiche (staging areas; vgl. Abschnitt 3.1.2) durchzuführen. Darüber hinaus kann man die Datenbank in physisch-technischer Hinsicht verteilt anlegen, um Effekte wie Lastverteilung, Skalierbarkeit und Ausfallsicherheit zu erreichen (Datenbank Cluster; vgl. [Stal2001], [Tane2002], [KeEi2004]). Essentiell ist, dass die Datenbasis des DWH Systems für alle Supply Chain Partner vollständig verfügbar ist.

Ebenfalls zentral verfügbar ist die zentrale OLAP Komponente, die das Controllingmodell der gesamten Supply Chain implementiert. Dies stellt das Data Warehouse dar. Bei den einzelnen Partnerunternehmen lokal können wiederum Data Marts angesiedelt sein, die die Datenbasis auf die spezifischen Problemstellungen eines einzelnen Unternehmens hin aufbereitet. Um auch hier entsprechende Performance zu ermöglichen, kann die Basisdatenbank teilweise gespiegelt werden. Für diese Aspekte sei aber wie erwähnt auf die technische Fachliteratur verwiesen. Die ETL Aktivitäten liegen in der Aufgabensphäre eines einzelnen Unternehmens, die Daten werden, sobald vollständig aufbereitet, in die Basisdatenbank geladen. Die oben angesprochene, an sich zentrale Datenhaltung steht außerdem nicht mit Anforderung 10 in Konflikt. Die Architektur ist mit verteiltem ETL und verteiltem OLAP samt Data Marts definitiv dezentral. Die Datenhaltung in *einer* Datenbasis ist allerdings nötig, um einen Informationspool zu schaffen, auf den *alle* Zugriff haben.

Ein wichtiger Fall ist noch zu beachten. In manchen Fällen verfügen einzelne Supply Chain Unternehmen über eigene DWH Systeme, die beispielsweise zum Logistikcontrolling aufgebaut worden sind. Auch kann es sinnvoll sein, parallel zum Aufbau eines Supply Chain DWH Systems ein lokales Data Warehouse zum unternehmensinternen Controlling (weiter) aufzubauen. Dieses wird in so gut wie allen Fällen Daten in viel detaillierterer Form beinhalten und auf die unternehmensinternen, sehr spezifischen Bedürfnisse angepasst sein. Nichts desto trotz stellen diese Systeme wertvolle Datenquellen für das Supply Chain DWH dar. Mehr sogar, stellen solche lokalen DWH Systeme (zusammen mit einer implementierten Prozesskostenrechnung) eigentlich die *ideale Basis* für den Aufbau eines Supply Chain DWH dar, da Informationen hier in ausreichender Genauigkeit und Fülle vorhanden sind. Die oben angesprochene einheitliche Basisdatenbank darf die Pflege solcher lokalen Data Warehouses nicht einschränken. Wie in [Inmo2002] ausgeführt, wird dann das Supply Chain DWH aus den lokalen DWH heraus befüllt, wobei diese aber logisch klar zu trennen sind. Dabei ist insbesondere das Auftreten von *redundanten Daten* weitestgehend zu verhindern.

Die Granularität der Daten in der Basisdatenbank des Supply Chain Data Warehouse unterscheidet sich von der Granularität der Daten in der Basisdatenbank eines lokalen Data Warehouse eines einzelnen Unternehmens. Das liegt daran, dass die Fakten, die in den beiden Datenbanken modelliert sind, unterschiedliche Modellabbilder der realen Welt darstellen. (vgl. [KiRo2003]). So wird beispielsweise das Prozesscontrolling innerhalb des Unternehmens feiner granulierte Fakten erfordern. Das konzeptionelle Datenmodell eines Supply Chain DWH ist von Anfang an auf die gesamtheitliche Supply Chain Perspektive hin ausgerichtet, abstrahiert somit von bestimmten Details und spart sie aus. Ein Supply Chain DWH ersetzt somit nicht ein lokales DWH, sondern stellt eine darüber liegende Schicht dar.

5.3.2.2 Interoperabilität mit Advanced Planning Systems

Der Inhalt der Basisdatenbank sollte derart aufbereitet werden, dass er für Advanced Planning Systems zu gebrauchen ist (Anforderung 3). Dazu können bei vorhandenen APS die Anforderungen an den Datenbestand direkt abgeleitet werden. Für geplante und potenziell zukünftige APS sind die Daten in punkto Granularität und Inhalt möglichst leicht verwendbar zu machen. Außerdem können bereits für APS erhobene und aufbereitete Daten in das DWH eingebracht werden, wodurch das APS zu einer

zusätzliche Datenquelle wird. Seitens des APS kann der Planungsprozess verkürzt und qualitativ verbessert werden.

In [KiMü2004] werden zwei Arten von Eingabedaten in ein APS System identifiziert. Das sind einerseits Stammdaten zum Aufbau des Planungsmodells (wie beispielsweise Produkt- und Materialinformationen, Stücklisten, Lieferantendaten, Kundendaten, Strukturinformationen über die Supply Chain usw.). Andererseits sind es Bewegungsdaten zum Betrieb des Planungsmodells (wie beispielsweise Materialbestände, Durchlaufzeiten, geplante Materialzugänge usw.). Als Datenquellen werden ERP- bzw. Legacy-Transaktionssysteme und Data Warehouse Systeme genannt. Das Architekturmodell sieht vor, dass die Basisdatenbank und die Datenverarbeitungskomponenten des Supply Chain Data Warehouse *vollständig* als Datenbasis für die APS-basierte Supply Chain Planung herangezogen werden. Da in einem APS aggregierte Daten verwendet werden (vgl. [StKr2003]), bietet sich dies an.

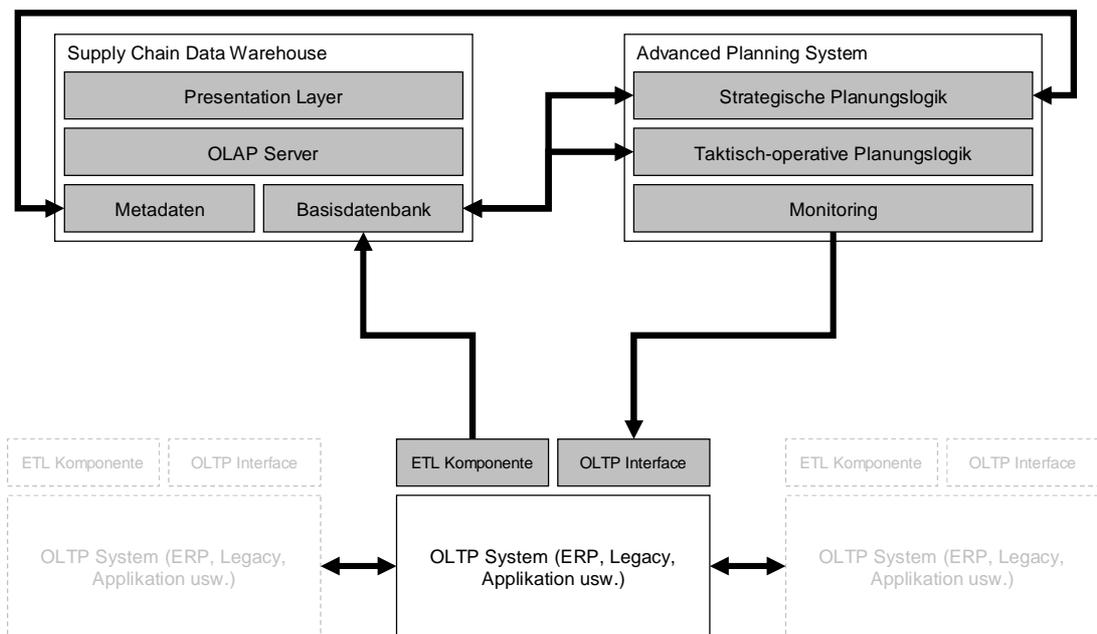


Abb. 5.4: Architekturmodell zur Unterstützung operativer Funktionen

Die Basisdatenbank des DWH kann außerdem dafür verwendet werden, Daten für operative OLTP Systeme zur Verfügung zu stellen (vgl. *Operational Data Store* in [Inmo2002] bzw. die ATP- und Monitoring-Funktionen eines APS). Dabei können (unter Umständen historisierte) operative Plan- oder Bestandsdaten in sehr feiner (operativ benutzbarer) Granularität ins DWH geladen werden. Die darüber liegenden architekturellen Schichten zur Datenanalyse greifen dann in Folge auf solche Datenbestände zu. Dabei muss allerdings beachtet werden, die DWH Basisdatenbank nicht Schritt für Schritt in ein operatives System umzufunktionieren, da dies einen schweren architekturellen Fehler darstellt. Was allerdings für eine solche „Zwischenspeicherungsschicht“ spricht, ist, dass im Zuge eines DWH Projektes die

Analyse von OLTP Systemen sowie die Standardisierung von Datenbeständen angestoßen wird und dabei auch die Integration der Supply Chain IT vorangetrieben werden kann. Das ist aber wie erwähnt unter Wahrung von architekturellen und performancetechnischen Designprinzipien umzusetzen.

5.3.3 Netzwerk- und Perspektivenmodell

In diesem Abschnitt wird aus der erarbeiteten Theorie deduktiv ein Perspektivenmodell auf Supply Chain Netzwerke abgeleitet. Dabei soll – wie der Name bereits andeutet – eine Menge von möglichen Perspektiven auf Supply Chains identifiziert werden, die jeweils einen für das Management solcher Netzwerke relevanten Aspekt ins Zentrum der Betrachtung rückt. So können bestimmte Eigenschaften – gemäß dem Konzept der *Multiperspektivität* (vgl. Abschnitt 4.1) (fast) isoliert voneinander untersucht werden, ohne dass dabei die Konsistenz mit dem Gesamtmodell verloren geht.

Für die Definition und Abgrenzung der verschiedenen Perspektiven sind im Wesentlichen drei Faktoren relevant:

- Ziele im SCM: Die oben definierten Ziele und Aufgaben im Supply Chain Management liefern wertvolle Anhaltspunkte, welche Aspekte Gegenstand der Analyse sein sollen.
- Isolierbarkeit: Um eine Perspektive auf eine Supply Chain definieren zu können, muss diese auf sinnvolle Weise weitgehend isoliert betrachtbar sein, in dem Sinne, dass sie einen wesentlichen Aspekt des Supply Chain Management und – Controlling alleine darzustellen vermag. Die Perspektive stellt darüber hinaus eine eigene *Erhebungsdomäne* dar, das heißt einen Themenkomplex, der von den Modellerstellern isoliert im Rahmen des Entwicklungsprozesses erhoben werden kann (beispielsweise durch Interviews mit den Informationsnachfragern).
- Strukturelle und prozessuale Eigenschaften: Natürlich fließen auch die zahlreichen, in Kapitel 2 erarbeiteten, Eigenschaften von Supply Chain Netzwerken in die Definition von Perspektiven ein. Auch können induktiv die verschiedenen Konzepte im Supply Chain Management und die Instrumente im Supply Chain Controlling (vgl. Abschnitt 2.3.5 und 2.4.4) Hinweise auf die „interessierenden“ Perspektiven des Supply Chain Controlling geben.

Nach der Abgrenzung sinnvoller Perspektiven können aus diesen die relevanten *Tatbestände*, also die Fakten samt Messgrößen für das DWH Modell, bestimmt werden. Im nächsten Schritt werden für die Gesamtheit aus multidimensionalen Modell, Netzwerkmodell und Faktenmenge die Aggregationshierarchien auf sinnvolle Weise aufgestellt. Dies geschieht im Abschnitt 5.4 bei der Erstellung der Modellstruktur. Damit ist ein auf die Problemstellung des Supply Chain Controlling zugeschnittenes OLAP Referenzmodell aufgebaut.

Die Definition der Views wird konkret folgendermaßen vorgenommen. Zuerst wird das Netzwerkmodell für die Supply Chain und die Produktstruktur als grundlegende Informationsmodellteile definiert. Anschließend werden aus dem in Kapitel 2 erarbeiteten theoretischen Bezugsrahmen des Supply Chain Controlling die relevanten Perspektiven auf den Problemgegenstand „Supply Chain“ herausgearbeitet. Danach wird die Menge von Fakten (im Sinne des Data Warehousing), die zum Supply Chain Controlling vonnöten sind, identifiziert. Diese stellen schließlich die relevanten Ereignisse, Aktivitäten und Tatbestände dar, die im Interesse des Supply Chain Management und –Controlling stehen. Dabei ist im Sinne

der Modularisierung, Partitionierung und Unterstützung einer iterativen Implementierung (Anforderungen 1, 2 und 9) wichtig, dass die einzelnen Perspektiven isoliert betrachtet und implementiert werden können.

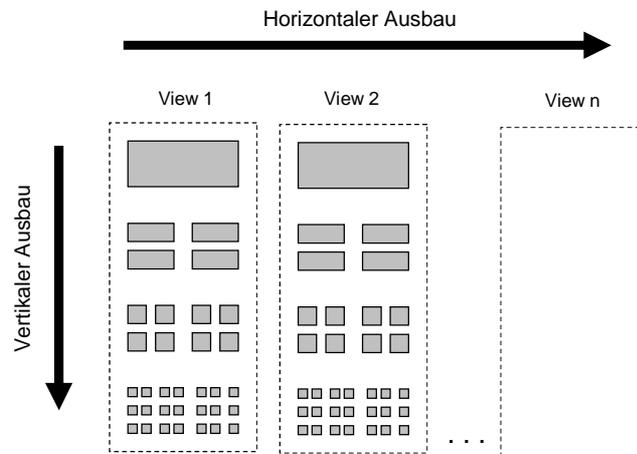


Abb. 5.5: Ausbau des Modells auf Basis des Referenzmodells

Innerhalb der Perspektiven ist es möglich ein bestimmtes Detailniveau zu wählen, das in Folge schrittweise verfeinert werden kann. In einer dynamischen Betrachtungsweise kann das Modell also in mehreren Iterationen (vgl. 3.1.3.3 zum Entwicklungsprozess im Data Warehousing) entweder *horizontal* – also um weitere Perspektiven (in Folge *Views* genannt) – oder *vertikal* – also durch Verfeinerung einer bestehenden Perspektive – ausgebaut werden, je nachdem, wie sich zum gegebenen Zeitpunkt der Informationsbedarf darstellt. Um konzeptuelle Veränderungen des Data Warehouse auf logischer Ebene modellieren zu können, existieren gut erprobte Methoden, auf die in Abschnitt 3.3.3 verwiesen wird. Im Sinne der Erweiterbarkeit des gesamten Referenzmodells (gemäß Anforderungen 1 und 4 aber auch schlichtweg zur Anwendung des Referenzmodells mittels der Konstruktionstechnik der Spezialisierung) ermöglicht das Modell das Hinzufügen von Perspektiven und Verfeinerungen einzelner Perspektiven.

5.3.3.1 Erweiterung des multidimensionalen Datenmodells

Bei dem in dieser Arbeit entwickelten Referenzmodell handelt es sich um ein Data Warehousing Modell, das naturgemäß auf dem multidimensionalen Datenmodell (vgl. Abschnitt 3.3.1) basiert. Es werden also Fakten einerseits mittels Aggregationshierarchien, andererseits über Drill- und Sliceoperationen einer Analyse zugeführt (*OLAP*). Wie bereits erwähnt ist es für die Problemstellung des Supply Chain Controlling sinnvoll, neben *OLAP* ein weiteres Analysekonzept einzubringen, nämlich die Darstellung von Netzwerkstrukturen. Dabei ist die Netzwerkstruktur der *Supply Chain selbst* zu betrachten, aber auch die Netzwerkstruktur, die die Komponentenzusammensetzung der in der Supply Chain hergestellten und distribuierten *Produkte* beschreibt. Die *OLAP* Klassifikationshierarchien dienen dazu, Fakten zu Analysezwecken zu verdichten bzw. zu verfeinern. Die Graphen, die die Supply Chain- bzw. die Komponentennetzwerke beschreiben, dienen hingegen rein der Darstellung der strukturellen Eigenschaften. Diese Netzwerkmodelle sind aber auch (im Sinne einer *OLAP* Klassifikationshierarchie) einer Verdichtung zuzuführen. Dazu müssen die Netzwerkgraphen mit den Klassifikationshierarchien des multidimensionalen Datenmodells verknüpft werden. Dadurch entsteht

gleichsam ein um topologische Information erweitertes multidimensionales Datenmodell.

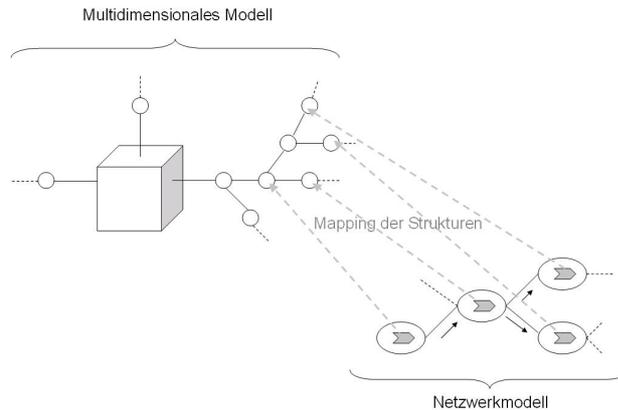


Abb. 5.6: Grundstruktur und –Zusammenhang zwischen dem Netzwerk- und dem OLAP-Modell

Die beschriebenen Erweiterungen sind mit der für diese Arbeit verwendeten DFM Notation syntaktisch problemlos darstellbar – sie muss dazu nicht angepasst werden. Lediglich *zusätzliche* Information in Form der erwähnten Graphen muss zur sinnvollen Verwendbarkeit solcher Faktenschemen hinzugefügt werden. Um diese Überlegungen zu illustrieren, sei hier als Beispiel die Dimension „store“ aus dem in Abschnitt 3.3.2.4 dargestellten Faktenschema herangezogen. Wie aus der Darstellung ersichtlich, kann der Fakt „SALE“ (hier ganz einfach durch das Measure der Umsatzzahl dargestellt) über die Klassifikationshierarchie city-county-state aggregiert werden. Dabei ist jedoch nicht die Information enthalten, wie genau die Städte geographisch angeordnet sind, ob beispielsweise Stadt A näher zu Stadt B liegt als Stadt C.

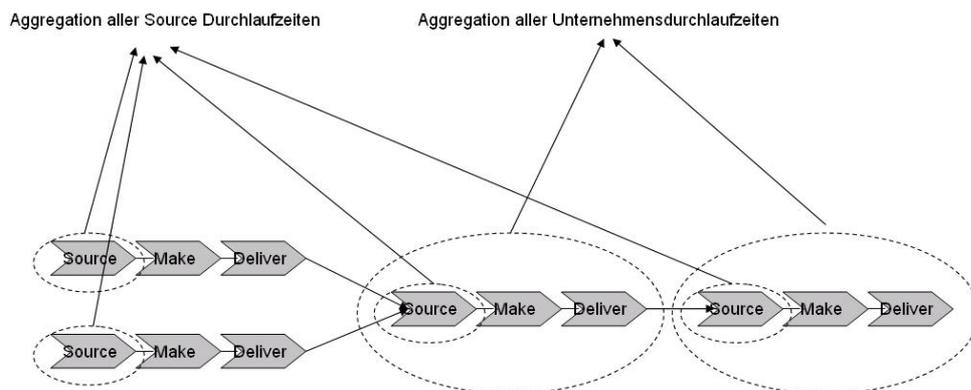


Abb. 5.7: Unterschiedliche Aggregationen auf dem Netzwerkmodell

Ein für diese Arbeit konkretes Beispiel, das die Notwendigkeit der Modellerweiterung zeigt, ist das folgende: angenommen man verfügt über ein Modell einer Supply Chain in Form von miteinander verknüpften Prozessketten (beispielsweise dargestellt als SCOR Modell; vgl. Abschnitt 2.3.5.1). Teile dieser Prozessketten gehören zu unterschiedlichen Unternehmen. Will man nun die Durchlaufzeiten dieser Prozesse (den Fakt) in irgendeiner Form verdichten (durch Durchschnittsberechnung oder Summierung), beispielsweise auf Durchlaufzeiten im gesamten Unternehmen oder Durchlaufzeiten der Produktionsprozesse, so ist dies mittels multidimensionaler Methodik problemlos möglich. Für einen Analysten aber reicht die sehr auf quantitative Darstellung ausgerichtete Metapher des Würfels nicht

aus, um den vollen kognitiven Nutzen aus der OLAP Analyse zu ziehen. Man benötigt auch die Netzwerkdarstellung, um ein präziseres konzeptionelles Verständnis des Analyseobjekts zu bekommen (siehe Abbildung 5.6). Nur so kann vom Controlling effektiv Information generiert werden (vgl. Abschnitt 2.1 zur Nutzung von Information im Controlling).

5.3.3.2 Das Supply Chain- und Produktnetzwerkmodell

Kern und Ausgangspunkt der gesamten Modellkonzeption ist ein Netzwerkmodell des Supply Chain Netzwerkes. Dieses stellt auf abstrakte Weise und unter Verwendung von graphentheoretischen Konstrukten die Grundstruktur der Supply Chain dar. Unabhängig, welche Perspektiven in welchem Detailniveau zu Beginn der Modellkonstruktion ausspezifiziert werden sollen, muss zuvor auf jeden Fall die *Supply Chain Netzwerk Struktur* erhoben und modelliert werden. Diese stellt, die „Grundschablone“ des Modells dar, die später ausgebaut wird. Zur Spezifikation derselben ist im Idealfall auf bestehende Informationsbestände (beispielsweise SCOR Modelle) zurückzugreifen. Sowohl für die Spezifikation des Supply Chain Netzwerkes als auch der Produktstrukturnetzwerkes sollte zur Handhabung der Komplexität eine Filterung der Modellobjekte vorgenommen werden (beispielsweise durch eine ABC Analyse; vgl. [KrLZ2001], [GüTe2003] bzw. [BDKK2002] zum *Komplexitätsmanagement* in der Referenzmodellierung). Das heißt beispielsweise bei der Erhebung der Produktstruktur nur die Komponenten und Materialien einzubeziehen, die ein gewisses Volumen oder ein gewisses Kosten- und Erlösniveau aufweisen (also Klasse-A Komponenten). Auch hier gilt wieder, dass das Modell über die Zeit hinweg noch verfeinert oder erweitert werden kann.

5.3.3.2.1 Supply Chain Netzwerkmodell

Das Supply Chain Netzwerkmodell wird als Graph, bestehend aus einer Menge von Knoten und Kanten, dargestellt. Das zentrale Konstrukt im Netzwerkmodell ist der *Peer*. Dieser stellt eine organisatorische Einheit in der Supply Chain dar. Ein *Peer* kann einerseits ein gesamtes Unternehmen umfassen, andererseits – sollte ein solcher Detaillierungsgrad Sinn machen – auch einzelne Teile eines Unternehmens (Fertigungsanlagen, Lager usw.). Diese Modellierungsweise ist in Anlehnung an die in Abschnitt 2.2.2 – insbesondere [Röhr2003] – zu sehen. Darum können, sofern für relevant erachtet und wirtschaftlich erhebbbar, auch Organisationseinheiten dargestellt werden, die nicht Teil der Supply Chain, aber Teil eines in der Supply Chain teilnehmenden Unternehmens sind (Mesoebene).

Mit der Modellierung des Supply Chain Netzwerkmodells geht die Spezifikation von einigen grundlegenden Attributen einher. Die grundlegenden Attribute sind:

- **Unternehmensbezeichnung:** Dies ist eine eindeutige Bezeichnung des Unternehmens (beispielsweise der Firmenname). Verschiedene Organisationseinheiten desselben Unternehmens haben natürlich dieselbe Unternehmensbezeichnung.
- **Kontaktinformationen und Adresse:** vor allem bei Organisationseinheiten macht es Sinn, Kontaktdaten von Führungskräften als Attribute zu speichern. Das erleichtert die Adhoc-Kommunikation, erhöht die Transparenz und steigert somit das Vertrauen.

- Typ des Peers: Dieses Attribut klassifiziert den Peer. Dabei werden die in Abschnitt 2.3.3 (vgl. [Luck2001], [SiKa2004], [Arnd2004], [Thal2001], [Wern2002]) erarbeiteten Systemelemente in Supply Chains herangezogen.

Darüber hinaus sind diejenigen Peers über Kanten miteinander zu verbinden, zwischen denen eine Beziehung oder Austauschrelation besteht. Wie in Abschnitt 2.3 erläutert, bestehen zwischen Peers einer Supply Chain natürlich vielfältige Kategorien von Beziehungen. Diese werden in Folge iterativ durch Views dem Modell hinzugefügt. Für den Zweck der Modellierung des Supply Chain Netzwerkes besteht eine Relation dann, wenn die Peers in aufeinander folgenden Wertschöpfungsstufen angeordnet sind. Das bedeutet, dass in den meisten Fällen schlichtweg der grobe Materialfluss durch die verschiedenen Produktionsstufen modelliert wird. So ist nach abgeschlossener Modellierung ein Konsens über die grundlegende Supply Chain Struktur hergestellt.

5.3.3.2.2 Produktstrukturmodell

Das Produktnetzwerkmodell wird ebenfalls als Graph, bestehend aus einer Menge von Knoten und Kanten, dargestellt. Die Knoten und Kanten werden auch hier um qualitative und quantitative Attribute erweitert. Das Modell weist naturgemäß starke Ähnlichkeit mit einem Baumgraph zur Darstellung von Materialbedarfen auf (*Gozintograph, Stückliste*; vgl. [GüTe2003], [HiLi1997]). Das Endprodukt muss schrittweise in die Materialien und Komponenten zerlegt werden, wobei an den Kanten festgehalten wird, in welchem Verhältnis ein Teilprodukt in ein höherwertiges Teilprodukt eingeht.

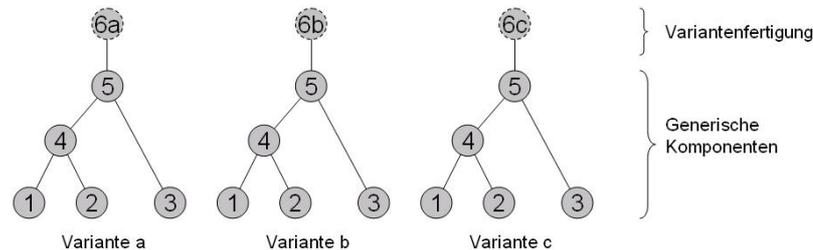


Abb. 5.8: Produktstrukturbäume und Varianten

Nun stellt sich im Supply Chain Management das Problem des Komplexitätstreibers der Variantenvielfalt ([SiKa2004]; vgl. dazu die Ausführungen zum Postponement und der Pull-basierten Distribution in Abschnitt 2.3.5.4 und 2.3.5.5). *Unterschiedliche* Varianten werden als *unterschiedliche* Produktstrukturbäume dargestellt. Das bedeutet, dass der „untere“ Teil des Baumes bei beispielsweise zwei Produktkategorien gleich ist, weil die Variantenbildung erst zu einem späteren Teil in der Wertschöpfungskette stattfindet. Es ist einsichtig, dass in Bezug auf das Postponement und das Pull-Prinzip Variantenbäume vorteilhaft sind, die (von den Blättern des Baums beginnend) möglichst identische Produktstrukturen aufweisen, das heißt, dass die Variantenbildung erst sehr spät stattfindet, was wiederum die Komplexität drosselt, da weitestgehend generische Produktkomponenten gehandhabt werden müssen. Solch ein Fall ist in Abbildung 5.8 dargestellt. Die Fertigung erfolgt identisch über die Komponenten 1 bis 5. Im Fertigungsschritt zu Komponente 6 (dem kundenindividuellen Endprodukt), erfolgt die Variantenbildung (beispielsweise die Automobilfertigung in drei Klassen mit unterschiedlicher Ausstattung). Jede dieser Produktstrukturbäume verursacht natürlich dennoch unterschiedliche Materialarten und Distributionsstrukturen in der Supply Chain.

5.3.3.3 Das Perspektivenmodell

Die Perspektiven (im Modell *Views* genannt) auf die Supply Chain greifen sowohl die festen als auch die fließenden Elemente des Netzwerks heraus (Infrastruktur- und Flussobjekte oder statische und dynamische; vgl. Abschnitt 2.3.3). Die *Zeitachse* ist ebenfalls als Dimension auf die Fakten zu berücksichtigen. Konsistent mit der eingeführten Bezeichnungsweise heißt diese Dimension *TimeView*. Diese führt eine für Zeitachsen übliche Klassifikationshierarchie ein. Die *Views* sind aus der Literatur, die in Kapitel 2 erarbeitet worden ist, abgeleitet. [Otto2002] dient dabei mit der Unterteilung in ein institutionales, ein Daten-, Güter- und soziales Netz als ein wichtiger Anhaltspunkt, wobei das institutionale und das soziale Netz dem Kooperationsaspekt subsumiert werden. Der in der Literatur heftig eingeforderte Aspekt der Information (vgl. beispielsweise [Fial2004], [SiKa2004], [Erdm2003]) mündet in einem eigenen View. Die in der Literatur ebenfalls viel diskutierte Thematik der Kooperation und des Vertrauens (vgl. [Webe2004], [Drew2001], [Slag2002], [Hess2002]) rechtfertigt ebenfalls einen eigenen View. Die in [Hugo2003] identifizierten Supply Chain Treiber Production, Transportation, Inventory, Location und wiederum Information werden als Prozess- und Materialwirtschaftsaspekte in *Views* integriert. Ein weiterer Aspekt ist der des Finanzmanagement und der Finanzströme (vgl. [SeSt2002], [Slag2002], [Stem2002]), der einen eigenen View für Finanzthemen rechtfertigt. Sehr nahe liegend ist auch die separate Projizierbarkeit der Prozess- und Materialfakten, die sich aus den Aufgaben des Supply Chain Management unmittelbar ergeben (vgl. Abschnitt 2.3.2 bzw. 5.3.1.1).

Bevor die allgemeinen *Views* beschrieben werden, ist auf die sich durch das *Supply Chain*- und das *Produktstrukturnetzwerk* ergebenden *Views* einzugehen. Da ist einerseits der Modellteil, der die Strukturierung und Kombination der Komponenten der in der Supply Chain hergestellten Produkte darstellt (vergleichbar mit einem *Gozintographen*; vgl. [GüTe2003]; vgl. außerdem den Abschnitt zu der Erweiterung des multidimensionalen Modells in Abschnitt 5.3.1). Die Darstellung dieser Produktkomponentenstruktur kann zu Beginn durchaus auf einem höheren Abstraktionsniveau stattfinden und später verfeinert werden. Auch die Variantenfertigung und das Customizing sind so erfasst. So lassen sich auf einem abstrakten Niveau damit schon einige Fragen beantworten, wie zum Beispiel, wo in der Supply Chain die Individualisierung des Endprodukts für den Kunden (Customizing) stattfindet und wie dadurch die Distributionssysteme aussehen. Daneben gibt es Modellteile, die die Supply Chain darstellen. Diese beiden *Views* werden im Modell *Core* genannt. Weitere *Views* sind nun hier aufgeführt:

- Der *ProcessView* stellt die Modellelemente des Supply Chain Operations Reference Model dar (vgl. Anforderung 6 bzw. Abschnitt 2.3.5.1). Es wird hier im Detail auf die Prozesse in der Wertschöpfungskette eingegangen. Im Idealfall lassen sich bereits für eine Supply Chain erstellte SCOR Modelle nahtlos in das DWH Modell einfügen.
- Der *InformationView* stellt die Informationssysteme und Informationsflüsse in der Supply Chain dar. Damit sind Applikationen, Netzwerke, Schnittstellen und Datenbanken unter Hervorkehrung der *technischen Eigenschaften* gemeint, jedoch auch die *Geschäftsobjekte*, also die logischen Aspekte.
- Der *CooperationView* stellt die Kooperationsrelationen zwischen den Knoten (also den Unternehmen, Geschäftseinheiten usw.) einer Supply Chain dar.

Hier werden die sozialen und institutionalen Gesichtspunkte gemäß [Otto2002], aber auch Vertrauensaspekte betrachtet.

- Der `MaterialView` stellt die physischen Materialflüsse (also Transporte mitsamt den Lagerungen) dar. Dabei wird betrachtet, wo sich, wann, wie lange und wie viel von einem bestimmten Gut in der Supply Chain befinden.
- Im `FinanceView` werden die Finanzströme und Finanzstöcke in der Supply Chain dargestellt (also beispielsweise Fakturen und Zahlungen). Auch Forderungen und Verbindlichkeiten sind in Form von zukünftigen Zahlungen hier abgedeckt. Genauso werden Bilanzdaten über diesen View eingebracht.

Jede Perspektive führt Dimensionen in das Modell ein. Diese können eigene Dimensionen sein, oder aber auch bestehende Dimensionen erweitern. So erweitert beispielsweise der `ProcessView` die durch das Supply Chain Netzwerk eingeführt Dimension der Knoten – also der Peers – und gliedert jeweils einen Peer in darin durchgeführte Prozesse und diese weiter in die Prozessschritte einzelner Prozesse auf.

5.3.4 Fakten

In diesem Abschnitt wird auf die Definition der Fakten eingegangen, die im Referenzmodell zur Verfügung stehen sollen. Wie in Abschnitt 3.3.1 erläutert, stellen die Fakten die Aktivitäten, Ereignisse und sonstigen Tatbestände, die von Interesse sind, dar. Die im vorigen Abschnitt definierten Views strukturieren und gruppieren diese Tatbestände. Die Fakten sind in den Abschnitten der einzelnen Views zu finden.

Sämtliche Fakten können grundsätzlich in verschiedenen Ausprägungen auftreten:

- Ist: diese ist die Standardform der Fakten und stellt die tatsächliche Ausprägung der Größe dar
- Soll: diese stellt die (auch zukünftige) *erwünschte* Ausprägung eines Fakt dar
- Plan: diese stellt die (auch zukünftige) *geplante* Ausprägung eines Fakt dar
- Wird: diese stellt die *prognostizierte* Ausprägung eines Fakt dar
- Kapazität: diese dient der Darstellung von *maximal möglichen Ausprägungen* eines Fakt

5.3.4.1 Spezifikation der Faktenmenge

Wiederum werden die Fakten deduktiv von den Eigenschaften von logistischen Systemen bzw. induktiv von den Konzepten und Instrumenten im Supply Chain Management und –Controlling abgeleitet. Die Analyse basiert auf den Zielen und Aufgaben des Supply Chain Management sowie auf der Verdichtung der in den Instrumenten und Konzepten zum Supply Chain Controlling (beispielsweise dem SCOR Modell) relevanten Faktoren (vgl. Kapitel 2).

Bei der Spezifikation der Faktenmenge ist zwischen *Fakten* im eigentlichen Sinne und *Measures* zu unterscheiden (vgl. [KiRo2002], [GoMR1998]). Fakten sind dabei abstrakter als Measures. Letztere stellen die exakt definierte Messgröße dar. Die exakte Definition der Measures kann im Referenzmodell nicht komplett vorweggenommen werden, da hier die Datenbasis, die OLTP Systeme und die konkreten Prozesse, mit denen der Referenzmodell-*Anwender* konfrontiert ist, zu

beachten sind. Im Zuge des Referenzmodells werden aus der erarbeiteten Literatur deswegen die Fakten (als zu messende Tatbestände) spezifiziert.

Es ist zwischen elementaren und nicht-elementaren Fakten zu unterscheiden. Nicht-elementare Fakten müssen aus elementaren Fakten berechnet werden (wie beispielsweise prozentuelle Anteile), können also nicht direkt aus den operativen Systemen geladen werden. Elementare Fakten stellen nicht weiter zerlegbare Größen dar. Des Weiteren ist angegeben, wie diese Fakten am sinnvollsten gemessen werden können. Dabei wird auf die in [KiRo2002] dargestellten Methoden zurückgegriffen:

- Periodic Snapshot: Der Fakt wird zu periodischen Zeitpunkten gemessen (beispielsweise im Fall eines Lagerbestands)
- Transaction: Der Fakt stellt zu analysierende Größe zum Zeitpunkt eines Transaktionsabschlusses dar (beispielsweise im Fall eines Zahlungseinganges)
- Accumulating Snapshot: Diese Messweise wird zum Controlling von Prozessen bzw. Transaktionen in mehreren Schritten verwendet (siehe dazu Abschnitt 5.4.2.6)

5.3.4.2 Einordnung der Kosten in das Supply Chain Costing Framework

Um die erhobene Faktenmenge einzuordnen, wird auf das Supply Chain Costing Framework (vgl. [Seur2001]) zurückgegriffen. Im Bereich der Kosten in Supply Chains wurde in Abschnitt 2.3.4 ein Framework vorgestellt, mit dem sich verschiedene Kostenkonzepte einordnen und bewerten lassen. Um das zu entwickelnde Referenzmodell methodisch fundiert zu konzipieren, soll nun anhand des Modells eine Einordnung der Kostenfakten vorgenommen werden.

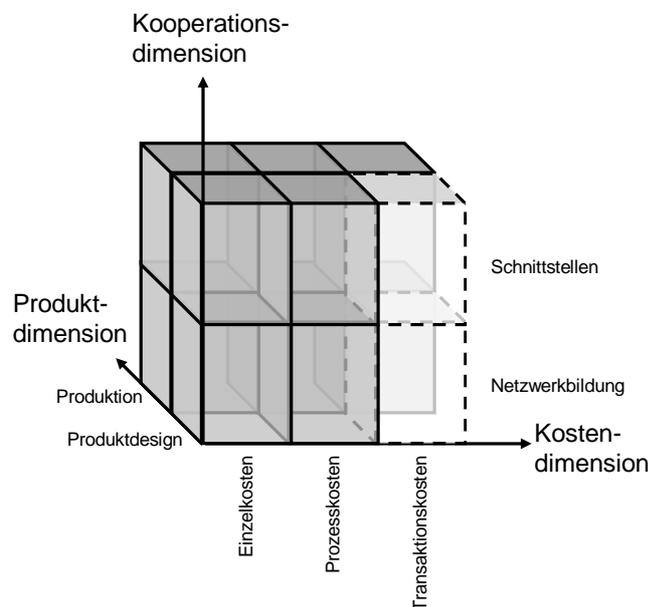


Abb. 5.9: Einordnung in das Supply Chain Costing Framework (in Anlehnung an [Seur2001])

Abbildung 5.9 zeigt das in Abschnitt 2.3.4 erläuterte Modell aus [Seur2001]. Dabei sind die Bereiche, die in der Betrachtung des DWH Modells liegen, fett umrandet. Das bedeutet, dass das Referenzmodell hier Elemente vorsieht, die die dafür notwendigen Tatbestände abbilden. Dabei ist durch multidimensionale Struktur der Views die Integration und Verknüpfbarkeit gegeben. So werden Einzel-, Prozess- und Transaktionskosten innerhalb des MaterialView, des ProcessView, des

CooperationView und des FinanceView modelliert. Auch der InformationView stellt Informationsobjekte und –Flüsse dar, die sich auf die Transaktionskosten auswirken. Die Produktion und das Produktdesign wird durch drei Modellpakete, nämlich das Produktstrukturnetzwerk, das Supply Chain Netzwerk und die Views selber eingeführt. Durch diese Struktur können die Produktionsvorgänge sehr genau den Komponenten des Produkts als auch dem Netzwerk zugeordnet werden. Die hier zugeordneten Größen werden durch die Views eingeführt. Die Ausrichtung auf die Schnittstellen erfolgt im Modell durch die gesamtheitliche Betrachtungsweise des Supply Chain Netzwerks mit der dabei notwendigen Standardisierung der Messgrößen. Die Netzwerkbildung wird insbesondere durch das Supply Chain Netzwerkmodell und den CooperationView abgebildet, der Kostenarten wie Anbahnungs- und Kontrollkosten beinhaltet.

Beim Produktdesign und bei der Netzwerkbildung muss hinzugefügt werden, dass diese sowohl ein Redesign als auch ein Neudesign jeweils des Produktstrukturnetzwerks als auch des Supply Chain Netzwerks bezeichnen. Das bedeutet beispielsweise im Fall einer Supply Chain, dass (beim Redesign) lediglich die *bestehenden* Supply Chain Peers rekonfiguriert werden, während bei einem Neudesign *neue* Peers in die Supply Chain eintreten bzw. alte diese verlassen. Hier muss darauf hingewiesen werden, dass neue Peers ja noch nicht über die ETL Prozesse und Datenbasen (vgl. Abschnitt 3.1 und 3.2) verfügen, um nahtlos in das Modell integriert zu werden. Für die Anbahnung von *Neueintritten* stellt das DWH Modell aber einen Sollstandard dar, nach dem neu eintretende Peers ihre Controllinginformation adhoc aufbereiten, um Vergleichbarkeit der Daten zu gewährleisten.

Es fällt auf, dass in obigen Kostenrahmen die Transaktionskosten in der Phase des Produktdesigns nur gestrichelt dargestellt sind, also nicht vollständig vom Modell abgedeckt werden. Das hängt mit der Tatsache zusammen, dass Transaktionskosten in der Phase des Produktdesign vor allem im Zusammenhang mit einer gleichzeitigen Netzwerkneubildung eine Größe darstellen, zu deren Messung noch Forschungsbedarf besteht und die im Zuge zukünftiger Weiterentwicklungen des Modells erst zufrieden stellend gelöst werden kann. Somit kann das vorliegende Konzept hier keine vollständige Lösung bieten. Das betrifft nichts desto trotz primär das Neudesign als das Redesign.

5.4 Modellstruktur und Detailmodelle

Abschnitt 5.3 hat einen Überblick über die grundlegenden Strukturen des Referenzmodells gegeben. Nun werden diese in detaillierter Weise beschrieben. Dabei werden die Informationselemente definiert, aus denen sich ein Analysemodell zusammensetzt und die das „Handwerkszeug“ für die Analysten sind.

5.4.1 Spezifizieren der Modellierungstechnik

In diesem Abschnitt wird auf die grundlegenden praktischen Fragen zur Referenzmodellierung im Zuge dieser Arbeit eingegangen. Dabei wird abgewogen, welcher Modellierungsstandard bzw. –Notation in dieser Arbeit verwendet werden sollen. Ein weiterer Punkt ist die Auswahl der Modellierungstools und damit des Datenformates, in dem das Modell vorliegt.

5.4.1.1 Auswahl der Modellierungsnotation und des Modellierungstools

In Abschnitt 3.3.2 wurden Modellierungsstandards zur multidimensionalen Modellierung vorgestellt. Dabei scheinen entweder ADAPT (vgl. [ToJa1998]) oder das Dimensional Fact Model (DFM; vgl. [GoMR1998]) am sinnvollsten. ADAPT zeichnet sich durch seine Fülle von Modellelementen und Darstellungsmöglichkeit aus, die nach genauer Analyse sämtliche für diese Arbeit relevanten Strukturen darstellen kann. DFM ist sehr schlank und formal sehr solide ausspezifiziert. Aufgrund der Schlankheit und damit der besseren Umsetzbarkeit des Modells auch in anderen Notationen, soll hier das DFM verwendet werden. Des Weiteren ist neben der multidimensionalen Modellierung auch die Darstellung der Netzwerkstrukturen nötig (vgl. Abschnitt 5.3.3). Hier muss insbesondere ein Zusammenhang mit Aggregationshierarchien möglich sein, um OLAP Operationen Roll-Up oder Drill-Down auch auf diese anwenden zu können. Außerdem muss das Supply Chain- und das Produktnetzwerk auch in Zusammenhang gesetzt werden (d.h. die Fertigungsabläufe der Produktkomponenten auf die Elemente der Supply Chain gemappt werden). Zu diesem Zweck wird UML benutzt.

Da für das DFM keine Standardtools existieren und an das Modellierungstool die Anforderung besteht, die Modelle in einem möglichst wieder verwendbaren Format abzulegen, soll vollständig UML benutzt werden. Hier besteht der Vorteil, dass die Modelle in einem standardisierten Datenformat, nämlich XMI exportiert werden können (vgl. [DaMe2003]). Hier kann dadurch eine leichtere Konvertierung der Modellstrukturen in die jeweiligen Formate der in konkreten Projekten angewendeten OLAP Softwaresysteme bewerkstelligt werden. Außerdem steht mit UML eine flexible Notation bereit. Die spezielle Semantik des DFM ist nur in sehr beschränktem Maße in UML darstellbar. Diese ist bei der Erstellung des Referenzmodells dennoch durch Reviews zu gewährleisten. Ansonsten werden die benötigten Modellelemente des DFM bzw. der Netzwerkmodelle per Stereotype (vgl. [ZBGK2001], [Maci2001]) in UML definiert. Als Modellierungstool kommt jedes UML Tool, das XMI Export ermöglicht, in Frage.

5.4.2 Modellelemente

In diesem Abschnitt werden die Modellelemente definiert, aus denen das Referenzmodell konstruiert wird. Dabei werden zunächst das Supply Chain und das Produktsstrukturnetzwerk betrachtet. In Folge werden die UML Elemente definiert, mit denen das Dimensional Fact Model abgebildet wird. Die Netzwerkmodelle der Supply Chain Struktur und des Produktstrukturbaums bestehen wie beschrieben jeweils aus zwei Modellelementtypen, nämlich aus Knoten und Kanten. Des Weiteren gibt es die Faktenmenge. Diese umfasst die iterativ hinzugefügten Fakten des Modells.

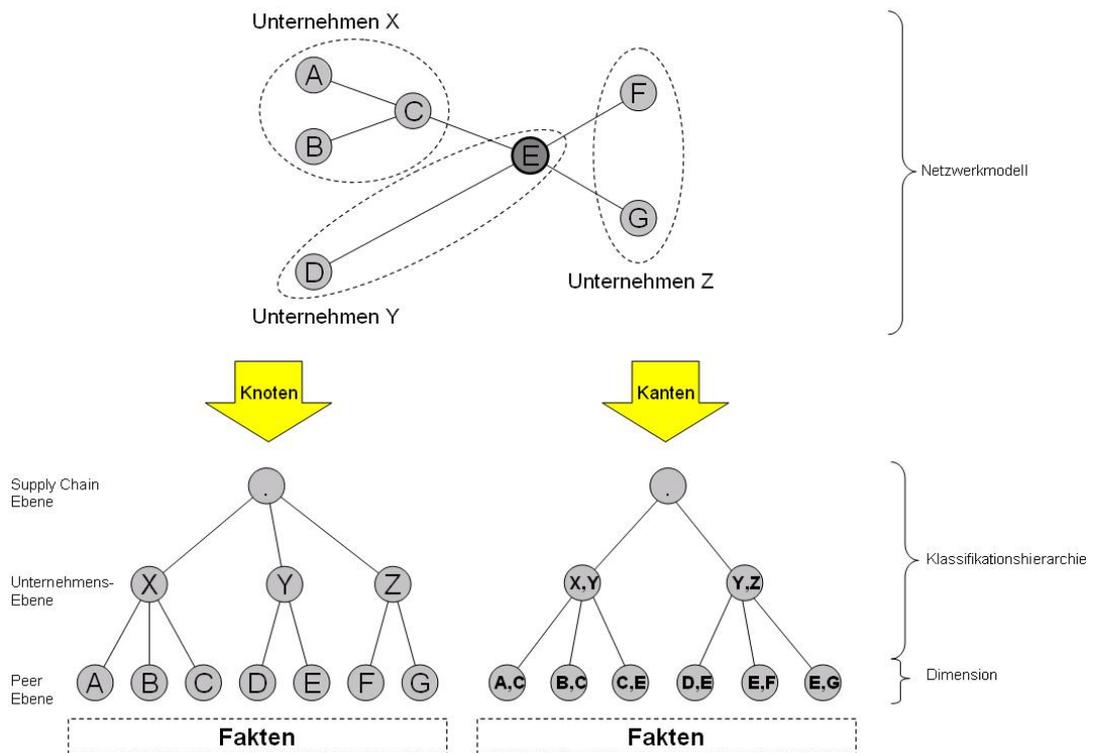


Abb. 5.10: Transformation des Netzwerkmodells in multidimensionale Modellstrukturen

Aus den Elementen des Supply Chain Netzwerks und des Produktstrukturnetzwerks ergeben sich die *Basisdimensionen* des Modells. Wie in Abschnitt 3.3.1 ausgeführt, *strukturieren* die Dimensionen die Fakten und bestimmen somit die feinste Granularität, die möglich ist. Auf der Dimension schließlich setzen verschiedene Klassifikationshierarchien auf, die die Dimensionselemente weiter strukturieren. Ebenfalls in der Grundkonfiguration enthalten sind eine *Zeitdimension* und eine Klassifikationshierarchie auf dieser Zeitdimension (TimeView). Außerdem wird ein Mapping der Produktstruktur und der Supply Chain vollzogen, indem zugeordnet wird, an welchem Peer ein Produktionsschritt stattfindet.

Wird das Modell um einen View erweitert, dann umfasst dieser einerseits neue Fakten. Denn wie oben beschrieben, fügt ein View neue Perspektiven und Aspekte zum Modell dazu (zum Beispiel eine detaillierte Darstellung der Finanzströme) und diese manifestieren sich in Fakten. Sowohl auf den neuen Fakten als auch auf den bereits bestehenden Fakten definieren Views Dimensionen, denn in einem bestimmten View kann eine andersartige Strukturierung der bestehenden Faktenmenge sinnvoll sein. Darüber hinaus können auch Klassifikationshierarchien auf bestehenden und den neuen Dimensionen dazukommen.

5.4.2.1 Elemente des Supply Chain Netzwerks

Das Supply Chain Netzwerk besteht aus zwei Modellelementen. Diese sind der Peer und zweitens die InteractionRelation. Aus einem Peer (der Knoten im Graph) können beliebig viele InteractionRelations (die Kanten im Graph) ausgehen. Ein Peer stellt eine *Organisationseinheit* in der Supply Chain dar. Damit sind Lager, Fertigungsstätten oder auch ganze Unternehmen gemeint. Eine InteractionRelation stellt *jede Art von Interaktion* zwischen den Peers dar. Diese kann sich auf den Austausch von Gütern, aber auch auf den Austausch von

Information usw. beziehen. Durch das Hinzufügen von Views wird dies im Zuge des DWH Entwicklungs- und Evolutionsprozesses schrittweise spezifiziert. Im Zuge der anfänglichen Erfassung des Supply Chain Netzwerks ist lediglich die *grundsätzliche* Interaktion relevant. Die Interaktion muss allerdings kategorisiert werden. Sie kann gemanagt, überwacht (gemonitort) und unmanaged sein. Eine InteractionRelation zwischen zwei Peers erzeugt auf der Ebene der Dimensionen des multidimensionalen Modells drei Dimensionselemente (A, B) und (B, A), sowie eine Dimension für eine ungerichtete Kante, damit die Relation aus der Perspektive beider Peers mit Fakten versehen werden kann. Die eingangs in Abschnitt 5.4.2 (Abbildung 5.10) dargestellte Umsetzung des Netzwerkmodells in multidimensionale Strukturen würde auf Seiten der Kantendimensionen (die rechte Klassifikationshierarchie) somit um zusätzliche Elemente erweitert werden müssen (was oben unterlassen wurde, um die Darstellung nicht zu unübersichtlich werden zu lassen).

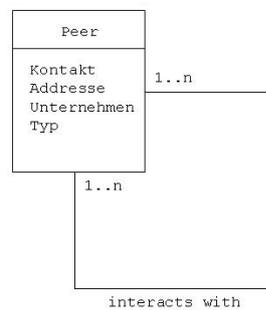


Abb. 5.11: Elemente des Supply Chain Netzwerks

5.4.2.2 Elemente des Produktstrukturnetzwerks

Das Produktstrukturnetzwerk besteht aus Components und GozintoRelations. Eine Component stellt jede Art von Produktkomponente, die in einem Wertschöpfungsschritt in eine andere Komponente und schlussendlich ins Endprodukt eingeht. Die Components sind mit einem Typattribut versehen, das angibt, ob es sich um Rohmaterial, ein Modul, ein Endprodukt usw. handelt. Eine GozintoRelation zwischen zwei Komponenten bedeutet, dass die eine Komponente in einem bestimmten Verhältnis in die andere eingeht. Dieses Verhältnis wird in der GozintoRelation angegeben.

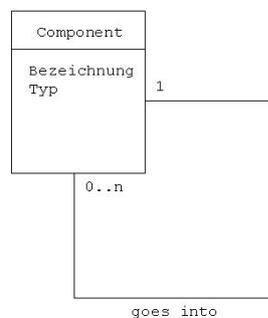


Abb. 5.12: Elemente des Produktstrukturnetzwerks

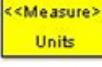
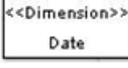
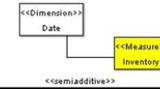
5.4.2.3 Mapping von Supply Chain und Produktstrukturnetzwerk

Zwischen dem Supply Chain Netzwerk und dem Produktstrukturnetzwerk besteht insofern eine Beziehung, als dass Produktionsschritte in bestimmten Peers der Supply Chain durchgeführt werden. Bestimmte *Kanten* im Produktstrukturnetzwerk gehören also beispielsweise zu bestimmten *Knoten* im Supply Chain Netzwerk. Nicht alle Peers im Supply Chain Netzwerk stehen auf diese Weise mit dem Produktstrukturnetz in Verbindung, da dieses per grundsätzlich nur die *Produktionsvorgänge* darstellt, wobei auch Komponenten auf Peers direkt gemappt werden können (siehe die Assoziationen *Component_to_Relation_Mapping* sowie *Component_to_Peer_Mapping* im Modell). Zusätzlich aber sind noch die *Endprodukte* (also die Wurzeln der verschiedenen Produktstrukturbäume) auf die Peers zu assoziieren, die diese an die Endkunden absetzen. Damit sind Fakten wie beispielsweise Absatzzahlen und Erlöse mit dem Produktstrukturbaum in Beziehung setzbar. Der Zweck dieses Mappings ist also, den Modellanwendern zu ermöglichen, die Analysen im Bereich der Produkt- und Komponentenstruktur sowie die Analysen im Bereich der Supply Chain effektiv aufeinander projizieren zu können. Damit sind die Interdependenzen zwischen der Supply Chain und dem Produktionsplan und –design (vgl. [Röhr2003], [SiKa2004]) besser erfassbar. So ist ein wichtiger Wertbeitrag geschaffen, da nun Fakten der Supply Chain mit dem Produktbaum in Verbindung gesetzt werden können und so auch die Produktstruktur auf logistische Eigenschaften hin analysiert werden kann.

5.4.2.4 Elemente des Dimensional Fact Model

Die Elemente des Dimensional Fact Model müssen für diese Arbeit in UML dargestellt werden, um die Vorteile der in diesem Bereich existierenden Tools und Standards ausnützen zu können. In diesem Abschnitt werden die UML Elemente spezifiziert, die im Modell die den DFM Notationselemente darstellen. Dabei findet die Übersetzung nur auf syntaktischer Ebene statt. Die *Semantik* des DFM (vgl. [GoMR1998]) wird nicht in UML definiert. Die Modelle dieses Abschnitts sind also *nicht* Teil der *Referenzmodellierung* sondern nur Definition von Notationen.

Folgende Elemente sind Teil des Dimensional Fact Models (vgl. Abschnitt 3.3.2.4). Für diese müssen UML Stereotype definiert werden. Die UML Modellelemente zur Modellierung der sonstigen Teile des Referenzmodells (Supply Chain Netzwerk, Produktstrukturbaum) werden in den jeweils zugehörigen Abschnitten definiert. Die Fakten werden nicht in Form von Diagrammen gespeichert, sondern als Tabellen, da dies kompakter ist. Measures sind nicht Teil des Referenzmodells. Präferierte Aggregationsfolgen sind ebenfalls nicht Teil des Referenzmodells, da sie sinnvoller bei der konkreten Modellanwendung zu definieren sind. Auch Semiadditivität ist nicht explizit im Referenzmodell verankert, da diese von der Kombination eines Fakts mit einer Dimension abhängt. Die Kombinierbarkeit von Fakten mit Dimensionen innerhalb eines Views wird allerdings nicht in einer so starren Form vorgegeben, wodurch sich die Bestimmung von Semiadditivität auch hier auf den Zeitpunkt der Referenzmodellierung verschiebt.

Element	Stereotyp	Darstellung
Fakten	<<Fact>>	
Measures	<<Measure>>	
Dimensionen	<<Dimension>>	
Dimensionsattribute	<<DimensionAttribute>>	
Nicht-Dimensionsattribute	<<NonDimensionAttribute>>	
Aggregationsrelationen	-	
Semiadditivitätsrelationen	<<semiadditive>>	
Aggregationsoperatoren	-	als tagged values modelliert
Faktenschemen	-	repräsentiert durch <i>ein</i> UML Diagramm
Optionale Aggregationsrelationen	<<optional>>	

Tab. 5.3: Elemente des DFM umgesetzt in UML

5.4.2.5 Ermöglichung der Integration mehrerer Views

Es ist notwendig, das durch den Aufbau eines Views generierte Wissen mit anderen Views kombinieren und integrieren zu können. Nur so lassen sich Fragen wie beispielsweise, „in welchem Zusammenhang stehen die Schwankungen der Durchlaufzeiten von Planungsprozessen in der Supply Chain mit der Kooperationsqualität der Prozessteams?“ beantworten. Die dafür in der multidimensionalen Modellierung vorgesehene Operation ist der *Drill Across* (vgl. Abschnitt 3.3.1 bzw. [GoMR1998], [KiRo2002]). Grundsätzlich können Faktenschemen untereinander kombiniert werden, wenn sie Teilmengen von Dimensionsattributen untereinander teilen (eine Überlappung strikt kompatibler Faktenschemen; für Details sei hier auf [GoMR1998] verwiesen).

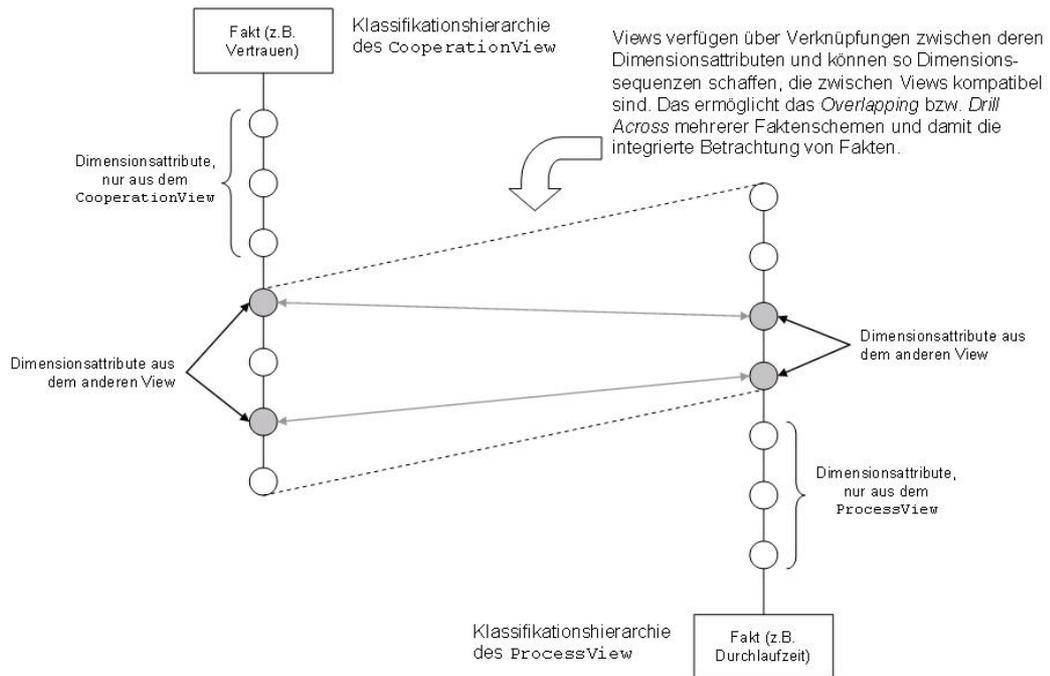


Abb. 5.13: Verknüpfbarkeit und Kompatibilität von Dimensionen verschiedener Views

Erst durch die Ermöglichung solcher Verknüpfungen kann für den Anwender der Wert einer multidimensionalen Datenbank gehoben werden. Im hier entwickelten Referenzmodell muss somit die Kompatibilität der Dimensionshierarchien der einzelnen Views gewährleistet werden. Das geschieht einerseits dadurch, dass sämtliche Views auf das Modell des Supply Chain Netzwerks bzw. das Modell des Produktstrukturbaums aufbauen. Die Klassifikationshierarchien „münden“ auf einer bestimmten Ebene in so gut wie allen Fällen im Dimensionsattribut `Peer` bzw. `Component` oder in Relationen zwischen diesen. Ausnahme dabei sind Klassifikationshierarchien, die *sehr spezifische* Dimensionsstrukturen in einem View aufbauen und somit nicht mit dem Ziel der Kombinierbarkeit angelegt worden sind. Neben der allgemeinen Integration der Views über das Supply Chain Netzwerk und den Produktstrukturbaum sind zwischen einigen Views explizit Verknüpfungspunkte eingebaut, die die individuellen Dimensionsattribute untereinander verknüpfen (so ist beispielsweise der `ProcessView` und dessen Prozessmodellteile explizit mit dem `CooperationView` und dessen Modellen zur Darstellung von Teams verknüpft). Abbildung 5.13 illustriert die Kompatibilität der Views.

5.4.2.6 Faktenspeicherung bei Prozessen

Eine wichtige Anforderung zur Darstellung von Vorgängen im Supply Chain Management ist die Darstellung von Fakten *über die Laufzeit von Prozessen* hinweg. Zu diesem Zweck soll die Technik des *Accumulating Snapshots* erläutert werden (vgl. [KiRo2002]), die eine Möglichkeit darstellt, Fakten inkrementell ins Data Warehouse zu laden. Die in Folge entwickelten Modelle bauen teilweise auf dieser Art der Speicherung und des Ladens auf.

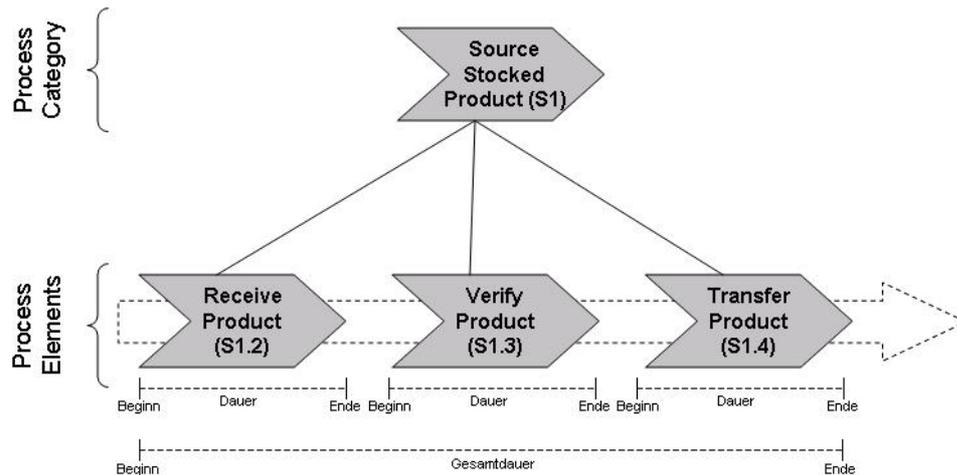


Abb. 5.14: Prozessfakten als Accumulating Snapshots (vgl. [KiRo2002] in Anlehnung)

In Abschnitt 3.2 wurden verschiedene Vorgehensweisen zum Laden von einem Data Warehouse diskutiert. Grundsätzlich stellen sich dabei die beiden Möglichkeiten des ETL zu periodischen Zeitpunkten bzw. abhängig vom Zeitpunkt bestimmter realer Vorgänge und Transaktionen, die abgebildet werden sollen. Der hier besprochene Ansatz stellt eine Erweiterung des transaktionsbasierten Ansatzes dar, indem ein Faktendatensatz schrittweise erweitert wird. Dabei ist es hier notwendig, die Transaktionen eindeutig unterscheiden zu können (beispielsweise durch einen Schlüssel). Es ist in obiger Abbildung erkennbar, dass mehrere Zeitstempel (und damit Verknüpfungen zu Dimensionen) pro Fakt notwendig sind, um die einzelnen Meilensteine im Prozess speichern zu können. Zu Beginn wird nur der erste Zeitpunkt mit einem tatsächlichen Wert gefüllt. Die restlichen werden beispielsweise mit NULL belegt, um deren Unbestimmtheit zu zeigen. Beim Eintritt der restlichen Prozessmeilensteine werden die restlichen Zeitstempel schrittweise festgelegt. Ein Fakt im Data Warehouse kann in diesem Fall also mehrmals inkrementell geladen werden.

5.4.3 Verfeinerungsmodelle

Nun werden die Verfeinerungsmodelle für die einzelnen Views und die Netzwerkmodelle dargestellt. Die Modelle basieren auf den in den vorigen Abschnitten dargestellten Modellelementen. Die in den folgenden Unterabschnitten spezifizierten Modellteile sind in der Modellierungskonvention des Dimensional Fact Model (DFM; vgl. Abschnitt 3.3.2.4) modelliert. Gemäß dieses Standards und der für die Anforderungen der vorliegenden Arbeit gemachten Erweiterungen sind folgende Modellkomponenten pro View zu definieren:

- Faktenmenge: jeder View umfasst eine gewisse Faktenmenge, aus der der Referenzmodellanalytiker wählen kann.
- Dimensionen: ein Fakt wird durch die Dimension in ihrer feinsten Granularität strukturiert.
- Klassifikationshierarchien: die logische Struktur der Fakten wird durch die Klassifikationshierarchien determiniert. So umfassen diese Knoten und Kanten in der Klassifikationshierarchie sowie die Attribute (dimension attributes A und Verbindungen R zwischen diesen; non-dimension attributes; vgl. [GoMR1998]).
- Gesondert angeführt seien hier die *Aggregationsoperatoren* und *-Formeln*, die zur Berechnung der Fakten innerhalb der Klassifikationshierarchien verwendet werden. Diese werden nicht im Zuge der Klassifikationshierarchien definiert,

sondern werden im Zuge der Referenzmodell-anwendung spezifiziert, um die nötige Flexibilität im Umgang mit Measures zu bewahren (vgl. [GoMR1998], [BaGü2004] bzw. Abschnitt 3.3.1).

Vorweg sind hier noch einige grundlegende Konventionen bezüglich der Kosten- und Erlösbegriffe zu klären. Gemäß der für diese Arbeit vorgenommenen Konvention fallen Erlöse in den `FinanceView`. *Erlöse* in diesem Sinne umfassen die tatsächlich eingegangenen Forderungen bzw. die ausständigen Fakturen. Erlöse stellen somit in irgendeiner Form tatsächlich geflossenes Geld dar. Auf Seiten des Kunden bzw. Schuldners treten diese als Fakturen bzw. Verbindlichkeiten auf. Somit zielen Erlöse auf die finanziellen Aspekte ab (und sind deswegen im `FinanceView` untergebracht). Demgegenüber sind *Kosten* der Sphäre der Prozesse und Materialwirtschaft zu subsumieren (und treten daher auch im `ProcessView` und im `MaterialView` auf). Kosten stellen Planungsgrößen dar, die einer tatsächlichen Auszahlung in der Gegenwart oder Zukunft gegenüberstehen. Auch fallen *kalkulatorische* Kostensätze im Rahmen beispielsweise der Prozesskostenrechnung unter Kosten. Diesen stehen nicht unmittelbar dieselben Auszahlungen gegenüber, da sie ja kalkulatorisch sind. Modellierungstechnisch sind diese jedoch in den `FinanceView` eingeordnet, der eine Sonderstellung unter den Views einnimmt (vgl. Abschnitt 5.4.3.7).

5.4.3.1 Modell des Supply Chain Netzwerks

Ausgehend von einem spezifizierten Supply Chain Netzwerk können die grundlegenden Dimensionen und Aggregationshierarchien abgeleitet werden, die zur Grundkonfiguration des Modells gehören und auf denen andere Views aufbauen.

5.4.3.1.1 Fakten

Das Supply Chain Netzwerk selbst beinhaltet keine Fakten.

5.4.3.1.2 Dimensionen

Die Dimensionen leiten sich von den Elementen des Supply Chain Netzwerkmodells ab und zwar von den Knoten und Kanten desselben:

- `PeerDimension`: Diese Dimension gliedert die Faktenmenge nach den Peers in der Supply Chain (also im zugehörigen Netzwerkmodell). Für jeden `Peer` Knoten im Netzwerk wird ein diskreter Wert auf der Dimensionsskala angenommen.
- `DirectedRelationDimension`: Diese Dimension gliedert die Fakten nach den `InteractionRelations` zwischen den Peers. Dabei sind zwischen zwei Peers A und B sowohl die Relation (A, B) als auch die Relation (B, A) zu verzeichnen.
- `UndirectedRelationDimension`: Analog zu obiger `RelationDimension` gibt es eine Dimension, die zwischen zwei Peers A und B eine ungerichtete Kante annimmt. Eine Relation resultiert somit in nur einer Kante, die keine Informationen über die Richtung enthält.
- `RetailerDimension`: Diese Dimension greift die Retailer (vgl. Abschnitt 5.2.1) gesondert heraus, um den direkten Absatz besser analysieren zu können.

- **InitialSupplierDimension:** Diese Dimension greift die „beginnenden“ Peers der Supply Chain heraus, also die Peers ohne modellierten Vorgänger in der Wertschöpfungskette.

5.4.3.1.3 Klassifikationshierarchien

Es gilt im Zusammenhang mit dem Supply Chain Netzwerk, natürlich die Unternehmenszugehörigkeit darstellen zu können. Dabei ist die unten in Abbildung 5.15 dargestellte Klassifikationshierarchie verwendbar. Die gruppiert die Peers zu Companies. Einzelne Companies können wiederum zu Combines (also Konzernen) gehören. An der Spitze der Klassifikationshierarchie steht die gesamte Supply Chain, in der Notation durch einen „.“ dargestellt. Diese Klassifikationshierarchie ist auf der PeerDimension definiert.

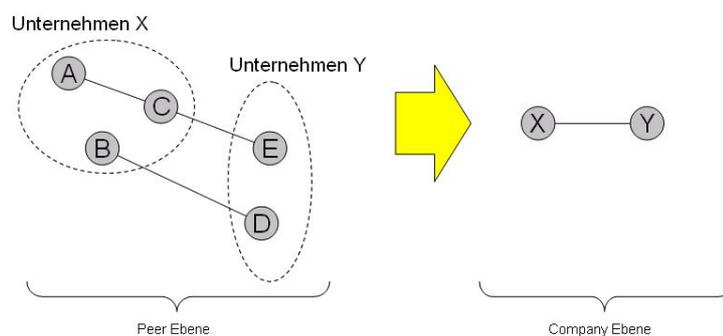


Abb. 5.15: Handhabung der InteractionRelations bei der Aggregation

Auf der RelationDimension ist auch eine ähnliche Hierarchie definiert. Diese aggregiert ebenfalls die Relationen zwischen den Peers zu Relationen zwischen Companies und weiters zu Relationen zwischen Combines. Dabei ist bei der Aggregation zu beachten, dass *mindestens eine Interaktion zwischen zwei Peers von unterschiedlichen Companies zu einer Interaktion der Companies auf der Company Ebene führt*. Dasselbe gilt für die Konzernebene. Die einzelnen Relationen *innerhalb* der Elemente einer Ebene (also beispielsweise die Interaktionen zwischen Peers einer Unternehmens) fallen bei Übergang auf die nächst höhere Ebene natürlich weg (siehe beispielhaft Abbildung 5.15). Schließlich existiert noch eine Klassifikationshierarchie auf den Retailer Peers. Diese aggregieren die einzelnen Outlets nach ihrer geographischen Lage in city, county und state.

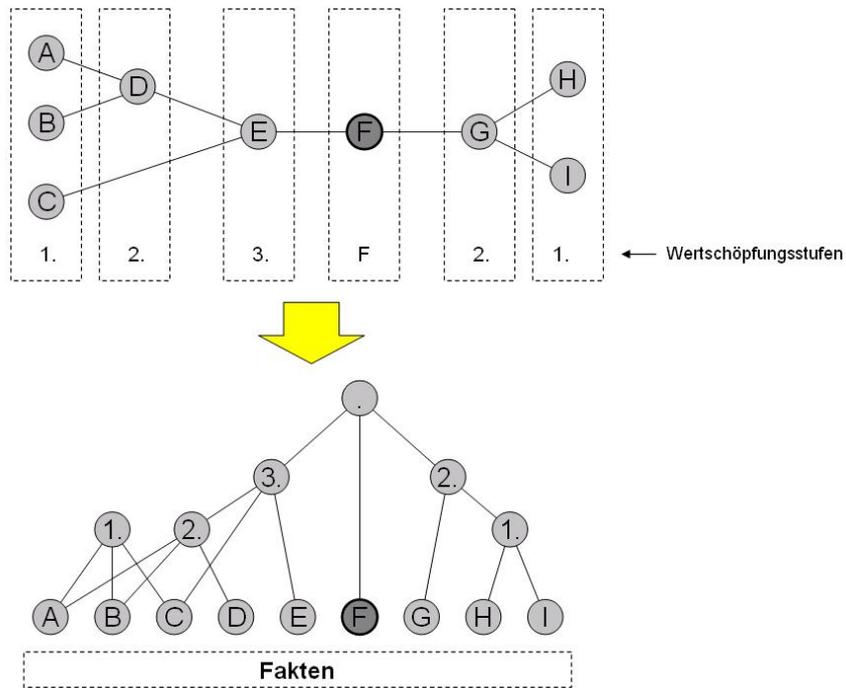


Abb. 5.16: Klassifikationshierarchie über Wertschöpfungsstufen (post- und präfokal)

Auch zu aggregieren sind Fakten *entlang* der Supply Chain. Damit ist gemeint, dass die Supply Chain Struktur selbst als Klassifikationshierarchie verwendet wird. Ausgehend von den ersten Wertschöpfungsstufen (ValueChainLevel) wird so zum Beispiel eine Aggregation von Fakten bis zur fokalen Wertschöpfungsstufe dargestellt (downstream). Dies kann vice versa auch upstream von den Retailern ausgehend berechnet werden. So werden die post- und die präfokalen Wertschöpfungsstufen betrachtet und es kann beispielsweise die Frage beantwortet werden, wie viel Erlöse bis zur Hauptfertigung erzielt werden bzw. wie viele Kosten bis dahin anfallen. Abbildung 5.16 zeigt die Klassifikationshierarchie auf der PeerDimension, die eine solche Analyse erlaubt. Man erkennt, wie die einzelnen Peers zu Wertschöpfungsstufen aggregiert werden. Dabei umfasst eine Wertschöpfungsstufe i sämtliche Aggregate der vorangehenden Wertschöpfungsstufe $(i-1)$. In obiger Darstellung sind sowohl die präfokalen als auch die postfokalen Wertschöpfungsstufen in die Klassifikationshierarchie integriert, „F“ stellt die fokale Wertschöpfungsstufe – die „Hauptfertigung“ - dar. Die Wertschöpfungsstufen ergeben sich einerseits aus den graphentheoretischen Strukturen des Supply Chain Netzwerkes, können aber auch in Abhängigkeit der Anforderungen des konkreten Projekts frei definiert werden. Sie müssen lediglich korrekt in eine Klassifikationshierarchie transformiert werden. Wiederum stellt die höchste Aggregationsebene die der gesamten Supply Chain dar. Außerdem können in die Klassifikationshierarchie weitere Ebenen integriert werden, die die gesamte durch die Supply Chain dargestellte Wertschöpfungskette weiter strukturieren.

5.4.3.2 Modell des Produktionsstrukturnetzwerks

Das Produktionsstrukturmodell setzt auf dem Modell des Supply Chain Netzwerkes auf. In diesem Abschnitt werden daher unter anderem Datenstrukturen beschrieben, die sich aus dem Mapping (vgl. Abschnitt 5.4.2.3) des Supply Chain Netzwerkes mit dem Produktstrukturbaum ergeben.

5.4.3.2.1 Fakten

Die Fakten des Produktstrukturmodells ergeben sich hauptsächlich aus dem Mapping des Produktstrukturmodells mit dem Supply Chain Netzwerkmodell. Die Kosten-, Erlös- und Performancegrößen (der verschiedenen Views) werden auf den Produktstrukturbaum umgelegt. Der Produktstrukturbaum stellt für sich selbst gesehen ein *statisches* und *planerisches* Konstrukt dar, das nur die Kombination von Komponenten repräsentiert. Diese „Schablone“ wird durch die dynamische Betrachtungsweise des Supply Chain Netzwerks mit Kennzahlen gefüllt und so die Abhängigkeiten der Supply Chain Performance vom Produktdesign analysierbar gemacht. Fakten, die durch den Produktstrukturbaum eingebracht werden, sind die Spezifität bzw. Generizität von Komponenten und die Schnittstellen zwischen diesen.

5.4.3.2.2 Dimensionen

Dem Produktstrukturnetzwerk ist neben den eigenen Dimensionen auch die Dimension, die sich durch das Mapping der Supply Chain Strukturen ergibt, zugeordnet:

- **ProductionMappingDimension:** Diese Dimension setzt sich aus den Peers im Supply Chain Netzwerk zusammen, in denen Komponenten des Produktstrukturbaums zu einer übergeordneten Komponente verarbeitet werden – wo also *Produktionsvorgänge* stattfinden (die Menge der Peers ergibt sich aus den durch *Component_to_Peer_Mapping* Assoziationen verbundenen Knoten).
- Analog zu den Klassifikationshierarchien auf den Knoten, also den Peers der Supply Chain werden auch die *InteractionRelations* zwischen den gemappten Peers in eine Dimension transformiert. Das ergibt die *ProductionMappingRelationDimension* und zielt auf die Interaktionen zwischen den fertigenden Peers ab (die Menge der *InteractionRelations* ergibt sich aus den durch *Component_to_Relation_Mapping* Assoziationen verbundenen Kanten).
- **ComponentDimension:** Diese Dimension setzt sich aus sämtlichen Komponenten, die im Produktstrukturbaum enthalten sind, zusammen.
- **FirstOrderComponentDimension:** Diese Dimension setzt sich aus sämtlichen Komponenten der ersten Wertschöpfungsstufe der Produktstruktur – also aus den Blättern des Produktstrukturbaums – zusammen.
- **GozintoDimension:** Diese Dimension besteht aus sämtlichen Kanten zwischen den *Components* des Produktstrukturbaums.
- **FirstOrderGozintoDimension:** Diese Dimension besteht aus den „untersten“ Kanten des Produktstrukturbaums – also den Kanten, die von den Blättern ausgehen.

5.4.3.2.3 Klassifikationshierarchien

Von besonderer Wichtigkeit ist hier die Klassifikationshierarchie auf der *ProductionMappingDimension*. Diese aggregiert die Fakten entlang der Peers in der Supply Chain, in denen die Produktfertigung vonstatten geht. Ganz allgemein kann man sagen, dass hier die Peers in der Supply Chain nach dem Produktstrukturbaum aggregiert werden. Abbildung 5.17 zeigt das Konzept dieses Mappings. Auf der rechten Seite wird die Supply Chain dargestellt. Bei den Peers

der Supply Chain, an denen Komponenten des links abgebildeten Produktstrukturbaums gefertigt werden, sind die zugehörigen Components gestrichelt angefügt. Unten sieht man, wie aus der PeerDimension die Peers gemäß der Produktstruktur aggregiert werden. Auch fällt auf, dass manche Peers in den präfokalen Wertschöpfungsstufen keine Kernkomponenten herstellen. Diese Peers könnten beispielsweise Lager sein, oder Hilfsstoffe erzeugen und damit nicht in die Betrachtung der Produktkomponenten (und damit der Produktstrukturbaums) fallen. In der Klassifikationshierarchie können diese aber durchaus sinnvoll sein (um beispielsweise kumulierte Lagerbestände bis zu einer bestimmten Produktionsstufe zu erfassen), weswegen sie in der Klassifikationshierarchie unten links inkludiert sind. In der rechten Klassifikationshierarchie in Abbildung 5.17 zeigt sich, dass auch die *isolierte* Betrachtung der Peers, die Komponenten erzeugen, konstruiert werden kann.

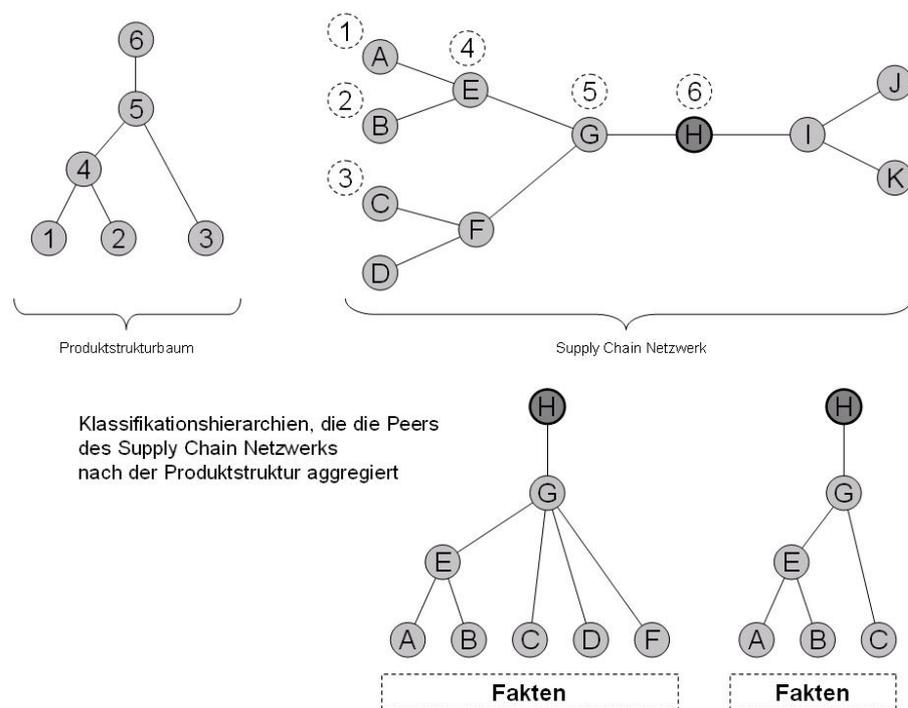


Abb. 5.17: Klassifikationshierarchie durch Mapping des Supply Chain Netzwerks und des Produktstrukturbaums

Auf der ComponentDimension ist eine Klassifikationshierarchie definiert, die die Komponenten nach ihrem Typus aggregiert. Damit sind Klassen wie „Rohmaterial“, „WIP“ oder „Variante“ gemeint – diese sind natürlich stark vom Anwendungsfall abhängig (man denke wiederum an die Produktstrukturen in der Automobil- im Vergleich zur Erdölindustrie). Außerdem ist auf der FirstOrderComponentDimension eine Klassifikationshierarchie definiert, die die Komponenten schlichtweg nach dem Produktstrukturbaum aggregiert, wobei hier im Unterschied zur in Abbildung 5.17 beschriebenen Aggregation nur die statische Komponentenstruktur betrachtet wird.

5.4.3.3 ProcessView

Wie bereits erläutert, stellt der ProcessView die Prozesse der Supply Chain dar. Dabei soll auf die Modelle des Supply Chain Operations Reference Model (vgl.

[SCOR2005] bzw. Abschnitt 2.3.5.1) zurückgegriffen werden. Dieses stellt einerseits gut entwickeltes und erprobtes Knowhow zur Verfügung, andererseits können so unter Umständen bereits für eine Supply Chain erhobene Informationsmodelle einfacher weiterverwendet werden.

Nun soll darauf eingegangen werden, wie die Elemente des SCOR Modells mit den Elementen des Supply Chain Netzwerks (vgl. Abschnitt 5.4.2.1) verknüpft werden. Ein *Peer* wird zu diesem Zweck weiter verfeinert in die fünf Level-1 Prozesskategorien des SCOR (Plan, Source, Make, Deliver, Return). Diese werden wiederum – gemäß der Definition des SCOR Modells – in Level-2 (Prozesskategorien) und schließlich in Level-3 (Prozesselemente) Elemente zerlegt. Somit hat ein *Peer* im *ProcessView* ein Aussehen, das in Abbildung 5.18 beispielhaft dargestellt ist. Diese Dekompositionen beziehen sich allesamt auf *ein* teilnehmendes Unternehmen und stellen dessen Prozesslandschaft dar. Außerdem können jedoch die Prozessfakten eines einzelnen Peers über mehrere Peers hinweg aggregiert werden. Damit werden die innerbetrieblichen Messgrößen auf Supply Chain Messgrößen umgelegt. Über den *ProcessView* werden – zusammen mit dem Supply Chain Netzwerk und dem Produktstrukturbaum – die Managementaufgaben in Produktionsnetzwerken (vgl. [Röhr2003]) durch das Controlling unterstützt.

5.4.3.3.1 Fakten

Performance Attribute	Definition	Korrespondierender Fakt
Reliability	"The performance of the supply chain in delivering: the correct product, to the correct place, at the correct time, in the correct condition and packaging, in the correct quantity, with the correct documentation, to the correct customer." [SCOR2005]	Zuverlässigkeit
Responsiveness	"The speed at which a supply chain provides products to the customer." [SCOR2005]	Durchlaufzeit
Flexibility	"The agility of a supply chain in responding to marketplace changes to gain or maintain competitive advantage." [SCOR2005]	Flexibilität
Costs	"The costs associated with operating the supply chain." [SCOR2005]	Siehe <i>FinanceView</i>
Assets	"The effectiveness of an organization in managing assets to support demand satisfaction. This includes the management of all assets: fixed and working capital." [SCOR2005]	Siehe <i>FinanceView</i>

Tab. 5.4: Performance Attributes des SCOR und Zuordnung zu Faktkategorien

Das SCOR Modell kennt eine gewisse Menge an Kenngrößen zur Performancemessung (*Performance Attributes*; siehe Tabelle 5.4). Diese Größen finden sich auch in der Faktenmenge des *ProcessView* wieder. Die Performance Attribute *Costs* und *Assets* jedoch werden durch den *FinanceView* eingebracht, der eine direkte Verknüpfung zu den Prozessen des *ProcessView* zur Verfügung stellt. Die Fakten des *ProcessView* basieren auf [BeTo2003], [Thal2001], [SCOR2005], [RiSZ2002], [ScJe1999], [WiMK2001], [Wirt2001].

Fakt	Periodic Snapshot	Transaction	Accumulating	elementar	quantitativ	qualitativ	Kommentar
Effizienz	x				x		Zeit pro Aktivität
Produktivität		x			x		Verhältnis von Prozess-Input zu -Output
Prozessqualität		x	x		x	x	
Flexibilität (<i>Flexibility</i> in SCOR)		x		x	x		Anpassfähigkeit an Schwankungen
Service Level		x	x	x		x	
FTEs	x	x	x	x	x		Mitarbeiter für Prozess
Durchsatz		x	x	x	x		Prozessmengen (=Kostentreiber; jedoch nicht mit Kostensätzen bewertet)
Zuverlässigkeit (<i>Reliability</i> in SCOR)		x	x		x		auch Verfügbarkeit
Prozesskapazität	x			x	x		Prozessmengen (=Kostentreiber; jedoch nicht mit Kostensätzen bewertet)
Utilization	x				x		genutzte Prozesskapazität
Planungsgenauigkeit	x	x	x		x	x	Verhältnis geplanter Wert zu tatsächlicher Wert (bei Plan-Prozessen)
Output		x	x	x	x		Prozessmengen
Liegezeit		x	x	x	x		z.B. Zwischenlagerung
Transportzeit		x	x	x	x		zum Beispiel innerhalb der Fertigung
Kontrollzeit		x	x	x	x		
Wartezeit		x	x	x	x		z.B. vor Fertigung
Durchlaufzeit (<i>Responsiveness</i> in SCOR)		x	x	x	x		gesamte Zeit für Prozess
Reaktionszeit	x			x	x		auch Rüstzeit; Reaktion auf Volumensänderungen
Lieferzeit	x	x		x	x		Zeit ab Bestellung bis Wareneingang
Lieferfähigkeit		x	x		x		
Liefertreue		x			x		
Umrüstungen	x			x	x		
Verzögerung zu geplantem Start		x	x	x	x		im Sinne eines angestoßenen Prozesses
Prozesssicherheit	x					x	qualitative Merkmale wie Zertifizierungen und spezielle Eigenschaften
Termtreue		x	x		x		Verhältnis geplantes Prozessende zu tatsächlichem Prozessende
Fehllieferquote		x	x		x		Anteil der nicht korrekten Lieferungen an der Gesamtzahl der Lieferungen

Tab. 5.5: Fakten des ProcessView

5.4.3.3.2 Dimensionen

Im ProcessView findet wie erläutert eine Verfeinerung der Peers statt. Daraus ergibt sich grundsätzlich ein Dimensionstyp, der jeden Peer in seine fünf Prozessarten (Plan, Source, Make, Deliver, Return) aufspaltet. Für jeden Peer in der Supply Chain ergeben sich so fünf Dimensionselemente (SCORLevelOneDimension). Jeder Prozesstyp kann weiter in seine Level-2 und Level-3 Elemente verfeinert werden. Es gibt also unternehmensintern beliebig fein granulierten Dimensionen, die Dimensionselemente für die Level-2, Level-3 bzw. sogar (die nicht in SCOR standardisierten) Level-4 enthalten und diesen jeweils einzelne Fakten zuordnen. Diese sehr feine Granularität hat primär für das unternehmensinterne Controlling und Management Relevanz, dient dem Herunterbrechen von Prozesskennzahlen in die jeweiligen internen Aktivitäten und Bereiche und ist ein Fall für die Abbildung in einem Data Mart. So kann beispielsweise – sofern in einem Unternehmen implementiert – eine Prozesskostenrechnung dargestellt werden.

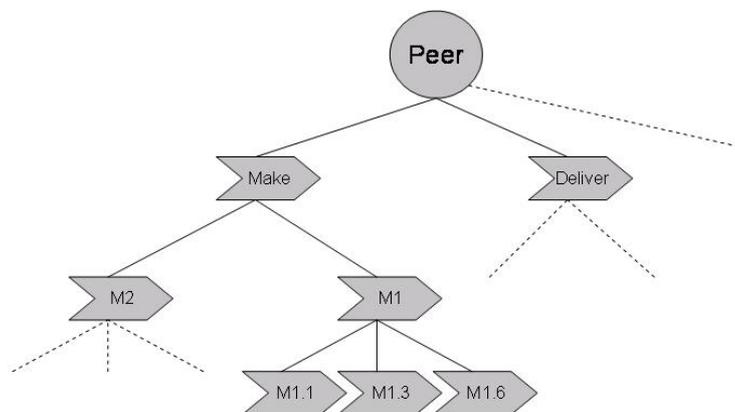


Abb. 5.18: Die Verfeinerung von Prozessen und deren Komponenten

Ein elementarer Zweck des `ProcessView` besteht darin, seine Dimensionen in das Gesamtmodell einzubringen und darauf verschiedenste Klassifikationshierarchien – auch von anderen `Views` – anwenden zu können. Die `SCORProcessType` Dimension wird in einem Verdichtungsschritt in einen `Peer` aggregiert, mit der die meisten Klassifikationshierarchien kompatibel sind. So können Prozesskennzahlen auf verschiedenste Arten verknüpft werden.

Die grundsätzlich am feinsten granulierte Einheit im `ProcessView` ist eine Aktivität. Diese korrespondiert mit dem Level 4 des SCOR und stellt eine bestimmte Tätigkeit einer Person dar. Eine in vielen Fällen zweckdienlichere Granularität zur Prozessmessung in Supply Chains stellt das `ProcessElement` von SCOR Level 3 dar. Diesen Dimensionen können Fakten der Prozessmessung zugeordnet werden.

5.4.3.3.3 Klassifikationshierarchien

Auf den verschiedenen SCOR* Dimensionen setzen Klassifikationshierarchien auf, die die einzelnen Prozesskategorien aggregieren. Damit können die Performance und die Prozessketten über die Supply Chain hinweg analysiert werden. Durch die Verknüpfung mit dem Produktstrukturbaum, können die Prozessketten mit den einzelnen Produktkomponenten assoziiert werden und beispielsweise durch den Vergleich von Kosten und Durchlaufzeiten mit Erlösen eine Wertanalyse bewerkstelligt werden. Auch die Aggregation über die Wertschöpfungsstufen wird ermöglicht, damit die Prozessketten auf die Wertschöpfungskette abgebildet werden können.

Eine grundlegende Klassifikationshierarchie stellt die verschiedenen Level des SCOR Modells dar. Das bedeutet, dass die Aktivitäten (die jedoch nicht Teil des SCOR Modells sind) schrittweise zu Level 3, Level 2 und schließlich Level 1 Prozessen aggregiert werden. Das geschieht dabei *über sämtliche Peers der Supply Chain hinweg basierend auf dem Prozesstyp*. Wo diese Prozesse innerhalb der Supply Chain abgewickelt werden, spielt hier keine Rolle.

Eine andere Form der Aggregation orientiert sich an den Peers. Es wird hier betrachtet, welche Prozesse und Prozessschritte in den verschiedenen Peers abgewickelt werden. Somit mündet diese Klassifikationshierarchie im Dimensionsattribut `Peer` (wie in Abbildung 5.18 im vorigen Abschnitt dargestellt), wodurch die Prozessinformationen wiederum nach den generischen Klassifikationshierarchien des Supply Chain Netzwerks und des Produktstrukturbaums (siehe Abschnitt 5.4.3.1.3 bzw. 5.4.3.2.3) aggregierbar sind. Die gerade geschilderte ist vielleicht die „intuitivere“ Aggregation, da hier betrachtet werden kann, welche Prozesse in einem Unternehmen der Supply Chain ablaufen und wie die Performance dieser auch auf Unternehmensebene zu bewerten ist, sowie welche Prozessketten durch die Supply Chain laufen.

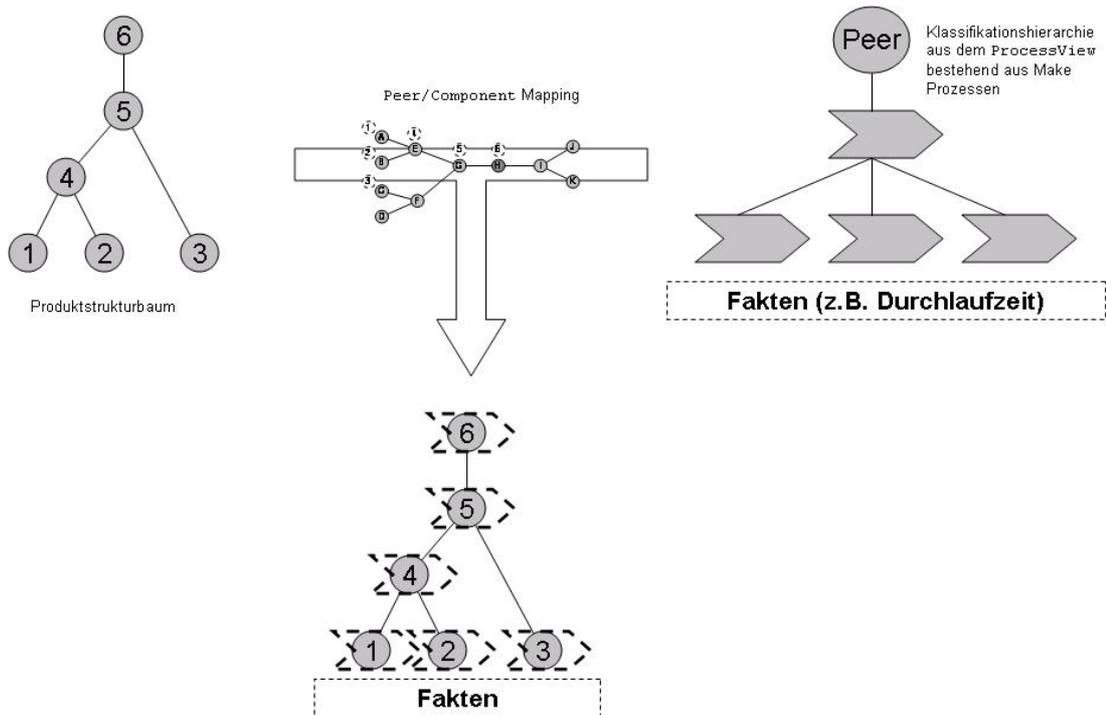


Abb. 5.19: Verknüpfung des ProcessView mit dem Produktstrukturbaum

Ein wichtiger Beitrag, der durch diesen View in das Data Warehouse eingeführt wird, ist die Analyse des Produktionsprogramms. Dazu werden die Make-Prozesse des SCOR Modells mit den Component Dimensionsattributen des Produktstrukturbaums assoziiert. Damit lassen sich Produktkomponenten und deren komponentenspezifischen Fakten mit dynamischen Prozessfakten vergleichen und Push-Pull Boundaries (vgl. Abschnitt 2.3.5.4 bzw. Abbildung 5.20) identifizieren. Außerdem lassen sich zusammen mit den finanziellen Fakten des FinanceView (siehe Abschnitt 5.4.3.7) Wertanalysen und Sortimentsentscheidungen herbeiführen und untermauern.

Obige Abbildung 5.19 zeigt beispielhaft, wie durch die Modellstruktur eine Verknüpfung von dynamischen Prozessfakten mit dem Gozintographen des Produktstrukturbaums möglich ist. Das Supply Chain Netzwerk lässt sich standardmäßig mit Letzterem verknüpfen (Peer/Component Mapping). Dadurch, dass die Dimensionshierarchien des ProcessView mit dem Peer Dimensionsattribut in Beziehung gesetzt sind und die Peers wiederum mit den Components des Produktstrukturbaums gemappt sind, lassen sich Fakten des ProcessView entlang der Fertigungsstruktur des Produkts aggregieren. Das ermöglicht, die Prozessketten der Supply Chain aus Sicht der Fertigung zu beleuchten. Neben dem Mapping des ProcessView auf den Produktstrukturbaum, können auch andere Views (durch deren Verknüpfung mit dem Peer Dimensionsattribut) auf dieselbe Weise verknüpft werden.

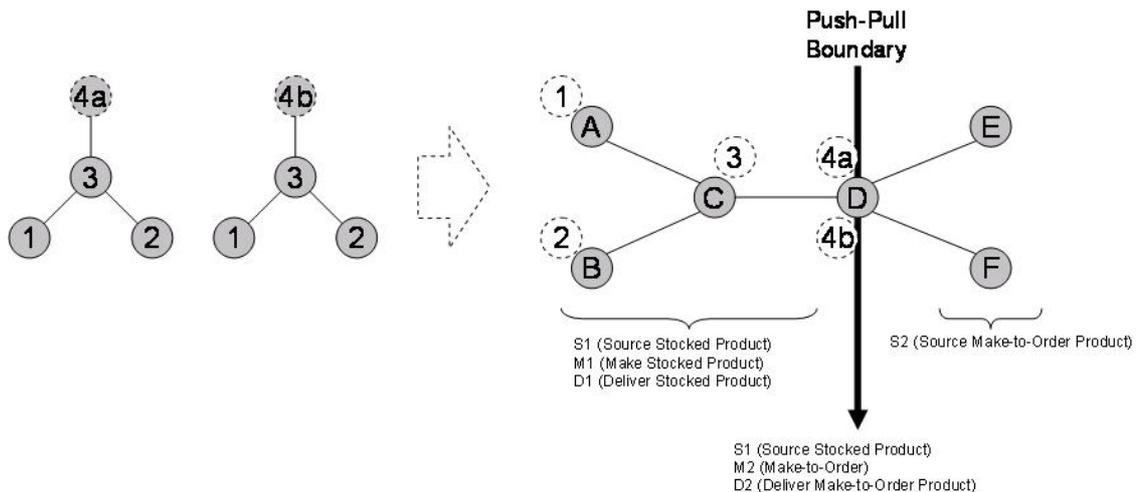


Abb. 5.20: Modellierung einer Push-Pull Boundary mittels ProcessView

Obige Abbildung zeigt, wie eine Push-Pull Boundary mittels des Supply Chain Netzwerks und des Produktstrukturbaums modelliert werden kann. Basierend auf diesem Modell können (nach dem zu Beginn des Abschnitt 5.4.2 dargestellten Prinzip) die Dimensionen und in einem weiteren Schritt die Klassifikationshierarchien aufgebaut werden.

Weitere Klassifikationshierarchien stellen die Planungsprozesse dar. Die SCOR Level 1 Prozesskategorie „P1“ (Plan Supply Chain) nimmt insofern eine Sonderstellung ein, als dass sie mehrere Planungsprozesse über mehrere Peers hinweg integriert. Dem ist durch eine eigene Klassifikationshierarchie Rechnung zu tragen.

5.4.3.4 InformationView

Die Thematik der Informationstechnologie ist im InformationView integriert. Dabei werden sowohl die Ressourcen der Informationstechnologie, die Geschäftsobjekte (also geschäftsrelevante Informationen) und die Integration der verschiedenen Systeme betrachtet. Zu unterscheiden ist dieser von den in den Data Warehouse Metadaten enthaltenen Informationen. Diese halten zwar auch Wissen über die informationstechnologische Infrastruktur bereit, sind aber hauptsächlich bezogen auf die Datenquellen und deren Eigenschaften, die für den ETL Prozess relevant sind, bilden also nicht die OLTP Aktivitäten ab. Ziel des InformationView ist es, die IT Landschaft und die dazugehörigen Performancegrößen abzubilden und die Abhängigkeiten und Auswirkungen mit anderen Views zu ermöglichen. Dabei sind zwei Themen insbesondere von Bedeutung:

- IT Infrastruktur und dessen Integration: Es muss messbar bzw. identifizierbar gemacht werden, wie gut IT Systeme in der Supply Chain integriert sind und wo Verbesserungsbedarf besteht. Auch die Auswirkung von Integrationsinitiativen auf die Supply Chain Performance interessiert hier.
- Operative Informationsdistribution: Für die operative Abwicklung der Supply Chain Prozesse, aber auch für die Planung soll analysierbar sein, wie Informationen über die Supply Chain hinweg verteilt werden bzw. sind. Zu unterscheiden ist dies vom obigen Punkt der Integration insofern, als dass die Integration die *technische Verknüpfbarkeit* der Systeme betrachtet, hier aber die Geschäftslogik und die Prozesse und deren Informationsnutzung betrachtet wird. Des Weiteren muss die

Informationsdistribution, so wie sie hier verstanden wird von der Informationsdistributionsfunktion, so wie sie vom Data Warehouse *selbst* erfüllt wird, unterschieden werden. Schließlich lassen sich damit ja auch beispielsweise Engpässe in der Produktion analysieren. Die hier gemeinte Information ist wie ausgeführt auf die operative und taktische *Ausführung* der Prozesse ausgerichtet und nicht auf die Analyse und das Controlling – so wie das Data Warehouse.

Die genannten Themen sollen die Transparenz in der Supply Chain sicherstellen (vgl. [Otto2002]).

5.4.3.4.1 Fakten

Zur Definition der Fakten müssen zuerst die durch den `InformationView` eingeführten Modellelemente definiert werden. Die hier relevanten Modellelemente abstrahieren von physischen Aspekten der Systeme (wie beispielsweise Serverhardware oder Netzwerktechnologie). Es wird darauf abgezielt, die wichtigen in der Supply Chain vorhandenen Knoten zur Informationsverarbeitung zu identifizieren, um in weiterer Folge den Brückenschlag zu anderen Views – insbesondere dem `ProcessView` – herzustellen und schnell Verbesserungsbedarfe und Abhängigkeiten analysieren zu können. Dieser View nimmt Bezug auf die Ausführungen zum Datennetzwerk in [Otto2002]. Dabei werden *Datenfelder* identifiziert, die zur Herstellung von Transparenz in der Supply Chain relevant sind und die zwischen den Peers der Supply Chain zu verteilen sind. Dazu werden vier Datenkategorien unterschieden, nämlich Materialfluss, Kapazitäten und bedarfsverändernde sowie kapazitätsverändernde Aktionen (vgl. [Otto2002]). Zu der Datenkategorie Materialfluss zählen Bedarf, Lieferung, Bestand und Bestellung. Zu der Kategorie Kapazitäten zählen Mitarbeiter und Betriebsmittel. Zusammenfassend lassen sich die Informationsobjekte abgrenzen, die zur operativen Abwicklung und Verbesserung der Transparenz relevant sind und deswegen distribuiert werden bzw. zugreifbar sein müssen (*bewegliche* Elemente):

- Bedarfsinformation
- Eingehende Lieferungen
- Bestände
- Bestellungen
- Kapazitäten
- Aktionen einzelner Peers, die den Bedarf bzw. die Kapazitäten dieser Peers verändern.

Praktisch betrachtet bedeutet dies, dass beispielsweise Bedarfsinformationen eines Kunden und die Bestandsinformationen sowie die geplanten Lieferungen eines Zulieferers in das IT System eines Produzenten eingepflegt werden müssen, um die Prozessabwicklung zu verbessern. In [Otto2002] wird darüber hinaus über die *Erfassung* von Informationsobjekten gesprochen und dabei das Konzept des *I-Punkts* verwendet. Ein I-Punkt bezeichnet den Entstehungsort von Information. Bestellt ein Kunde ein Produkt, so entsteht Bedarfsinformation, womit ein I-Punkt gegeben ist. Von den zahlreich vorkommenden I-Punkten ist nur eine Teilmenge *relevant* für das Management der Supply Chain und eine andere Teilmenge wird tatsächlich *ausgelesen* und für das Management verwertet. Analog zum Informationsangebot und zur Informationsnachfrage (vgl. Abschnitt 3.1.4) muss hier eine möglichst große Überdeckung hergestellt werden. Die Fakten wurden aus [Otto2002], [CHKT2006], [Sche1998], [Stal2005], [EmÖz2004], [ThIL2003] erarbeitet.

Fakt	Periodic Snapshot	Transaction	Accumulating	elementar	quantitativ	qualitativ	Kommentar
Informationsentstehung	x	x	x	x	x		Entstehung eines InformationObjects
Informationsverwendung		x	x	x	x		Zugriff auf ein InformationObject durch eine Applikation bzw. eine Person
Informationsverfügbarkeit	x		x	x	x		Ablegen eines InformationObjects in einer Datenbank, d.h. gegebene "Zugreifbarkeit"
Informationsübertragung	x	x	x	x	x		Übertragung eines InformationObjects
Übertragungsumfang		x		x	x		z.B. über Netzwerk (Volumen oder Einheiten)
Speicherung		x		x	x		tatsächlich benutzte Speicherkapazität
Speicherkapazität		x		x	x		
Übertragungskapazität		x		x	x		
Umfang		x		x	x		im Sinne von Datenfeldern eines InformationObjects
Verarbeitungszeit		x		x	x		Zeit für informationstechnische Verarbeitung
Speicherbedarf		x		x	x		
Verarbeitungskapazität		x		x	x		im Sinne von CPU-Cycles, Durchsatz usw.
Verarbeitungsumfang		x		x	x		im Sinne von Speicher
Übertragungsqualität (physisch)		x	x	x	x		
logische Fehler bei Übertragung		x	x	x	x		
logische Vollständigkeit		x	x	x	x	x	
notige Anpassungen		x	x	x	x	x	zur Übertragung in Schnittstellen

Tab. 5.6: Fakten des InformationView

5.4.3.4.2 Dimensionen

Auf das Supply Chain Netzwerk werden die Softwaresysteme hinzugefügt und zwischen den Softwaresystemen bestehen communicates Relationen, die den Datenaustausch bzw. Datenzugriff bezeichnen. Diese Relation besagt, dass die Prozesse des Peers vom Softwaresystem Gebrauch machen. Detaillierter betrachtet, können auch die einzelnen Prozessstypen des ProcessView vereinzelt mit dem System interagieren. Dabei sollte jedoch nicht zu detailliert bei der Modellierung vorgegangen werden. Insbesondere sollte nicht ein Detailgrad wie in der Prozessmodellierung auf Unternehmensebene angestrebt werden.

Die relevanten *festen* Modellelemente (Softwaresysteme) sind die folgenden:

- Applikationen: Diese stellen sämtliche Softwaresysteme zur Durchführung der Supply Chain Prozesse dar (wie beispielsweise Planung, Durchführung, Produktion usw.), verarbeiten Information und unterstützen Prozesse. Über diese werden auch Informationen erfasst.
- Datenbanken: Diese Software- und Hardwaresysteme speichern Information zur operativen Abwicklung der Prozesse.
- Services: Diese stellen Services im Sinne einer service-orientierten Architektur (SOA; vgl. [DuGH2005], [DaMe2003]) dar. Aufgrund der logischen Eigenständigkeit eines Services wird dieses als eigene Entität modelliert.

Grundsätzlich wird im InformationView unterschieden zwischen Infrastrukturelementen und Informationsobjekten (vgl. feste und bewegliche Systemelemente in [Luck2001]). Um die Informationssysteme zu modellieren werden wiederum die Peers der Supply Chain verfeinert, um die verschiedenen Applikationen und Applikationsteile darzustellen, die darin Verwendung finden. Dabei sind diese jeweiligen Applikationen untereinander durch Interaktionsrelationen verbunden. Diese stellen jede Art von Datenaustausch bzw. ein- oder beidseitigen Zugriff auf Informationen dar. Die Kanten, die diese Interaktionen darstellen, sind entsprechend klassifiziert (vgl. [Tane2002], [Stal2001], [Stal2005]). Dabei verfügt ein Peer über mehrere Applications bzw. Services. Applikationen bestehen ihrerseits wiederum aus Databases (diese stellen Datenspeicher dar). Gemäß dem Konzept des Datennetzwerks in [Otto2002]

soll so ein Netz von interagierenden Informationssystemen auf das Supply Chain Netzwerk projiziert werden.

Die Kanten zwischen den Applikationen und auch die Applikationen selbst werden mit Nicht-Dimensions-Attributen versehen, die eine Kategorisierung des Systems bzw. des Netzwerks ermöglichen (vgl. [Stal2005], [ThIL2003]). Zwischen den Informationssystemen existieren die bereits erwähnten *communicates* Relationen. Diese Relationen stellen die Schnittstellen zwischen den Systemen dar. Zwischen zwei Informationssystemen können mehrere solche Schnittstellen existieren (wenn diese beispielsweise mittels unterschiedlicher Technologien umgesetzt worden sind). So können Fakten erfasst werden, die die Interaktion von Systemen beschreiben.

Die beweglichen Objekte des InformationView sind die InformationObjects bzw. die InformationElements. Letztere stellen dabei einzelne Datenfelder (sehr detailliert) in einem Geschäftsobjekt dar, während erstere mehrere solche Datensätze zusammenfassen. In Folge wird einfach von InformationObject gesprochen, um solche Geschäftsobjekte zu bezeichnen. Mit diesen werden die Vorgänge der Informationsverarbeitung modelliert. InformationObjects können unterteilt werden in Events und in Statics. Erstere stellen einmalige Ereignisse dar, die u.U. weitere Vorgänge auslösen. Das kann beispielsweise eine Bestellung sein, die eine Prozesskette anstößt oder eine Bestätigung einer eingegangenen Lieferung. Somit stehen Events immer in direktem Zusammenhang mit einem Prozess. Statics dagegen stellen Informationsbestände dar, die nicht unmittelbar Prozesse anstoßen (jedoch natürlich das Ergebnis eines Prozesses sein können bzw. in einem Prozess verwendet werden können). Beispiele dafür sind Absatzpläne oder Produktionspläne. InformationObjects sind von den Inputs und Outputs von Prozessen in der Supply Chain abgeleitet (vgl. [SCOR2005], [Arnd2004], [Wagn2003], [BeTo2003]) und stellen den Input und Output von Prozessen dar. InformationObjects können innerhalb von Peers aber auch zwischen Peers auftreten. Ein Static – beispielsweise ein Produktionsplan – würde in diesem Fall in einem bestimmten Peer entwickelt und danach in dessen System abgelegt sein. Ein Event – beispielsweise eine Beschwerde – würde zwischen zwei Peers, d.h. an deren InteractionRelation auftreten und damit ab dem Zeitpunkt des Auftretens beiden beteiligten Peers bekannt sein.

InformationObjects können mit Components des Produktstrukturbaums (siehe Abschnitt 5.4.3.2) gemappt sein. Das funktioniert hier auf dieselbe Weise wie das Mapping von Peers auf Components zwischen Supply Chain Netzwerk und Produktstrukturbaum. So lassen sich beispielsweise Orders (also Bestellungen) mit den bestellten Produkten verknüpfen.

Schnittstellen zwischen Systemen – also die *communicates* Relationen – sind mithilfe unterschiedlicher Technologien umgesetzt. Technologien zur Ermöglichung und Integration des Datenaustauschs (*Middleware* bzw. *EAI-Technologien*) zwischen Peers können in Klassen unterteilt werden. Diese Klassen fließen als Dimensionen in das Data Warehouse ein und geben so einen Überblick über die Technologien, die in einer Supply Chain Verwendung finden. Folgende Klassen lassen sich abgrenzen (vgl. [GrHN2003], [ThIL2003], [Tane2002], [Stal2001], [Stal2005], [CHKT2006]):

- Message Passing und Message Queueing Middleware: MQSeries, MSMQ

- Data Access Middleware: ODBC, JDBC
- Transaction Processing Monitors: TXSeries, Tuxedo
- Object oriented Components and RPC: COM, Corba, EJB und Applikationsserver
- Web Services

5.4.3.4.3 Klassifikationshierarchien

Datenbanken und Services werden zu Applikationen aggregiert. Die CommunicationRelation (also die communicates Relationen aus der Netzwerk Perspektive) können nach den im vorigen Abschnitt dargestellten Technologien aggregiert werden. Events werden kategorisiert nach:

- Order: Das ist eine Bestellung im Sinne eines geäußerten Bedarfs.
- Invoice: Das ist eine Rechnung.
- Claim: Dies stellt eine Zahlungsaufforderung für offenstehende Forderungen dar.
- Request: Das ist jede Art von Anfrage.
- Cancellation: Hier wird eine Stornierung modelliert.
- Acknowledgement: Das stellt eine Bestätigung (beispielsweise ein Lieferavis) dar.
- Offer: Modelliert ein Angebot.
- State: Hier wird die Mitteilung von bestimmten Zustandsinformationen modelliert.

Statics werden kategorisiert nach:

- Plans: Diese stellen jede Art von Plänen dar, also zukünftige Kapazitäts-, Nachfrage-, Outputinformationen und dergleichen.
- Schedules: Schedules sind eine Form von Plänen, nämlich detaillierte und informationstechnisch erstellte und gespeicherte Produktionspläne, die zumeist unmittelbar in entsprechende Produktionssteuerungssysteme eingepflegt werden.
- Capacity: Das sind umfangreiche Informationen über momentane Kapazitäten von beliebigen logistischen Systemen, die in Planungsprobleme einfließen.
- Masterdata: Das sind klassische Stammdaten wie beispielsweise Materialstammdaten.

Bei der Aggregation von Applikationen zu Peers – so wie es in den meisten Views gemacht wird, um die Verbindung zum Supply Chain Netzwerk Modell herzustellen – entsteht ein Problem. Ein Peer besteht (im meistens anzutreffenden Fall) aus mehreren Applikationen. Es ist jedoch möglich, dass *mehrere* Peers auf *ein und dieselbe* Applikation zugreifen können (beispielsweise im Fall einer Frachtbörse, auf die gemeinsam zugegriffen wird). Damit ist sowohl eine Verdichtung von n Applikationen zu einem Peer, als auch die Verdichtung von n Peers zu einer Applikation möglich. Dabei muss bei der Modellierung geachtet werden – das Referenzmodell sieht beide Modellierungsoptionen vor. Eine Möglichkeit ist auch die Modellierung ähnlich dem Produktstrukturbaum und dem Supply Chain Netzwerk, bei dem *Mappings* zwischen den Knoten des InformationView und den Peers hergestellt werden. Auch in diesem Fall muss natürlich Acht gegeben werden, dass Fakten den einzelnen Elementen richtig zuordenbar sind.

5.4.3.5 MaterialView

Der MaterialView befasst sich mit dem Materialfluss in der Supply Chain, also den *physischen* Güterbewegungen (Transformations- und Transfermechanismen, vgl. [Otto2002]). Diese physischen Aktivoren (vgl. Abschnitt 2.3.3) fließen dabei durch die Prozesse des ProcessView, der aber definitionsgemäß auf die prozessualen ablauforientierten Aspekte abzielt. Der MaterialView für sich genommen soll darüber Aufschluss geben, wie viel *gebundenes Kapital, Material und Produkte* sich über den Zeitverlauf in der Supply Chain befinden bzw. innerhalb der Supply Chain transportiert werden. Dabei lässt sich auch erkennen, *wie lange* dieses gebundene Kapital in den Peers verweilt oder zwischen Peers bewegt wird. In diesem View ist auch die *Lagerhaltung* samt der damit verbundenen Konzepte (Stockouts, Sicherheitsbestände usw.) abgedeckt.

In [Otto2002] werden die Netzarchitektur und der Produktfluss als die wesentlichen Gestaltungsmerkmale der physischen Eigenschaften einer Supply Chain (Supply Chain als *Güternetzwerk*) bezeichnet. Das Gestaltungsmerkmal der Netzarchitektur wird in der vorliegenden Arbeit durch den Produktstrukturbaum und vor allem das Supply Chain Netzwerk (siehe Abschnitt 5.4.3.1 und 5.4.3.2) im Modell berücksichtigt. Der Produktfluss jedoch ist Kern des MaterialView.

5.4.3.5.1 Fakten

Folgende Faktengrößen werden (aus der Sicht eines Peers) im MaterialView verwendet (diese stellen die in der Literatur diskutierten material- und lagerwirtschaftlichen Sachverhalte dar; vgl. [Otto2002], [Röhr2003], [Maty2001], [GüTe2003], [Pfoh2004], [SiKa2004], [Vahr2004]):

Fakt	Periodic Snapshot	Transaction	Accumulating	elementar	quantitativ	Kommentar
Stockout	x	x	x	x	x	nicht bedienbare Bestellmengen
Fill Rate	x				x	
Verweilzeit (Dwell Time)	x	x	x			
Reichweite	x					Lagerbestand im Verhältnis zur Abgangsmenge pro Zeiteinheit
Bestellmenge		x		x	x	
Liefermenge		x		x	x	
Bestand (roh, kommissioniert, SKU etc.)	x			x	x	
Rückgaben	x	x		x	x	
Entsorgungen	x	x		x	x	
Transportmengen	x	x		x	x	
Lieferbereitschaft		x			x	Erfüllte Aufträge im Verhältnis zu gesamten Aufträgen
Umschlag		x			x	Abgangsmenge pro Zeiteinheit im Verhältnis zum Lagerbestand
Kapazität (Lager, Transport etc.)	x			x	x	
geographische Distanz	x			x	x	
Lagerzugang pro Zeiteinheit	x	x			x	
Lagerabgang pro Zeiteinheit	x	x			x	
Sonderfahrten		x		x	x	
Leergutbestand	x			x	x	
Gewicht	x	x	x	x	x	
Volumen	x	x	x	x	x	
FTEs	x			x	x	im Lager, Transport etc.
Bestandwert	x				x	Menge mal Einkaufswert
Transportdauer		x	x	x	x	
Transportkapazität		x		x	x	eines Carriers bzw. einer Strecke (Route)
Transshipmentvolumen	x	x	x	x	x	
Transportvolumen	x	x	x	x	x	gerade im Transport befindliche Bestände

Tab. 5.7: Fakten des MaterialView

Vorgänge der Regeneration, Aufbereitung und Reifung durch Lagerung werden durch unterschiedliche Materialklassen repräsentiert. Außerdem werden auch hier alle Fakten als Ist-, Plan- und Soll-Werte dargestellt. Darüber hinaus werden auch die *Kapazitäten* (wie beispielsweise Lagerkapazitäten) zu diesen Fakten erfasst. Bestellungen und Lose müssen zusätzlich zum Zeitpunkt der Bestellung und Planung (Plan, Soll) den Terminen, an denen sie bereitgestellt werden sollen (Wird, Soll), zugeordnet werden, stellen also zukünftige Sollgrößen dar. Bei der Bestimmung der Lagerkapazitäten müssen Eigenschaften wie Sperrigkeit und Verträglichkeit (vgl. Abschnitt 2.3.3) der Güter berücksichtigt werden, da diese die zur Verfügung stehenden Kapazitäten unter Umständen einschränken. Modelliert werden diese Eigenschaften als Nicht-Dimensionsattribute.

5.4.3.5.2 Dimensionen

Die Dimensionen des *MaterialView* sollen die Verfeinerung eines Peers ermöglichen, um Materialflüsse genauer darstellen zu können bzw. um die unterschiedlichen Faktengrößen besser den peer-internen *Bereichen* zuordnen zu können. Dabei soll aber nicht ein detaillierter Layoutplan abgebildet werden. Diese Informationsmodelle und die Optimierung derselben liegen im Bereich eines einzelnen Unternehmens und sind zu umfangreich für die hier beabsichtigte Supply Chain Perspektive. Wohl soll aber die *Grundstruktur* der Peers in Bezug auf die Elemente des *ProcessView* und den gesamten Supply Chain Fluss erkennbar sein.

Die Kanten zwischen den Peers stellen wie erwähnt die Transporte, also die einzelnen durchgeführten Fahrten dar. Diese werden von den Supply Chain Unternehmen teils selber, teils durch Spediteure und Frachtführer abgewickelt. Die Kanten werden also weiter aufgespaltet, um die verschiedenen Transporteure abzubilden. Aggregiert werden diese einzelnen Transporteure wiederum auf die gesamte Kante und damit den Gesamtmaterialfluss. Transportdienstleister müssen mit einer Supply Chain weit eindeutigen Kennzeichnung versehen werden, um eindeutig identifizieren zu können, welche Peers auf die Dienstleistungen derselben Transportunternehmen zurückgreifen. Die Kanten sollen dabei *sämtliche* Transportvorgänge darstellen, zu denen auch Leer- und Anfahrten gehören. Wenn beispielsweise ein LKW eine Rückfahrt ohne Beladung durchführt, so scheint diese Fahrt als Ressourcen verbrauchende, kostenrelevante Größe ohne tatsächlichen Mobilitätsnutzen im Modell auf.

Die elementare Dimension zur Verfeinerung von Interaktionen (*DirectedRelations*, also den Kanten aus dem Supply Chain Netzwerk) ist der *Carrier*. Dieser stellt einen Frächter bzw. Spediteur dar, der Materialarten von einem Peer zum anderen transportiert. Das Supply Chain Netzwerk kennt dabei nur eine *abstrakte Interaktion* zwischen Peers. Diese wird im *MaterialView* konkretisiert zu einer Strecke, einer Route. Eine Route kann wiederum aus *RouteParts* – einer Teilstrecke - bestehen. *Carrier* führen Transporte auf solchen Strecken bzw. Streckenabschnitten durch. Damit lassen sich beispielsweise Hochseetransporte mit Vor- und Nachlauf per LKW modellieren. Zu den *Carriern* ist hinzuzufügen, dass diese in einer 1-zu-n Beziehung zueinander stehen können. So kann *Subcontracting* dargestellt werden, bei dem beispielsweise ein Spediteur Transporte an unterschiedliche Frächter vergibt. Für den Fall, dass ein Unternehmen der Supply Chain Transporte selber durchführt – also selber als

Carrier auftritt, anstatt einen Spediteur zu gebrauchen – ist ein entsprechendes Nicht-Dimensionsattribut vorgesehen. Carriertypen bzw. am Transport beteiligte nach [Thal2001] und [LELM2001] sind:

- Versender
- Versandspediteur
- Frachtführer
- Empfangsspediteur
- Empfänger

Carrier führen `Shipments` (physische Lieferungen) durch.

Peers wiederum können in einzeln unterschiedene Lager und Verzweigungselemente (vgl. [Luck2001], [Maty2001], [Vahr2001], [Thal2001]) aufgegliedert werden. Diese sind mit verschiedenen Nicht-Dimensionsattributen versehen, um die Lagerinfrastruktur genau klassifizieren zu können. So können also verschiedene Eingangslager, Zwischenlager, Fertigwarenlager, Kommissionierlager, Pufferlager, Verteillager und die darin gelagerten Materialarten dargestellt werden. In Lagern finden Prozesse der `ProcessView` statt. In den Klassifikationshierarchien sind somit Verknüpfungen zu den Dimensionselementen dieses Views enthalten.

Zu erwähnen ist, dass Logistikdienstleister, die unmittelbar in die Supply Chain eingebunden sind (*Kontraktlogistik*), zweckmäßigerweise als Teilnehmer der Supply Chain modelliert werden können. Damit treten sie als eigene Peers auf, womit die oben dargestellte Kantenverfeinerung für Transportdienstleister teilweise überflüssig wird. Ob Kontraktlogistiker in die Supply Chain „aufgenommen“ werden, hängt von Fall zu Fall und vor allem der *Kooperationsintensität* und dem Umfang der in die Supply Chain *eingebrachten Ressourcen* ab. Diese sind relativ zu den Supply Chain Unternehmen abzuwiegen, die ja (vgl. Abschnitt 5.2.1 zu den *gemanagten* und *überwachten*, sowie den *nicht betrachteten* Interaktionen) nach solchen Kriterien in das Modell aufgenommen werden.

5.4.3.5.3 Klassifikationshierarchien

Die Klassifikationshierarchien des `MaterialView` bewerkstelligen hauptsächlich die Kategorisierung der Materialien und die Zuordnung mit zu den Lagern, also die geographische und logische Verteilung der physischen Einheiten. Materialien münden in `Components` des Produktstrukturbaums, womit die Verbindung zu diesem hergestellt ist. Die weiteren Hierarchien stellen die der Streckenabschnitte und der Transporteure dar.

Die Klassifikationshierarchie in Zusammenhang mit dem `MaterialView` ist ein zweckdienliches Werkzeug zur Analyse des Bullwhip Effekts (vgl. Abschnitt 2.3.1). Dazu wird einerseits eine Aggregation auf der Zeitachse durchgeführt, um Durchschnittswerte und Varianzen berechnen zu können. Dann werden anhand des Produktstrukturbaums Peerketten aggregiert, an denen selektiv der Bullwhip Effekt quantifiziert werden kann. Dazu werden – ausgehend vom Wurzelknoten des Produktstrukturbaums – einzelne Komponentenketten – bis hin zu den Blättern des Baums – gebildet. Anhand dieser Ketten können die Nachfrageschwankungen beobachtet werden, beispielsweise anhand der Varianz des Fakts „Bestellmenge“ (siehe Abbildung 5.21). Die beschriebenen Peerketten werden ausgehend von der normalen `PeerDimension` gebildet.

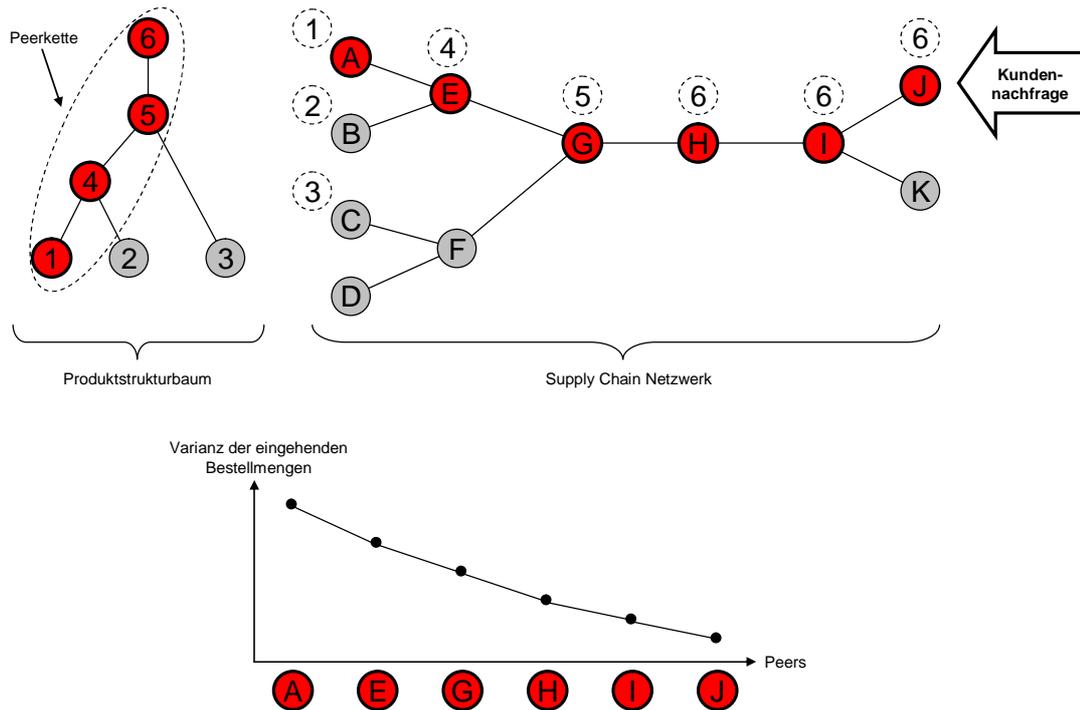


Abb. 5.21: Klassifikationshierarchie zur Analyse des Bullwhip Effekts

5.4.3.6 CooperationView

Das *Kooperationscontrolling* soll als für das Supply Chain Management überaus wichtiges Konzept als eigener View in das Data Warehouse Modell einfließen. Durch die multidimensionale Struktur ist es dadurch beispielsweise möglich, die Entwicklung von Vertrauenskennzahlen und logistischen Performancekennzahlen miteinander in Beziehung zu setzen und so die Auswirkungen von Initiativen zur Verbesserung der Kooperation zwischen den Peers auf die Prozessleistung zu verfolgen. Daneben ist der Supply Chain weit standardisierte Überblick über die Kooperation ein weiteres wichtiges Ziel bei der Implementierung dieses Views. Der CooperationView stellt Personen-, Rollen- und Teamhierarchien sowie deren Interaktionen dar. Auch können Projekte dargestellt werden, die zwischen mehreren Teilnehmern einer Supply Chain kooperativ abgewickelt werden.

Beim CooperationView ergeben sich in der Praxis in den meisten Fällen Besonderheiten bei der Beschaffung der Information. Im Gegensatz zu den durch einen ETL Prozess aus diversen OLTP Datenbanken geladenen Informationen von beispielsweise dem MaterialView, sind die Daten des CooperationView nicht in einer breiten Fülle in OLTP Systemen vorhanden. Es empfiehlt sich, diese Information in regelmäßigen Intervallen durch Fragebögen oder Webformulare zu erheben und ins Data Warehouse zu laden. Die Fakten dieses Views sind oft qualitativer Natur.

Der CooperationView zielt auf die Interaktionen der an den an der Supply Chain teilnehmenden Organisationen ab. Dabei sollen hier insbesondere auch die Strukturen und Interaktionen von *Teams* bzw. *einzelner Personen innerhalb eines Unternehmens* erfasst werden. Dabei ist allerdings darauf zu achten, im CooperationView eine eher überblickshafte Darstellung der Strukturen zu

erstellen. Die vollständige Modellierung der Kommunikationsbeziehungen innerhalb eines einzelnen Unternehmens ist zu komplex, um gerechtfertigt zu sein. Ziel ist es vielmehr, die Entscheidungsträger und Ansprechpartner *auf Ebene der Supply Chain* darzustellen. Während nämlich innerhalb eines einzelnen Unternehmens die verschiedenen Kompetenzen und Aufgabengebiete den handelnden Personen besser bekannt sind, sind in Supply Chains die Entscheidungsträger zumeist mit „abstrakten“ Personen und Teams in anderen Unternehmen konfrontiert. Durch die Einführung eines *CooperationView* und damit durch die Unterlegung des Supply Chain Netzwerks mit Kooperationsinformationen kann der für das Supply Chain Management so wichtige Erfolgsfaktor des Vertrauensaufbaus (vgl. [Webe2004]) effektiv bearbeitet werden.

5.4.3.6.1 Fakten

In Bezugnahme auf die Forschungsergebnisse in [Webe2004] werden für den *CooperationView* u.a. folgende Fakten eingeführt:

- **Zuverlässigkeit:** Diese beschreibt die *Vorhersehbarkeit* und das *Pflichtbewusstsein* eines Partners und das *Einhalten* von getroffenen Abmachungen.
- **Kompetenz:** Dies bezieht sich auf die fachliche und soziale Kompetenz eines Partnerunternehmens.
- **Reputation:** Diese gibt an, inwiefern sich der beurteilte Partner einen guten Ruf erarbeiten konnte und ist „ein relativ weicher und damit oft schwer zu messender Faktor“ [Webe2004].
- **Loyalität:** Diese zielt auf die Treue ab, aber auch auf die Einsatzbereitschaft zum Wohle des anderen Partners und die Bereitschaft zur Kommunikation.
- **Verletzbarkeit:** Die Verletzbarkeit bemisst, in welchem Ausmaß *kooperationsspezifische* Investitionen getätigt wurden, also Investitionen, die bei Wegfall der Partnerschaft stark an Wert verlieren würden. Diese führen nämlich zu Abhängigkeiten.

Zu den gelisteten Fakten sei noch zu bemerken, dass sich hier aus methodischer Sicht das Problem der Subjektivität stellt (vgl. [Webe2004]). Dies weist darauf hin, dass Unternehmen bzw. deren befragte Entscheidungsträger immer einer gewissen *Willkür* bei der Beurteilung qualitativer Merkmale ausgesetzt sind.

Fakt	Periodic Snapshot	Transaction	Accumulating	elementar	quantitativ	qualitativ	Kommentar
Zuverlässigkeit	x	x		x		x	
Kompetenz	x	x		x		x	
Reputation	x			x		x	
Loyalität	x			x		x	
Abhängigkeit	x			x		x	
Macht	x			x		x	
Projektlaufzeit			x		x		
Projektkosten			x		x		
Stabilität	x	x				x	
Vertrauen	x	x		x		x	
Wertvorstellung	x			x		x	
Wertefit	x					x	
Antwortzeit		x			x		im Sinne einer Personeninteraktion; nicht Prozess
Product/Service Satisfaction		x				x	
Kooperationsintensität	x	x		x		x	Auswirkung der Kooperation auf Prozesse und Organisationsstrukturen
Projektzielerreichung		x	x		x	x	
Kooperationssymmetrie (Reziprozität)	x	x		x		x	Engagement für die Kooperation von beiden Seiten
Formalisierungsgrad	x			x		x	Vertraglich gestützte Definition der Kooperation
Rückfragen		x	x	x	x		
Anbahnungsdauer			x	x	x		
Kontrollaufwand		x		x		x	
Verhandlungsdauer		x		x	x		

Tab. 5.8: Fakten des CooperationView

5.4.3.6.2 Dimensionen

Beim Kooperationscontrolling werden – wie der Name schon sagt - stets Kooperationen bewertet. Deswegen wird hier eine Dimension benötigt, die zwischen zwei Peers A und B sowohl ein Kante (A, B) als auch eine Kante (B, A) enthält, um die Fakten von der Perspektive von sowohl A als auch B erfassen zu können. Dies ist mit der `DirectedRelationDimension` aus dem Supply Chain Netzwerk gegeben.

Ein grundsätzliches Modellkonzept, das der `CooperationView` einführt, ist das der `Role` – diese stellt eine Rolle innerhalb einer Organisation dar und stellt damit einen Kooperationspartner in fast feinsten Granularität dar. Eine Rolle wird von mindestens einer Person erfüllt, was durch das Dimensionsattribut `Person` dargestellt. Diese Dimension scheint jedoch fast unzweckmäßig detailliert, weswegen `Role` wohl zweckdienlicher sein dürfte. Mehrere Rollen lassen sich zu einem `Team` aggregieren. Zeitweise kann es zweckdienlich sein, Teams als die am feinsten granulierte Darstellungsebene zu verwenden und diese direkt auf den Fakten aufzusetzen.

Zu den Rollen bzw. Personen werden Zusatzinformationen gespeichert (non-dimension attributes), wie beispielsweise Name, Alter usw.

Zwischen den soeben definierten Modellelementen werden bidirektionale Relationen benötigt, um die Kooperationsbeziehungen effektiv modellieren zu können - so wird, um beispielsweise das Vertrauen zwischen Rolle R1 und Rolle R2 zu messen, eine Relation (R1, R2) bzw. umgekehrt (R2, R1) eingeführt. Somit ergeben sich folgende Relationen:

- `PersonRelation` und die darauf aufbauende `PersonRelationDimension`

- RoleRelation und die darauf aufbauende RoleRelationDimension
- TeamRelation und die darauf aufbauende TeamRelationDimension

Ein weiteres Kernkonzept in diesem View ist das des Projekts. Ein Project stellt eine zeitlich begrenzte Kooperation *auf Supply Chain Ebene* (womit der Fokus eindeutig *nicht* auf Projekte ohne Bezug zur Supply Chain liegt) dar, bei dem in fast allen Fällen *Vertreter mehrerer Peers* eingebunden sind. Im Idealfall lassen sich die Daten aus Projekt-, Projektportfoliomanagement bzw. sonstigen Corporate Governance Tools extrahieren. Die feinste Granularität im Zusammenhang mit Projekten ist ein ProjectModule, das in einem Verdichtungsschritt zu einem Project aggregiert werden kann. Ähnlich einem Projekt existiert schließlich noch das Konstrukt eines Vertrags. Ein Contract stellt Bindungsrelationen zwischen Peers dar und ist ebenfalls zeitlich befristet.

5.4.3.6.3 Klassifikationshierarchien

Der CooperationView kann primär mit dem ProcessView verknüpft werden, um die Prozessperformance zusammen mit der Kooperationsqualität analysieren zu können. So ist im Supply Chain Management zum Beispiel die kooperative Abwicklung von Planungsprozessen kritisch. Im Modell äußert sich diese Verknüpfung dadurch, dass Dimensionsattribute aus dem ProcessView als „Einklinkpunkte“ in die Klassifikationshierarchien des CooperationView eingebaut sind, um Drill Across Operationen zu ermöglichen (siehe Abschnitt 5.4.2.5 bzw. [GoMR1998]).

Die grundlegenden Hierarchien des CooperationView sind im Modell zu finden. Es ist zu sehen, dass wie bereits weiter oben dargestellt, die schrittweise Verdichtung Person, Role und Team möglich ist. Teams bzw. mehrere Rollen stehen unter der Leitung eines Supervisor, der einen allgemeinen Entscheidungsträger darstellt. Gemäß der Strukturierung von Produktionsnetzwerken in [Röhr2003] wird noch die Ebene ManagementModule (Führungsmodul) eingeführt. Dieses stellt eine organisatorische Einheit dar, die ausschließlich Führungsaufgaben wahrnimmt, und kann auch Einheiten mehrerer Peers umfassen – also aus Mitarbeitern unterschiedlicher Unternehmen zusammengesetzt sein. Die soeben erläuterten Einheiten sind allesamt zu einem Peer aggregierbar, womit die Informationen über die Prozesse sämtlichen anderen Views verknüpfbar sind.

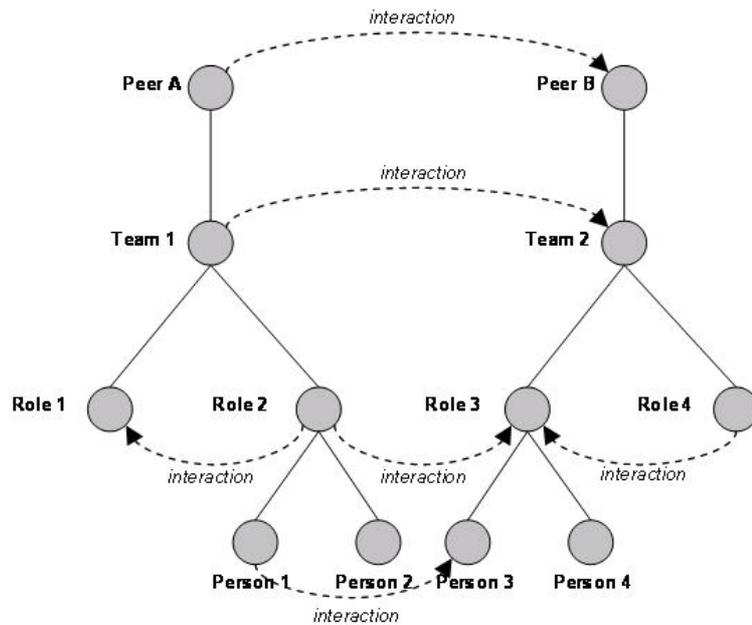


Abb. 5.22: Aggregation von Kooperationsbeziehungen

Die Relationen zwischen den einzelnen Modelleinheiten des *CooperationView* lassen sich analog aufbauen. Sie existieren zwischen sämtlichen gerade definierten Elementen und das bidirektional. Die Projekte lassen sich – ausgehend von Projektmodulen und Projekten – zu Programmen, Portfolios sowie Supply Chain Programmen bzw. Supply Chain Portfolios verdichten.

Eine besondere Klassifikationshierarchie stellt die Verknüpfung mit den Planungsprozessen dar. In [Röhr2003] wird die Planung als eine Aufgabe in Produktionsnetzwerken auf Makroebene identifiziert. Deswegen soll das Controlling von *kooperativen Planungsprozessen* ermöglicht werden. Dabei sollen sich verschiedene Rollen, Teams usw. aus verschiedenen Peers entlang einer Hierarchie verdichten lassen, an dessen oberster Ebene ein Planungsprozess (gemäß SCOR) steht. Auch eine Verknüpfung mit der Projektdimension soll ermöglicht werden, um auch kooperative Planungsprojekte auf Supply Chain Ebene managen zu können. Dabei können die Informationen aus dem Kooperationscontrolling mit den Prozessinformationen der Planung verknüpft werden.

5.4.3.7 FinanceView

Finanzströme und Finanzbestände werden im *FinanceView* abgebildet. Dabei sind tatsächliche Zahlungsströme als auch zukünftige in Form von Forderungen und Verbindlichkeiten von Interesse. Das Absetzen von Rechnungen (Fakturen) im Sinne von Geschäftsobjekten ist jedoch Teil des *InformationView*. Es lassen sich so auch die zeitlichen Differenzen zwischen einer Zahlungsaufforderung und dem tatsächlichen Eintreffen messen. Die Zahlungsmodalitäten sind ebenfalls ein Konzept, das in diesem View thematisiert wird. So lassen sich unterschiedliche Abwicklungsstandards identifizieren und Zusammenhänge zwischen den Modalitäten und den quantitativen Größen erkennen (vgl. [Stem2002]). Kapitalkosten beispielsweise stehen damit in starkem Zusammenhang. Um auch die Netzwerkaspekte der Finanzierungsfragen aufzudecken, wird das Supply Chain Netzwerk um Peers erweitert, die Kapitalgeber darstellen.

Der FinanceView nimmt eine gewisse Sonderstellung im Referenzmodell ein. Die Fakten des FinanceView dienen in den meisten Fällen dazu, die *Dimensionen anderer Views* um Kosten- und Zinsinformationen zu erweitern. Beispielsweise werden so dem ProcessView auf verschiedenen Abstraktionsebenen (einzelne Aktivität, gesamter Prozess), Kostensätze hinzugefügt. Auch die Lagerbestände oder Transporte des MaterialView werden so um Lager- und Transportkosten erweitert. Das bedeutet, dass der FinanceView eigentlich primär eine Sammlung von Fakten darstellt, die die Fakten anderer Views als Kosten- und Werttreiber um monetäre Kostensätze erweitert. Der FinanceView ist jedoch ein eigener View, weil der logisch betrachtet einen eigenen „Themenkomplex“ im Supply Chain Management darstellt. Die Finanzströme sollen eigenständig auf das Supply Chain Netzwerk „projizierbar“ sein. Außerdem ist damit die konsistente Erweiterbarkeit des Referenzmodells sichergestellt, da zusätzliche Dimensionen und Klassifikationshierarchien, die finanzwirtschaftliche Tatbestände, darstellen nicht zu anderen Views „dazugepresst“ werden müssen, sondern dann einfach thematisch richtig im FinanceView angesiedelt werden können.

5.4.3.7.1 Fakten

Im Überblick umfassen die Fakten des FinanceView sämtliche Kosten- und Erlösgrößen. Inwieweit diese aus den Systemen und Prozessen erfassbar sind hängt damit zusammen, wie weit diese entwickelt sind. So ist beispielsweise nur bei Vorhandensein einer Prozesskostenrechnung eine detaillierte Zuordnung von Kosten zu Prozessaktivitäten möglich (für eine ausführliche Darstellung des Problems der Abgrenzung und Zuordnung logistischer Kosten auf *innerbetrieblicher Ebene* sei hier auf [Webe2002] verwiesen). [Arnd2004], [Thal2001], [SiKa2004], [Pfoh2004] liefern gute Ansätze für finanzielle Fakten im Supply Chain Management, speziell im Bezug auf Arten von finanziellen Größen und deren Bezug zu Prozessen. Beiträge, die das Thema des Finanzmanagement in Supply Chains direkt bearbeiten und herangezogen wurden, sind [RiSZ2002], [BeTo2003], [Stem2002], [DaRi2004], [Webe2002], [Kumm2001], [Krüg2002], [Seur2001].

Fakt	Periodic Snapshot	Transaction	Accumulating	elementar	quantitativ	qualitativ	Kommentar
Garantiekosten	x			x	x		
Kapitalumschlag							Umsatz im Verhältnis zum Gesamtkapital
Cash-To-Cash Cycle Time			x		x		
Systemkosten	x				x		
Bestandskosten	x				x		
Lagerkosten	x				x		
Transportkosten		x	x		x		
Handlingkosten		x	x		x		
Verwaltungskosten	x				x		
Fehlerkosten		x	x		x		
Personalkosten	x				x		
Materialkosten		x	x		x		
Qualitätskosten	x				x		
Datenverarbeitungskosten (DV-Kosten)	x				x		
Bestandwert	x				x		
Implementierungskosten (für IT)	x				x		
Verhandlungskosten	x	x			x		
Kundenbetreuungskosten	x	x			x		
Mietkosten	x				x		
Leasingkosten	x				x		
SG&A	x				x		
Verkaufserlöse		x			x		
Skonto (realisiert/potentiell)	x	x			x		
Forderungen	x				x		Accounts Receivable (Debitor)
Verbindlichkeiten	x				x		Accounts Payable (Kreditor)
Zahlung		x	x		x		
Zinsen	x				x		
Steuern	x	x	x		x		
Cash	x				x		
Eigenkapital	x				x		
Fremdkapital	x				x		
Erlöse	x	x	x		x		
COGS	x				x		cost of the product or good that a company sells to generate revenue
Working Capital	x				x		
Marktanteil	x				x		
Days Sales Outstanding	x				x		measure of the average number of days that a company takes to collect revenue after a sale has been made
Days Sales Of Inventory	x				x		how long it takes a company to turn its inventory (including goods that are work in progress, if applicable) into sales
Days Payable Outstanding	x				x		average payable period
Cost of Goods Sold	x				x		
Ausbildungskosten	x	x			x		
Prozesskosten (pro Einheit Kostentreiber)		x	x		x		
Versicherungskosten	x				x		
Frachtkosten		x	x		x		
Faktorpreis	x	x	x		x		

Tab. 5.9: Fakten des FinanceView

5.4.3.7.2 Dimensionen

Der FinanceView führt neue Netzwerkknoten in das Supply Chain Netzwerk ein. Diese stellen *Finanzintermediäre* (externe Kapitalgeber, Finanzdienstleister usw.) dar und das Modellelement wird *FinancialIntermediary* benannt. Zwischen Peers und Finanzintermediären bestehen *InteractionRelations*. Über diese Relationen laufen in erster Linie Finanzströme – jedoch lassen sich so auch die Fakten des InformationView (beispielsweise Fakturen) darstellen. Die Finanzierungsbeziehungen *zwischen* Finanzintermediären sind auch möglich. So können die Finanzströme auch sehr weitläufig dargestellt werden, was im Sinne eines konsequenten Financial Supply Chain Management wäre (vgl. [Stem2002], [Kajü2002], [Slag2002]). Da dazu im Supply Chain Management noch keine ausgereiften Ansätze existieren, werden Finanzströme wohl nur zwischen Peers der

Supply Chain und „direkt angrenzende“ Intermediäre für die Modellanwendung relevant sein.

Abseits der Darstellung von Finanzintermediären arbeitet der FinanceView zweckdienlicherweise auf den Dimensionen, die durch das Supply Chain Netzwerk definiert werden. So kann man für die Peers Finanzzahlen erfassen. Von größerem Interesse sind allerdings die Finanzbewegungen *zwischen* den Peers, und diese werden anhand der bereits modellierten InteractionRelations erfasst. So können Zahlungen, Forderungen und Verbindlichkeiten dargestellt werden. Bestehen finanzielle Abhängigkeiten zwischen Peers, die nicht im ursprünglichen Supply Chain Netzwerk erfasst wurden, so können diese im Zuge der Implementierung des FinanceView als zusätzliche InteractionRelations nachgeliefert werden. Ein weiteres Konzept, das durch den FinanceView eingeführt wird, ist das der Zahlung, also das der tatsächlichen Geldströme. Für diese Zahlung wiederum sind Klassifizierungen möglich, um die Modalitäten und Zahlungsarten zu erfassen. Eine Zahlung steht mit einem entsprechenden Fakt in Zusammenhang, der die tatsächliche Höhe angibt.

5.4.3.7.3 Klassifikationshierarchien

Die spezifischen Klassifikationshierarchien des FinanceView dienen dazu, die Finanzströme zwischen den Peers und den Finanzintermediären zu aggregieren. Dabei kann ein Fakt (beispielsweise das Fremdkapital) nach den verschiedenen Fremdkapitalgebern zusammengefasst werden. In Abbildung 5.23 sind die Knoten M, N, O und Q die FinancialIntermediaries, die die diversen Peers finanzieren. Die Klassifikationshierarchie daneben ordnet die Finanzströme den verschiedenen Unternehmen zu.

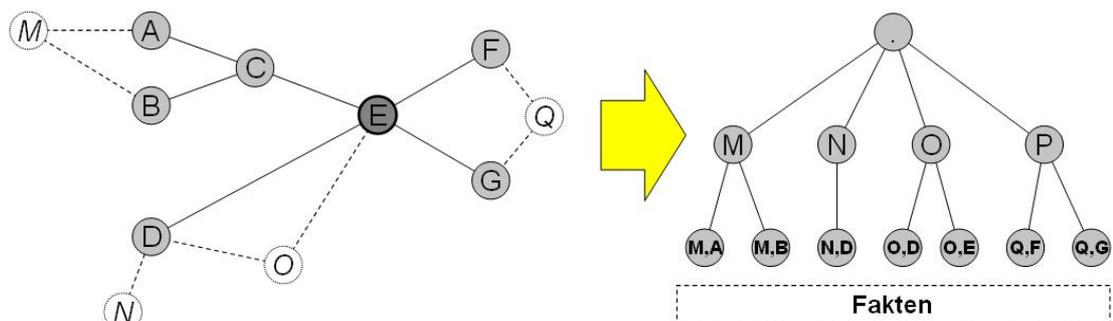


Abb. 5.23: Klassifikation auf der Dimension der Fremdkapitalgeber

Eine weitere wichtige Klassifikationshierarchie im FinanceView misst die Wertschöpfung in den verschiedenen Wertschöpfungsstufen der Supply Chain. Dabei wird ein finanzbasiertes Wertschöpfungskonzept zugrunde gelegt (Ergebniswertschöpfung; vgl. Abschnitt 2.3.4 bzw. [Möll2003]). Die Klassifikationshierarchie baut auf der Dimension auf, die auf dem Mapping zwischen Produktstrukturbaum und Supply Chain Netzwerk basiert und die in Abschnitt 5.4.3.2 mit dem Produktstrukturbaum eingeführt wurde, auf. Sie stellt die Kanten zwischen den Peers dar, die Fertigungen der Hauptkomponenten gemäß dem Produktstrukturbaum durchführen. Die Klassifikationshierarchie ist darüber hinaus auf den Fakt der Erlöse anzuwenden.

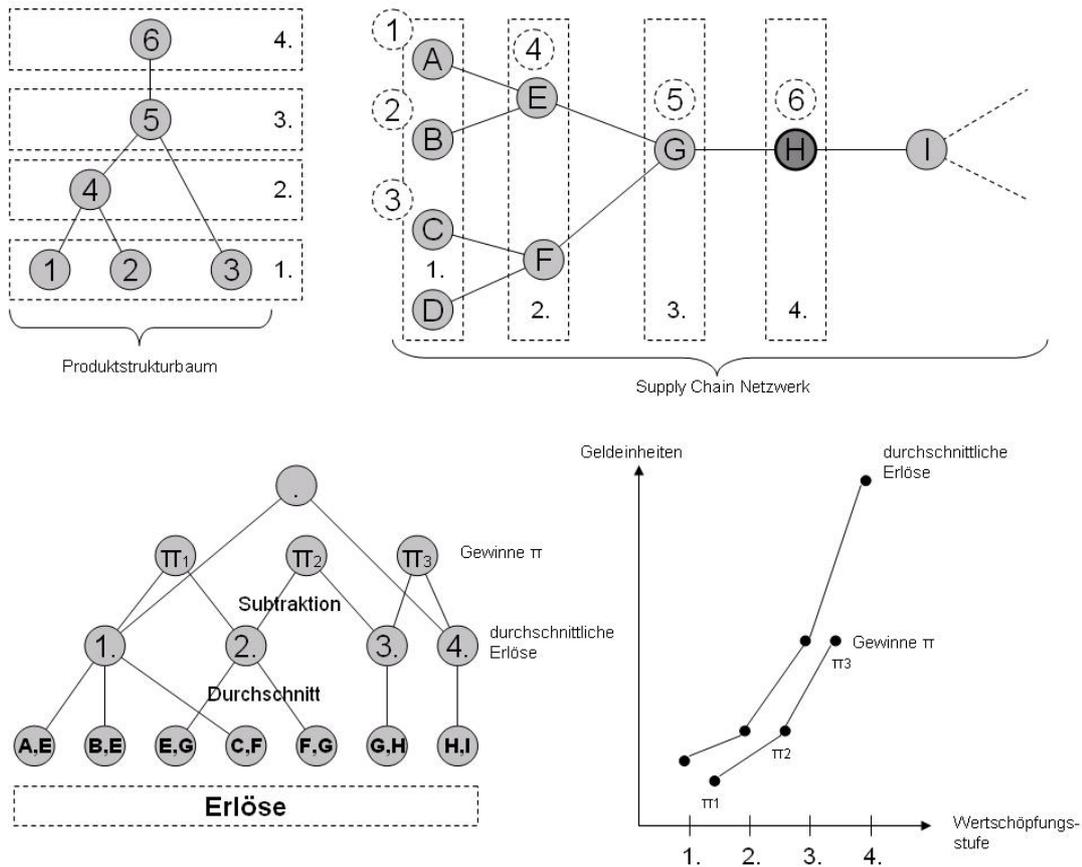


Abb. 5.24: Die Klassifikationshierarchie zur Messung der Wertschöpfung

In Abbildung 5.24 wird diese Klassifikationshierarchie dargestellt. Es zeigt den Produktstrukturbaum und die Supply Chain samt Mapping so wie in Abschnitt 5.4.3.2. Die Dimension besteht aus den downstream Kanten zwischen den fertigenden Peers. In der Abbildung sind vier Wertschöpfungsstufen (als gestrichelte Blöcke um die jeweiligen Peers und Components) dargestellt. Im ersten Aggregationsschritt wird der Durchschnitt der Verkaufserlöse aus der jeweiligen Component (siehe Produktstrukturbaum) gebildet, um die durchschnittlichen Erlöse pro Wertschöpfungsstufe zu erhalten. Im zweiten Aggregationsschritt wird die Differenz der durchschnittlichen Erlöse von Wertschöpfungsstufe i und $(i-1)$ als Gewinn berechnet. Die höchste Aggregationsebene berechnet die Differenz zwischen den Erlösen der ersten Wertschöpfungsstufe und denen der letzten als Gesamtwertschöpfung. Angenommen, die durchschnittlichen Erlöse für Stufe 1, 2, 3 und 4 sind jeweils 100GE, 150GE, 300GE und 600GE, dann ergeben sich die Gewinne 50GE, 150GE und 300GE. Das ist im dargestellten Koordinatensystem illustriert.

5.4.3.8 TimeView

Der TimeView stellt die übliche Zeitachse, die in multidimensionalen Datenmodellen üblich ist, dar. Der Konsistenz halber ist er als View in das Modell integriert, obwohl auch dieser (neben dem Supply Chain- und dem Produktstrukturnetzwerk) eine Sonderstellung einnimmt. Der TimeView ist mit jedem Fakt kompatibel und führt eine TimeDimension ein. Diese granuliert die Faktenmenge je nach konkretem Bedarf beliebig fein. Die zugehörige Klassifikationshierarchie aggregiert diese Dimension auf ebenfalls beliebige

Zeithorizonte. Die Klassifikationshierarchie sieht auch Aggregationen nach beispielsweise Jahres- und Ferienzeiten vor. Die genaue Spezifikation ist in Abbildung 5.25 dargestellt.

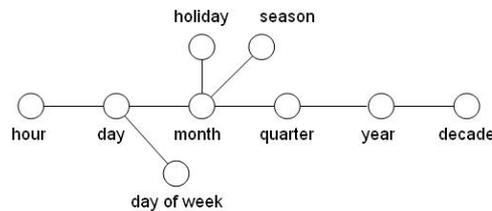


Abb. 5.25: Klassifikationshierarchie des TimeView

5.5 Komplettierung

Die Komplettierung des Referenzmodells stellt schließlich die tatsächliche Erstellung des Datenmodells dar (siehe dazu die Vorgehensweise zu Beginn dieses Abschnitts 5). Das Modell wurde im Rahmen dieser Arbeit mit einem Modellierungstool erstellt und liegt sowohl im entsprechenden Dateiformat als auch im XMI Format vor. Letzteres ermöglicht das Importieren des Modells in andere UML Modellierungstools. Das Modell ist in mehrere UML Klassendiagramme untergliedert, die sämtliche spezifizierten Views abbilden. Des Weiteren gibt es ein Klassendiagramm *Core*, das die Elemente und Dimensionen des Supply Chain Netzwerks und des Produktstrukturbaums abbildet. In Abschnitt 5.4.2.5 wird von der Integration mehrerer Views über die Verknüpfung von Dimensionsattributen gesprochen. Diese Verknüpfung tritt dadurch in Erscheinung, dass im Klassendiagramm eines Views Dimensionsattribute existieren, die in Dimensionsattributen anderer Views münden (dunkelrot gekennzeichnet). Dabei wird also ausgehend von einem View ein anderer sozusagen „referenziert“.

[Die Daten des Modells sind auf http://www.ub.tuwien.ac.at/diss/anhang/Manuel_Cantele_0002441_Dissertation_Anhang.zip verfügbar]

5.6 Beispielhafter Aufbau einer Supply Chain Balanced Scorecard

Nun soll abschließend kurz die Referenzmodell-anwendung skizziert werden, indem eine Supply Chain Balanced Scorecard (BSC; vgl. Abschnitt 2.4.4.1) aufgebaut wird. Dabei ist neben der Struktur der Balanced Scorecard selbst auch der Aufbau des Supply Chain Netzwerks und des Produktstrukturbaums zu behandeln (vgl. Abschnitt 5.3.3). Unter Zuhilfenahme der Konstruktionstechnik der Aggregation (vgl. Abschnitt 4.2) wird aus den Modellteilen des Referenzmodells ein multidimensionales Modell zusammengebaut. Die Balanced Scorecard schließlich wird hier durch *Queries* an das Data Warehouse (vgl. Abschnitt 3.3.2.4 zur *fact instance expression*) implementiert, die unterschiedliche Fakten auf unterschiedlichen Ebenen aggregieren. Wie in Abschnitt 5.3.3 ausgeführt geht in der Referenzmodell-anwendung der Definition von Fakten, Dimensionshierarchien usw. die Definition des Produktstrukturbaums und des Supply Chain Netzwerks voraus, auf die in Folge die einzelnen Views „aufgetragen“ werden. Dieser Ansatz macht deutlich, dass beim Aufbau einer Supply Chain Balanced Scorecard nicht ausschließlich die Modellteile modelliert werden sollen, die nur die Balanced Scorecard darstellen (Top-Down Modellierung). Vielmehr sollen die Supply Chain Strukturen ganzheitlich und möglichst zweckneutral abgebildet werden, und in Folge

die Supply Chain Balanced Scorecard mit den Operationen der multidimensionalen Modellierung (Rollup, Drilldown, Slice usw.; vgl. Abschnitt 3.3.1) aus dem Modell „berechnet“ werden (Bottom-Up Modellierung). Nur durch eine solche Herangehensweise kann der volle Nutzen des integrierten Supply Chain DWH Modells realisiert werden und die durch interaktive OLAP Analyse ermöglichte Generierung von neuem konzeptionellen Wissen für das Supply Chain Management bewerkstelligt werden (Anforderung 5). Grundsätzlich wird natürlich die eben skizzierte Bottom-Up orientierte Modellierung in Kombination mit Top-Down basierten Modellkonzepten erfolgen.

5.6.1 Produktstrukturbaum und Supply Chain Netzwerk

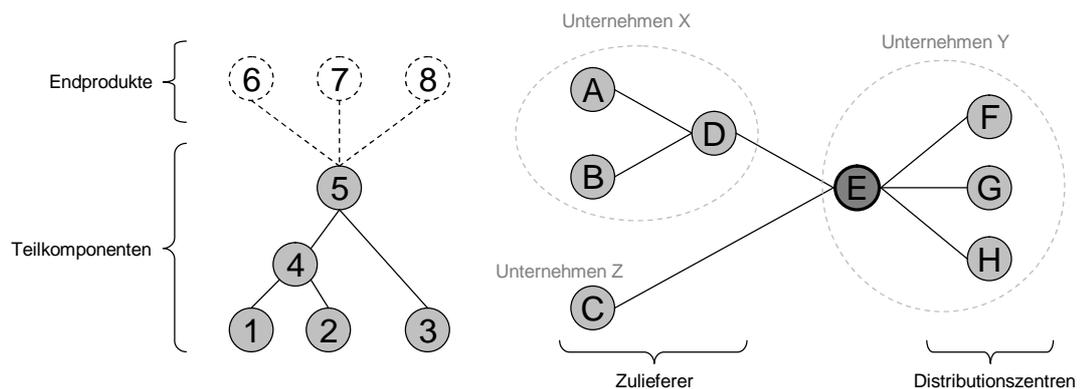


Abb. 5.26: Beispiel eines Produktstrukturbaums und Supply Chain Netzwerks

Es soll die Supply Chain eines Elektronikherstellers (Hersteller von Tintenstrahldruckern) für dieses Beispiel herangezogen werden. Wie in Abbildung 5.26 dargestellt besteht der Produktstrukturbaum in diesem Beispiel aus fünf Teilkomponenten (1 bis 5). Die Komponenten 6 bis 8 stellen unterschiedliche Kategorien von Endprodukten, also unterschiedliche Druckerklassen dar. In der Supply Chain stellt Peer E die Hauptfertigung dar. Peers A bis D sind die Zulieferer der verschiedenen Komponenten 1 bis 5. Peers F, G und H sind Distributionszentren, von denen aus Einzelhändler beliefert werden. Wie in Abschnitt 5.4.2 illustriert können diese in Dimensionshierarchien transformiert werden. Im Zuge weiterer Analysen werden diese Peers und Relationen nun verfeinert dargestellt, indem ihre detaillierten Strukturen erhoben werden.

5.6.2 Spezifikation der Balanced Scorecard

Wie in Abschnitt 2.4.4.1 erläutert, wird bei einer Supply Chain Balanced Scorecard unterschieden zwischen der Supply Chain Ebene und der Unternehmensebene. Es existieren also gemäß diesem Ansatz Supply Chain BSCs für jedes Unternehmen sowie eine „Dach“-BSC für die gesamte Supply Chain (jeweils umgesetzt durch Data Marts). In diesem Beispiel wird jedoch der Ansatz von [StHK2001] insofern verwendet, als das *nur eine* Supply Chain Balanced Scorecard mit einer zusätzlichen *Lieferantenperspektive* aufgebaut wird. In einem realen Projekt würde vor der Konzeption der BSC die Phase der Strategieentwicklung erfolgen, die hier nicht behandelt wird. Stattdessen werden *gängige* Ziele und Messgrößen herangezogen.



Abb. 5.27: BSC Perspektiven und ihre Abhängigkeiten

Pro Perspektive der BSC werden zwei Messgrößen definiert (siehe Abbildung 5.27 für die Darstellung der Ursache-Wirkungs Abhängigkeiten). Für die Finanzperspektive sind dies die durchschnittlichen Kosten pro Stück der Endprodukte und der Gesamtumsatz pro Endproduktkategorie. In der Prozessperspektive interessieren die Durchlaufzeit für die Produktion für die gesamte Supply Chain und die eingesetzten Arbeitskräfte (FTEs). Seitens der (End)Kunden wird die Zufriedenheit und die Anzahl der Rückfragen gemessen und für die Lieferanten der Lieferservicelevel und der Kontrollaufwand für die Lieferantenbeziehung in Stunden. Was die Lern- und Entwicklungsperspektive betrifft, wird die *Informationpropagation*, also die Zeit von der Entstehung bestimmter Informationen bis zur Verfügbarkeit an den jeweiligen Stellen (vgl. Abschnitt 5.4.3.4) und das allgemeine Vertrauen innerhalb der Supply Chain gemessen. Die BSC ist auf der *Supply Chain Ebene* angeordnet und misst daher Größen, die die *gesamte* Supply Chain betreffen. Diese werden aus den Fakten, die auf Ebene der einzelnen Peers erfasst werden, mittels der multidimensionalen Operatoren berechnet bzw. verdichtet.

5.6.3 Fakten und Dimensionen

Um die Perspektiven der Balanced Scorecard messen zu können, müssen bestimmte Fakten aus den Views des Referenzmodells benutzt werden (siehe Tabelle 5.10). Diese können teils als elementare Fakten direkt in die Balanced Scorecard einfließen bzw. müssen teils mittels eines Rechenschritts in verwertbare Fakten verwandelt werden (beispielsweise beim Umsatz pro Endprodukt durch Division der Verkaufserlöse durch die Verkaufsmengen). Die hier dargestellten Fakten dienen im Rahmen dieses Beispiels nur zur Implementierung der Supply Chain Balanced Scorecard. Noch einmal sei hier erwähnt, dass im Zuge einer Bottom-Up Modellierung wohl darüber hinaus auch weitere Fakten (und Dimensionen) vorhanden wären, die sich durch allgemeine Analysen der Supply Chain ergeben hätten (vgl. die Erläuterungen am Anfang von Abschnitt 5.6).

Fakt	entnommen aus View (des Referenzmodells)	verwendet für Perspektive (der Balanced Scorecard)
Verkäufe (Einheiten)	MaterialView	Finanzperspektive
Materialkosten	FinanceView	Finanzperspektive
Verkaufserlöse	FinanceView	Finanzperspektive
Liefermenge	MaterialView	Finanzperspektive
Kundenzufriedenheit	CooperationView	Kundenperspektive
Rückfragen	CooperationView	Kundenperspektive
Durchlaufzeit	ProcessView	Prozessperspektive
FTEs	ProcessView	Prozessperspektive
Informationsentstehung	InformationView	Lern- und Entwicklungsperspektive
Informationsverfügbarkeit	InformationView	Lern- und Entwicklungsperspektive
Vertrauen	CooperationView	Lern- und Entwicklungsperspektive
Order Fullfillment Rate	ProcessView	Lieferantenperspektive
Kontrollaufwand	CooperationView	Lieferantenperspektive

Tab. 5.10: Fakten aus den Views zur Abbildung der Perspektiven

In den folgenden Unterabschnitten wird darauf eingegangen, wie die Dimensionen das Data Warehouse Modells aufgebaut sind und die Verbindung zu den Perspektiven der BSC hergestellt.

Wie in Abschnitt 5.4.2.5 erläutert, sind die Dimensionshierarchien des erstellten multidimensionalen Modells durch teils identische Dimensionsattribute miteinander verwandt und verknüpfbar. In den nachfolgenden Kapiteln werden für die einzelnen Views die resultierenden Dimensionshierarchien in DFM Notation angegeben. In den in Folge spezifizierten Faktenschemen werden für Fakten keine *Measures* (vgl. [GoMR1998]) angegeben, sondern lediglich die (abstrakten) Fakten definiert, da die Measures nicht Teil des Referenzmodells sind.

5.6.3.1 Anwendung des ProcessView

Im Zuge des Aufbaus des ProcessView werden die einzelnen Peers in ihre Prozesse zerlegt, die einzelnen SCOR Prozesstypen innerhalb der Peers werden identifiziert. Im vorliegenden Beispiel wird bis zu SCOR Level 2 (Prozesskategorien) fortgeschritten und eine weitere Verfeinerung ausgespart.



Abb. 5.28: Die Prozesse der Supply Chain

Abbildung 5.28 zeigt die Prozesse der Supply Chain im Detail. Dabei ist ersichtlich, in welchen Peers welche Prozessstypen und –Kategorien abgewickelt werden. Anhand dieser Analyseergebnisse können nun die zugehörigen Prozessfakten gemäß dem Prinzip in Abschnitt 5.4.3.3 erfasst werden. Betrachtet man nun beispielsweise Peer E (die Hauptfertigung), so könnte eine Prozessanalyse drei D1 Prozesse „Deliver Stocked Product 6“, „Deliver Stocked Product 7“ und „Deliver Stocked Product 8“ sowie den D2 Prozess „Deliver Make-to-Order Product 7“ als identifizierte Prozesse zum Ergebnis haben. Diesen können nun die Fakten Durchlaufzeit und FTEs zugeordnet werden. Für den Fakt Order Fullfillment Rate wird grundsätzlich identisch vorgegangen, außer dass die typisierte SCOR-Prozess Dimension benutzt wird, um nur die Deliver Prozesse herausgreifen zu können. Die typisierte Dimension besteht nur aus den Deliver-Prozessen und (in Verfeinerung) dessen Prozesskategorien und –Aktivitäten und kann immer dann verwendet werden, wenn Fakten gemessen werden sollen, die nur für einen bestimmten Prozessstyp relevant sind (in diesem Anwendungsfall Deliver). Ansonsten müssten für die nicht zutreffenden Dimensionen die irrelevanten Fakten mit NULL belegt werden. In Abbildung 5.29 verläuft diese Dimensionshierarchie – bis auf die Typisierung – analog zu der allgemeinen Hierarchie, weswegen sie nicht nochmals dargestellt ist.

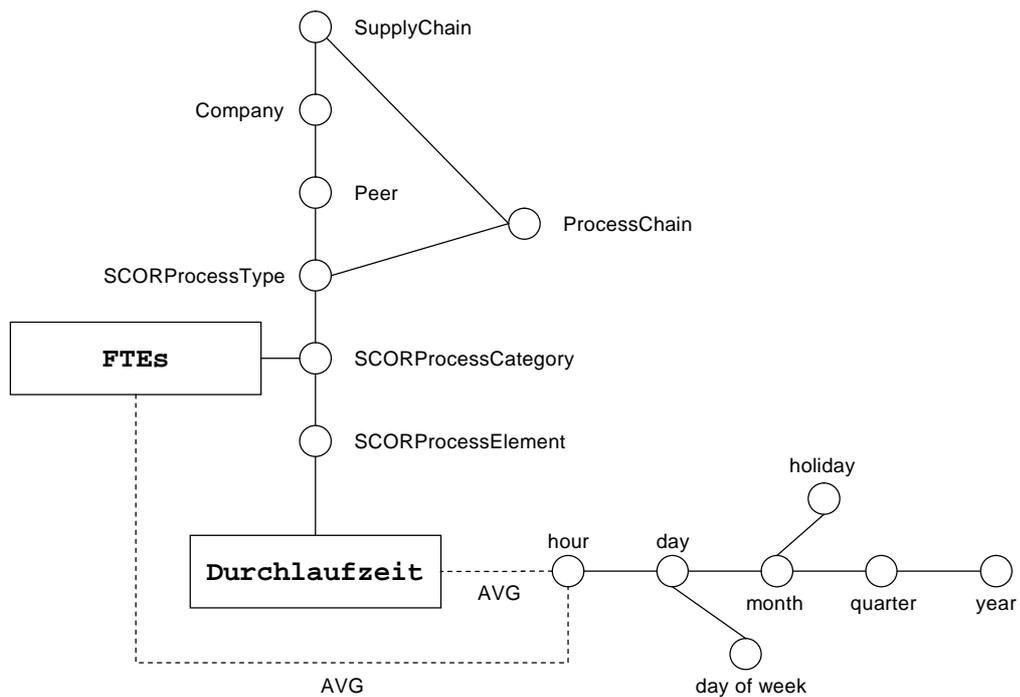


Abb. 5.29: Dimensionshierarchien aus dem ProcessView abgeleitet

Essentiell für die Darstellung der Gesamtdurchlaufzeiten für die Balanced Scorecard ist die Dimensionshierarchie über das Dimensionsattribut `ProcessChain`. In der Modellierung werden dabei eine oder mehrere Prozessketten (im vorliegenden Fall beispielsweise Prozessketten für Endprodukte) modelliert. Dabei werden mehrere SCOR Prozess Typen (die sequentiell ablaufen müssen, damit die Additivität gegeben ist) zu Prozessketten zusammengefasst, die weiters auf Supply Chain Gesamtebene aggregiert werden können. Bezüglich der Zeitdimension sind die beiden Fakten nicht-additiv und müssen mittels Durchschnittsbildung aggregiert werden. Die Zeitdimension bildet bei Fakt `Durchlaufzeit` den Startzeitpunkt ab, die Dauer ist im Fakt enthalten. Beim Fakt `FTEs` bildet die Zeitdimension den Erfassungszeitpunkt ab.

5.6.3.2 Anwendung des InformationView

Der `InformationView` macht die Analyse der Informationsflüsse in der Supply Chain notwendig. Für dieses Beispiel soll angenommen werden, dass Informationen über die geplanten Lagerbestände eines Peers in der Supply Chain (also für bestimmte andere Peers) verfügbar gemacht werden sollen. Das geschieht über die Integration der IT Systeme der teilnehmenden Peers und wird als strategische Initiative zur Supply Chain Integration betrieben, weswegen dies auch in der Lern- und Entwicklungsperspektive der Balanced Scorecard als Innovationstreiber gemessen wird. Dabei werden die Lagerbestände periodisch in sehr detaillierter Form aus verschiedenen Applikationen extrahiert und wiederum zwischen den einzelnen Lagerverwaltungsapplikationen ausgetauscht. Somit entsteht zwischen dem Zeitpunkt der Informationsentstehung in einem Peer und dem Zeitpunkt der Informationsverfügbarkeit in einem anderen Peer eine (teils in der Übergangszeit noch manuelle) Verarbeitungszeit für Extraktion, Datenkonvertierung, Qualitätssicherung usw. Durch ein groß angelegtes Programm in der Supply Chain sollen in mehreren Phasen die Applikationen „nahtlos“ integriert werden, indem die technischen Schnittstellen immer mehr verbessert werden. Um die

Informationsverbreitung eines solchen konkreten Datensatzes zu speichern, wird ein Accumulating Snapshot (vgl. Abschnitt 5.4.2.6) verwendet. Damit kann durch die Differenz zwischen den beiden Zeitstempeln für Informationsentstehung und – Verfügbarkeit die *Propagation Time* berechnet werden. Die Dimensionsattribute des InformationView, die zur Verfeinerung von InteractionRelations verwendet werden, werden hier nicht betrachtet.

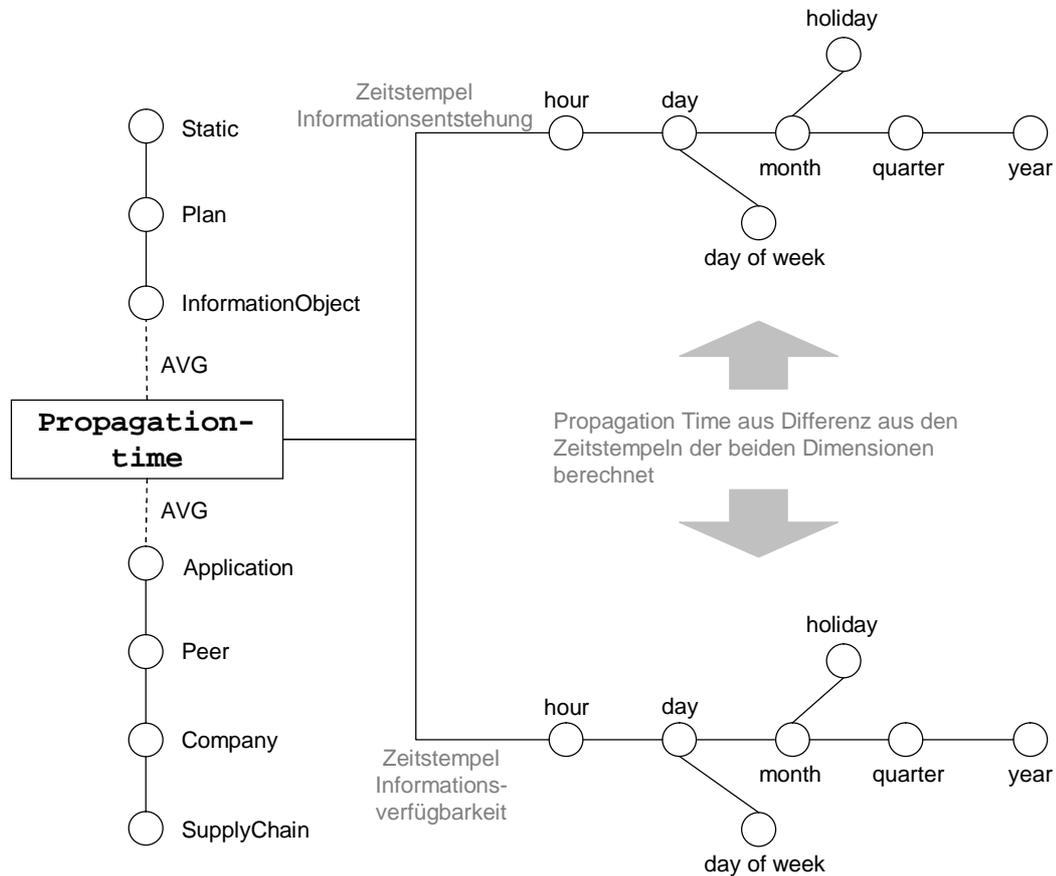


Abb. 5.30: Dimensionshierarchien aus dem InformationView abgeleitet

Um die Propagation Time – also die Zeit von der Informationsentstehung bis zur Informationsverfügbarkeit zu messen, wird eine Form des Accumulating Snapshot angewandt (vgl. [KiRo2002] für Details zur logischen Modellierung bzw. Abschnitt 5.4.2.6). Für die Zielapplikationen (die Applikationen, die mit Daten befüllt werden), wird neben dem Zeitstempel für die tatsächliche Informationsverfügbarkeit (also der Zeitpunkt, an dem die Daten in der Applikation vorliegen) auch der Zeitstempel der Informationsentstehung (in der Applikation, aus der die Daten stammen) gespeichert, die identisch mit dem in der Quellapplikation ist. So existiert der Entstehungszeitstempel also mehrfach für die Zielapplikationen. So können beim Einpflegen der Information (also beim Setzen des Zeitstempels der Informationsverfügbarkeit) die Differenz und damit die Propagation Time bestimmt werden.

5.6.3.3 Anwendung des CooperationView

Die Anwendung des CooperationView erfordert die Identifikation der einzelnen miteinander kooperierenden Personen. Kundenzufriedenheit und Vertrauen werden dabei in regelmäßigen Intervallen erhoben. Auch der Kontrollaufwand wird

periodisch erhoben und stellt den Zeitaufwand einer Person dar, der für das Management und die Kontrolle der Kooperation anfällt. So müssen nun die Verantwortlichkeiten, Ansprechpartner und Teamstrukturen in einem zweckdienlichen Detailgrad ermittelt werden. Die Fakten Rückfragen, Kundenzufriedenheit und Kontrollaufwand werden für die Beziehungen *zwischen den Akteuren* (also Relations) erfasst, das Vertrauen für die *Akteure selbst*. Der wesentliche Wertbeitrag der Modellteile, die aus dem CooperationView abgeleitet sind, besteht darin, dass die verschiedenen Kooperationscontrolling-spezifischen Größen auf einzelne Personen und Rollen zuordenbar sind sowie darin, dass diese Werte auf Supply Chain Ebene verdichtet werden können, was für die Balanced Scorecard relevant ist.

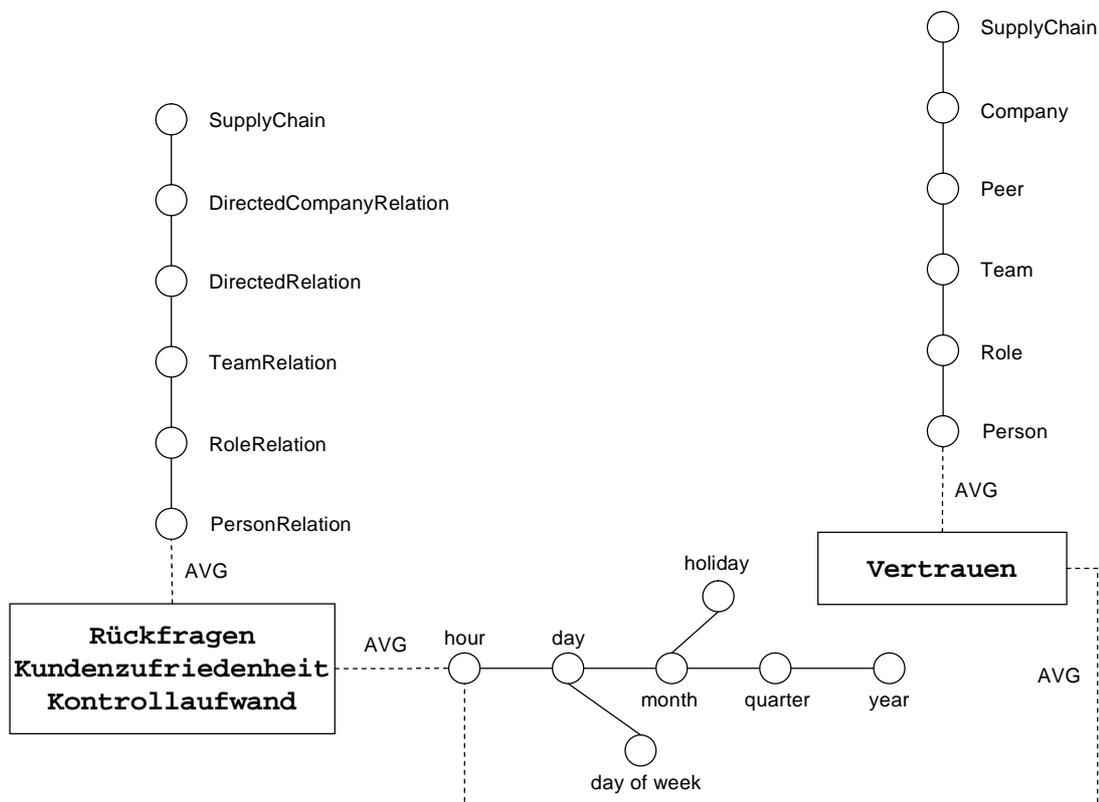


Abb. 5.31: Dimensionshierarchien aus dem CooperationView abgeleitet

5.6.3.4 Anwendung des MaterialView und des FinanceView

Anhand der Anwendung des MaterialView und des FinanceView soll die Modellierung von nicht-elementaren Fakten dargestellt werden. Es wird hier die RetailerDimension verwendet. Die RetailerDimension fasst alle Peers zusammen, die den unmittelbaren Kundenkontakt haben. Im aktuellen Beispiel sind das die Distributionszentren, die Peers F, G und H. Für diese Peers werden die Fakten Verkäufe (Einheiten), Materialkosten, Verkaufserlöse, Liefermenge erfasst, wobei die Kosten pro Stück durch Division der Materialkosten durch die Liefermenge und die Umsätze pro Produkt durch Division der Verkaufserlöse durch Verkäufe ermittelt werden (vgl. [KiRo2002] für die logische Modellierung von berechneten Fakten).

Lieferungen werden als entsprechende Fakten gemäß dem MaterialView dargestellt. Diesen werden die Liefermenge und die Materialkosten zugeteilt, die

Die inhaltliche Dimension – die Problemdomäne des Supply Chain Controlling wurde in das Data Warehouse Modell eingebracht. Dazu wurden grundlegend die in der Forschung identifizierten Anforderungen an Supply Chain Controlling (vgl. Abschnitt 2.4.1, 2.4.2 und 2.4.3) herangezogen. Der daraus unmittelbar folgende Schritt war die Einbettung des Modells in aktuelle Controlling-Konzeptionen, um die Einbettung des Data Warehouse in die Gesamtorganisation zu definieren und um aktuelle Controllingkonzepte in das entwickelte Modell einfließen zu lassen. Schrittweise wurden die Konzepte Supply Chains und Supply Chain Management deduktiv aufgebaut (vgl. Abschnitt 2.2 bzw. 2.3) und die aktuellen Managementansätze (die im Modell aufgehen) und Aufgaben erarbeitet (vgl. Abschnitt 2.3.5), um daraus in Abschnitt 5.3 und 5.4 die Modellstruktur und den Modellinhalt ausarbeiten zu können. Das gemäß der Controllingkonzeption separat behandelte Gebiet des Supply Chain Controlling mitsamt dessen aktuellen Instrumenten, Lösungsansätzen und Aufgaben stellt dabei die Ausgangsbasis für die Modellierung dar. Des Weiteren werden erste Ansätze für die Entwicklung von Dienstleistungskonzepten für Logistikdienstleister angeboten, indem deren Rolle in gegenwärtigen und zukünftigen Supply Chains dargelegt (vgl. Abschnitt 2.3.6) und grundlegende Optionen zur Institutionalisierung des Data Warehouse basierten Supply Chain Controlling aufgezeigt werden (vgl. Abschnitt 5.3.1.2).

Das Referenzmodell in seiner momentanen Form ist ein erster Schritt, um einen flächendeckenden Data Warehousing Ansatz für das Supply Chain Controlling zu entwickeln. Es versucht, ein geeignetes Abstraktionsniveau zu wählen, um umfassend sein zu können und sich nicht nur auf funktionale Teilbereiche der Logistik bzw. des Supply Chain Management zu beschränken. Damit geht einher, dass zukünftig am Modell weiterentwickelt werden muss, um die Modellteile zu detaillieren und zu verfeinern, sowie um zukünftige Konzepte zu erweitern. Beispielsweise wurden Modellkonzepte zur Abbildung von Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten nicht im Modell berücksichtigt. Außerdem ist die Zweckdienlichkeit des Modells empirisch auf breiter Front zu evaluieren.

Bezüglich der Verfeinerung und Detaillierung des Modells ist es im Übrigen sinnvoll, Branchenspezifische Lösungen zu entwickeln. Zweifellos unterscheiden sich die logistische Infrastruktur und Prozesse einer Supply Chain im Automobilbereich von einer Supply Chain in der Erdöl verarbeitenden Industrie. Der generische Ansatz des Modells in der vorliegenden Arbeit verhindert außerdem die sinnvolle Verwendung von Konstruktionstechniken wie der konfigurativen Modellierung im Zuge der Referenzmodell-anwendung, da die vorkonfigurierten Modellteile und die Verknüpfung von Konfigurationsparametern mit Konfigurationen aufgrund der Breite der potentiellen Anwendungsfälle nicht entwickelt werden können. Dies gilt nicht im Zuge von spezifischen Lösungen, die auf konkretere Anwendungsszenarien und Problemstellungen zugeschnitten sind. Hier können dem Referenzmodell-anwender noch einfacher zu handhabende Lösungen geboten werden.

Anhang: Literaturliste

- [Aake2001] Aaker, D.: Developing Business Strategies, Sixth Edition, Wiley, New York, 2001
- [Arnd2004] Arndt, H.: Supply Chain Management - Optimierung logistischer Prozesse, Gabler, Wiesbaden, 2004
- [Auth2002] Auth, G.: Prozessorientiertes Metadatenmanagement für Data-Warehouse-Systeme, In: Maur, E. v. [Hrsg.]: Vom Data Warehouse zum Corporate Knowledge Center - proceedings der Data Warehousing 2002, Physica-Verl., Heidelberg, 2002, S.123-145
- [Bach2004] Bacher, A.: Instrumente des Supply Chain Controlling - theoretische Herleitung und Überprüfung der Anwendbarkeit in der Unternehmenspraxis, Dt. Univ.-Verl., Dissertation, Wiesbaden, 2004
- [BaCo2004] Baum, H.-G., Coenenberg, A., Günther, T.: Strategisches Controlling, 3. Auflage, Schäffer-Poeschel, Stuttgart, 2004
- [BaDa2003] Baumgarten, H., Darkow, I.-L.: Konzepte im Supply Chain Management, In: Busch, A., Dangelmaier [Hrsg.]: Integriertes Supply Chain Management - Theorie und Praxis effektiver unternehmensübergreifender Geschäftsprozesse, 2. Auflage, Gabler, Wiesbaden, 2004, S. 91-110
- [BaGü2004] Bauer, A., Günzel, H.: Data-Warehouse-Systeme Architektur, Entwicklung, Anwendung, 2. Auflage, dpunkt-Verlag, Heidelberg, 2004
- [Bart2004] Barth, T., Barth D.: Controlling, Oldenbourg, München, Wien, 2004
- [Baum2004] Baumgarten, H. [Hrsg.]: Supply Chain Steuerung und Services - Logistik-Dienstleister managen globale Netzwerke - best practices, Springer, Berlin [u.a.], 2004
- [BDKK2002] Becker, J., Delfmann, P., Knackstedt, R., Kuroпка, D.: Konfigurative Referenzmodellierung, In: Becker, J. [Hrsg.]: Wissensmanagement mit Referenzmodellen - Konzepte für die Anwendungssystem- und Organisationsgestaltung, Physica-Verl., Heidelberg, 2002, S.25-95
- [Beck2002] Becker, J. [Hrsg.]: Wissensmanagement mit Referenzmodellen - Konzepte für die Anwendungssystem- und Organisationsgestaltung, Physica-Verl., Heidelberg, 2002
- [Beck2004] Becker, J. [Hrsg.]: Referenzmodellierung - Grundlagen, Techniken und domänenbezogene Anwendung, Physica-Verl., Heidelberg, 2004
- [BeKn2004] Becker, J., Knackstedt, R.: Referenzmodellierung im Data-Warehousing - State-of-the-Art und konfigurative Ansätze für die Fachkonzeption, Wirtschaftsinformatik 46, 2004, S.39-49
- [BeKR2000] Becker, J., Kugeler, M., Rosemann, M.: Prozessmanagement, Springer, Berlin [u.a.], 2000
- [BeRS1999] Becker, J., Rosemann M., Schütte R. [Hrsg.]: Referenzmodellierung - State-of-the-Art und Entwicklungsperspektiven, Physica-Verlag, Heidelberg 1999
- [BeTo2003] Becker, T.: Supply Chain Prozesse: Gestaltung und Optimierung, In: Busch, A., Dangelmaier [Hrsg.]: Integriertes Supply Chain Management - Theorie und Praxis effektiver unternehmensübergreifender Geschäftsprozesse, 2. Auflage, Gabler, Wiesbaden, 2004, S.65-90
- [BhHM2002] Bhutta K., Huq, F., Maubourget, F.: Efficient Consumer Response - Increasing Efficiency through Cooperation, In: Seuring, S. [Hrsg.]: Cost management in supply chains, Physica-Verl., Heidelberg, 2002, S.195-212
- [BHKS2000] Becker, Holten, Knackstedt, Schütte: Referenz- Informationsmodellierung, In: Bodendorf, F., Grauer, M. [Hrsg.]: Verbundtagung Wirtschaftsinformatik 2000, Shaker, Aachen 2000, S.86-109
- [Bode2000] Bodendorf, F., Grauer, M. [Hrsg.]: Verbundtagung Wirtschaftsinformatik 2000, Shaker, Aachen 2000

- [BrBu2004] Brocke, J.v., Buddendick, C.: Konstruktionstechniken für die Referenzmodellierung - Systematisierung, Sprachgestaltung und Werkzeugunterstützung, In: Becker, J. [Hrsg.]: Referenzmodellierung - Grundlagen, Techniken und domänenbezogene Anwendung, Physica-Verl., Heidelberg, 2004, S.19-50
- [BuDa2004] Busch, A., Dangelmaier [Hrsg.]: Integriertes Supply Chain Management - Theorie und Praxis effektiver unternehmensübergreifender Geschäftsprozesse, 2. Auflage, Gabler, Wiesbaden, 2004
- [Busc2003] Busch, A.: Marktspiegel Supply Chain Management Systeme - Potenziale - Konzepte - Anbieter im Vergleich, Gabler, Wiesbaden 2003
- [Busc2004] Busch, A., Dangelmaier, W.: Integriertes Supply Chain Management - ein koordinationsorientierter Überblick, In: Busch, A., Dangelmaier [Hrsg.]: Integriertes Supply Chain Management - Theorie und Praxis effektiver unternehmensübergreifender Geschäftsprozesse, 2. Auflage, Gabler, Wiesbaden, 2004, S. 1-24
- [CHKT2006] Conrad S. et al.: Enterprise Application Integration Grundlagen, Konzepte, Entwurfsmuster, Praxisbeispiele, Elsevier, Heidelberg [u.a.], 2006
- [DaMe2003] Daum, B., Merten, U.: System Architecture with XML, Morgan Kaufmann, San Francisco, 2003
- [DaRi2004] Darkow I.-L., Richter M.: Supply Chain Controlling, In: Baumgarten, H. [Hrsg.]: Supply Chain Steuerung und Services - Logistik-Dienstleister managen globale Netzwerke - best practices, Springer, Berlin [u.a.], 2004, S.113-122
- [Dark2004] Darkow I.-L., Richter M.: Leistungen für das Management der Supply Chain, In: Baumgarten, H. [Hrsg.]: Supply Chain Steuerung und Services - Logistik-Dienstleister managen globale Netzwerke - best practices, Springer, Berlin [u.a.], 2004, S.145-150
- [Drew2001] Drews, H.: Instrumente des Kooperationscontrollings Anpassung bedeutender Controllinginstrumente an die Anforderungen des Managements von Unternehmenskooperationen, Dt. Univ.-Verl., Dissertation, Wiesbaden, 2001
- [DuGH2005] Dustdar, S.: Software Architekturen für verteilte Systeme, Springer, Berlin, 2003
- [EmÖz2004] Emmermann M., Özdemir, I.: Enterprise-Application-Integration-Systeme, In: Baumgarten, H. [Hrsg.]: Supply Chain Steuerung und Services - Logistik-Dienstleister managen globale Netzwerke - best practices, Springer, Berlin [u.a.], 2004, S.101-112
- [Erdm2003] Erdmann, M.-K.: Supply Chain Performance Measurement - perative und strategische Management- und Controllingansätze, Eul, Dissertation, Lohmar [u.a.], 2003
- [Gold2002] Goldbach, M.: Organizational Settings in Supply Chain Costing, In: Seuring, S. [Hrsg.]: Cost management in supply chains, Physica-Verl., Heidelberg, 2002, S.89-110
- [GoMR1998] Golfarelli, M., Maio, D., Rizzi, S.: The Dimensional Fact Model: A Conceptual Model For Data Warehouses, International Journal of Cooperative Information Systems, 1998
- [Göpf2004] Göpfert, I.: Einführung, Abgrenzung und Weiterentwicklung des Supply Chain Managements, In: Busch, A., Dangelmaier [Hrsg.]: Integriertes Supply Chain Management - Theorie und Praxis effektiver unternehmensübergreifender Geschäftsprozesse, 2. Auflage, Gabler, Wiesbaden, 2004, S. 25-46
- [GrHN2003] Gronau, N., Haak, L., Noll, R.-P.: Integration von SCM-Lösungen in die betriebliche Informationssystemarchitektur, In: Busch, A., Dangelmaier [Hrsg.]: Integriertes Supply Chain Management - Theorie und Praxis effektiver unternehmensübergreifender Geschäftsprozesse, 2. Auflage, Gabler, Wiesbaden, 2004, S.399-416

- [Gron2001] Gronalt, M. [Hrsg.]: Logistikmanagement - Erfahrungsberichte und Konzepte zum (Re-)Design der Wertschöpfungskette, Gabler, Wiesbaden, 2001
- [GüTe2003] Günther, H.-O., Tempelmeier, H.: Produktion und Logistik, 5. Auflage, Springer, Berlin [u.a.], 2000
- [HaNe2002] Hansen, H. R., Neumann, G.: Wirtschaftsinformatik - Grundlagen betrieblicher Informationsverarbeitung, 8. Auflage, UTB für Wissenschaft, 2002
- [Hars1994] Hars, A.: Referenzdatenmodelle - Grundlagen effizienter Datenmodellierung, Gabler, Dissertation, Wiesbaden, 1994
- [Hess2002] Hess, T.: Netzwerkcontrolling - Instrumente und ihre Werkzeugunterstützung, Dt. Univ.-Verl., Habil.-Schr., Wiesbaden, 2002
- [Heue2001] Heuer, A., Saake, G., Sattler, K.-U.: Datenbanken kompakt, mitp-Verl., Bonn, 2001
- [HHLN2003] Hellingrath, B., Hieber, R., Laakmann, F., Nayabi, K.: Die Einführung von SCM-Softwaresystemen, In: Busch, A., Dangelmaier [Hrsg.]: Integriertes Supply Chain Management - Theorie und Praxis effektiver unternehmensübergreifender Geschäftsprozesse, 2. Auflage, Gabler, Wiesbaden, 2004, S. 189-214
- [HiLi1997] Hillier, F., Lieberman, G.J.: Operations Research, 5. Auflage, Oldenbourg, München, Wien [u.a.], 1997
- [HoMe2002] Holten R., Melchert F.: Das Supply Chain Operations Reference (SCOR)-Modell, In: Becker, J. [Hrsg.]: Wissensmanagement mit Referenzmodellen - Konzepte für die Anwendungssystem- und Organisationsgestaltung, Physica-Verl., Heidelberg, 2002
- [Horv2002] Horváth, P.: Controlling, 8 Auflage, Vahlens, München, 2002
- [Hoss2002] Hossner, R. (Hrsg.): Jahrbuch der Logistik 2002. Verlagsgruppe Handelsblatt, Düsseldorf, 2002
- [Hugo2003] Hugos, M. H.: Essentials of Supply Chain Management, Second Edition, Wiley, New York, 2003
- [Huss2004] Software in der Logistik 2004, Huss Verlag, München 2004
- [Inmo2002] Inmon, B.: Building the Data Warehouse; Third Edition, Wiley, New York, 2002
- [Jung2000] Jung, R. [Hrsg.]: Data Warehousing 2000 - Methoden, Anwendungen, Strategien, Physica-Verl., Heidelberg, 2000
- [Kajü2002] Kajüter, P.: Proactive Cost Management in Supply Chains, In: Seuring, S. [Hrsg.]: Cost management in supply chains, Physica-Verl., Heidelberg, 2002, S.31-52
- [Kajü2003] Kajüter, P.: Instrumente zum Risikomanagement in der Supply Chain, In: Stölzle, W. [Hrsg.]: Supply Chain Controlling in Theorie und Praxis - aktuelle Konzepte und Unternehmensbeispiele; Gabler, Wiesbaden, 2003, S.107-138
- [KaSt2002] Kaczmarek M., Stüllenberg F.: Decision Support by Model Based Analysis of Supply Chains, In: Seuring, S. [Hrsg.]: Cost management in supply chains, Physica-Verl., Heidelberg, 2002, S.273-288
- [KeEi2004] Kemper, A., Eickler, A.: Datenbanksysteme - eine Einführung, 5. Auflage, Oldenbourg, München Wien, 2004
- [KeMW01] Keppel, B., Müllenbach, S., Wölkhammer, M.: Vorgehensmodelle im Bereich DWH: Das Evolutionary DW Engineering (EDE), In: Schütte, R. [Hrsg.]: Data-Warehouse-Managementhandbuch - Konzepte, Software, Erfahrungen, Springer, Berlin [u.a.], 2001, S.81-106
- [KiMü2004] Kilger C., Müller, A.: Integration von Advanced Planning Systemen in die betriebliche DV-Landschaft, In: Busch, A., Dangelmaier [Hrsg.]: Integriertes Supply Chain Management - Theorie und Praxis effektiver unternehmensübergreifender Geschäftsprozesse, 2. Auflage, Gabler, Wiesbaden, 2004, S.215-236

- [KiRo2002] Kimball, R., Ross, M.: The Data Warehouse Toolkit, Second Edition, Wiley, New York, 2002
- [Knac2001] Knackstedt, R.: Konfigurative Referenzmodelle als Instrumente des Wissensmanagement bei der Data-Warehouse-Entwicklung, In: Schnurr, H.-P. [Hrsg.]: Professionelles Wissensmanagement - Erfahrungen und Visionen; Beiträge der 1. Konferenz Professionelles Wissensmanagement; Baden-Baden, Shaker, Aachen, 2001; S.113-128
- [KoTe2003] Kotzab, H., Teller, C.: Kritische Erörterung des CPFR-Ansatzes aus der Sicht des Supply Chain Controlling, In: Stölzle, W. [Hrsg.]: Supply Chain Controlling in Theorie und Praxis - aktuelle Konzepte und Unternehmensbeispiele; Gabler, Wiesbaden, 2003, S.83-106
- [Kram2001] Krampe, H., Lucke, H.-J. [Hrsg.]: Grundlagen der Logistik - Einführung in Theorie und Praxis logistischer Systeme, 2. Auflage, Huss Verl., München, 2001
- [KrLu2001] Krampe, H., Lucke, H.-J.: Einführung in die Logistik, In: Krampe, H., Lucke, H.-J. [Hrsg.]: Grundlagen der Logistik - Einführung in Theorie und Praxis logistischer Systeme, 2. Auflage, Huss Verl., München, 2001, S.15-32
- [KrLZ2001] Krampe, H., Lucke, H.-J., Ziems, D.: Grundlagen der Planung logistischer Systeme, In: Krampe, H., Lucke, H.-J. [Hrsg.]: Grundlagen der Logistik - Einführung in Theorie und Praxis logistischer Systeme, 2. Auflage, Huss Verl., München, 2001, S.57-92
- [Krüg2002] Krüger R.: Global Supply Chain Management: Extending Logistics' Total Cost Perspective to Configure Global Supply Chains, In: Seuring, S. [Hrsg.]: Cost management in supply chains, Physica-Verl., Heidelberg, 2002, S.309-324
- [Kuhn2001] Kuhn, A.: Informationslogistik, In: Krampe, H., Lucke, H.-J. [Hrsg.]: Grundlagen der Logistik - Einführung in Theorie und Praxis logistischer Systeme, 2. Auflage, Huss Verl., München, 2001, S.113-138
- [Kumm2001] Kummer, S.: Logistikkostenrechnung und Controlling, In: Krampe, H., Lucke, H.-J. [Hrsg.]: Grundlagen der Logistik - Einführung in Theorie und Praxis logistischer Systeme, 2. Auflage, Huss Verl., München, 2001, S.153-176
- [Küpp2001] Küpper, H.-U.: Controlling - Konzeption, Aufgaben und Instrumente, 3. Auflage, Schäffer-Pöschel, Stuttgart, 2001
- [Lehn2003] Lehner, W.: Datenbanktechnologie für Data-Warehouse-Systeme, dpunkt, Heidelberg, 2003
- [LELM2001] Lucke, H.-J., Eisenkopf, A., et al.: Verkehrsunternehmen als Logistikdienstleister, In: Krampe, H., Lucke, H.-J. [Hrsg.]: Grundlagen der Logistik - Einführung in Theorie und Praxis logistischer Systeme, 2. Auflage, Huss Verl., München, 2001, S.251-302
- [LiST2000] List, Schiefer, Tjoa: Use Case Driven Requirements Analysis for Data Warehouse Systems, In: Jung, R. [Hrsg.]: Data Warehousing 2000 - Methoden, Anwendungen, Strategien, Physica-Verl., Heidelberg, 2000, S.23-39
- [Luck2001] Lucke, H.-J.: Systemtheoretische Grundlagen der Logistik, In: Krampe, H., Lucke, H.-J. [Hrsg.]: Grundlagen der Logistik - Einführung in Theorie und Praxis logistischer Systeme, 2. Auflage, Huss Verl., München, 2001, S.33-56
- [LuKW2001] Lucke, H.-J., Kuhn, A., Wölfel, B.: Übergreifende Problemlösungen und der Logistik, In: Krampe, H., Lucke, H.-J. [Hrsg.]: Grundlagen der Logistik - Einführung in Theorie und Praxis logistischer Systeme, 2. Auflage, Huss Verl., München, 2001, S.93-112
- [Maci2001] Maciaszek, L.A.: Requirements Analysis and System Design, Addison Wesley, Harlow [u.a], 2001

- [Mand2001] Mandl, C.: Integriertes Distributionsmanagement, In: Gronalt, M. [Hrsg.]: Logistikmanagement - Erfahrungsberichte und Konzepte zum (Re-)Design der Wertschöpfungskette, Gabler, Wiesbaden, 2001, S.97-107
- [MaSc1998] Maicher, M. [Hrsg.]: Informationsmodellierung - Referenzmodelle und Werkzeuge, Dt. Univ.-Verl., Wiesbaden, 1998
- [Maty2001] Matyas, K.: Taschenbuch Produktionsmanagement, Hanser, München, 2001
- [Maur2002] Maur, E. v. [Hrsg.]: Vom Data Warehouse zum Corporate Knowledge Center - proceedings der Data Warehousing 2002, Physica-Verl., Heidelberg, 2002
- [Maur2003] Maur, E. v. [Hrsg.]: Data-warehouse-Management - das St. Galler Konzept zur ganzheitlichen Gestaltung der Informationslogistik, Springer, Berlin [u.a.], 2003
- [MeHa2004] Meier, H., Hanenkamp, N.: Komplexitätsmanagement in der Supply Chain, In: Busch, A., Dangelmaier [Hrsg.]: Integriertes Supply Chain Management - Theorie und Praxis effektiver unternehmensübergreifender Geschäftsprozesse, 2. Auflage, Gabler, Wiesbaden, 2004, S. 111-130
- [Melc2003] Melchert, F.: Das Common Warehouse Metamodel als Standard für Metadaten im Data Warehousing, In: Maur, E. v. [Hrsg.]: Data-warehouse-Management - das St. Galler Konzept zur ganzheitlichen Gestaltung der Informationslogistik, Springer, Berlin [u.a.], 2003, S.89-112
- [MeTH2002] Meister, Tapken, Harren: Metadatenaustausch unter Einsatz von Korrespondenzmetamodellen, In: Maur, E. v. [Hrsg.]: Vom Data Warehouse zum Corporate Knowledge Center - proceedings der Data Warehousing 2002, Physica-Verl., Heidelberg, 2002, S.97-159
- [Metz1998] Metz, P.J.: Demystifying Supply Chain Management, Supply Chain Management Review Nr.4, 1998
- [Möll2003] Möller, K.: Supply Chain Valuation, In: Stölzle, W. [Hrsg.]: Supply Chain Controlling in Theorie und Praxis - aktuelle Konzepte und Unternehmensbeispiele; Gabler, Wiesbaden, 2003, S.49-82
- [Muks2000] Muksch, H. [Hrsg.]: Das Data Warehouse-Konzept, Gabler, Wiesbaden, 2000
- [Nehe2003] Neher, A.: Wertorientierung im Supply Chain Controlling , In: Stölzle, W. [Hrsg.]: Supply Chain Controlling in Theorie und Praxis - aktuelle Konzepte und Unternehmensbeispiele; Gabler, Wiesbaden, 2003, S.27-48
- [OtSt2003] Otto, A., Stölzle, W.: Thesen zum Stand des Supply Chain Controlling, In: Stölzle, W. [Hrsg.]: Supply Chain Controlling in Theorie und Praxis - aktuelle Konzepte und Unternehmensbeispiele; Gabler, Wiesbaden, 2003, S.1-26
- [Otto2002] Otto, A.: Management und Controlling von Supply Chains - ein Modell auf der Basis der Netzwerktheorie, Dt. Univ.-Verl., Habil.-Schr., Wiesbaden, 2002
- [PaRa2003] Patzak, G., Rattay, G.: Projekt Management, 3. Auflage, Linde, Wien, 2003
- [Pfoh2004] Pfohl, H.-C.: Logistikmanagement - Konzeption und Funktionen, 2. Auflage, Springer, Berlin [u.a.], 2004
- [Pise2004] Piser, M.: Strategisches Performance Management - Performance Measurement als Instrument der strategischen Kontrolle, Dt. Univ.-Verl., Dissertation, Wiesbaden, 2004
- [Pros2001] Prosser, A., Ossimitz, M.-L.: Data warehouse management using SAP BW, WUV Univ.-Verl. [u.a.], Wien, 2001
- [PSSS2002] Pfeifer, Schrefl, Sey, Stumptner: Datenbanksysteme - Skriptum zur gleichnamigen Vorlesung

- [Reic2001] Reichmann, T.: Controlling mit Kennzahlen und Managementberichten - Grundlagen einer systemgestützten Controlling-Konzeption, 6. Auflage, Vahlen, München, 2001
- [RiSZ2002] Risse J., Stommel H., Zadek H.: Lieferkettenkennzahlen als Instrument für ein effizientes Supply Chain Controlling, In: Hossner, R. (Hrsg.): Jahrbuch der Logistik 2002. Verlagsgruppe Handelsblatt, Düsseldorf, 2002
- [Röhr2003] Röhrs, A.: Produktionsmanagement in Produktionsnetzwerken, Lang, Dissertation, Frankfurt am Main, Wien [u.a.], 2003
- [RoSc1999] Rosemann, Schütte: Multiperspektivische Referenzmodellierung, In: Becker, J., Rosemann M., Schütte R.[Hrsg.]: Referenzmodellierung - State-of-the-Art und Entwicklungsperspektiven, Physica-Verlag, Heidelberg 1999
- [Sche1998] Scheer, A.-W.: Wirtschaftsinformatik - Referenzmodelle für industrielle Geschäftsprozesse, 7. Auflage, Springer, Berlin, 1998
- [Sche2002] Scheer, A.-W.: ARIS. Vom Geschäftsprozeß zum Anwendungssystem, 4. Auflage, Springer, Berlin, 2002
- [ScHi2004] Schönsleben, P., Hieber, R.: Gestaltung von effizienten Wertschöpfungspartnerschaften im Supply Chain Management, In: Busch, A., Dangelmaier [Hrsg.]: Integriertes Supply Chain Management - Theorie und Praxis effektiver unternehmensübergreifender Geschäftsprozesse, 2. Auflage, Gabler, Wiesbaden, 2004, S.47-64
- [Schn2001] Schnurr, H.-P. [Hrsg.]: Professionelles Wissensmanagement - Erfahrungen und Visionen; Beiträge der 1. Konferenz Professionelles Wissensmanagement; Baden-Baden, Shaker, Aachen, 2001
- [Schö2004] Schönsleben, P.: Integrales Logistikmanagement - Planung und Steuerung der umfassenden Supply Chain, 4. Auflage, Springer, Berlin [u.a.], 2004
- [Schr2002] Schröder, B.: Der Weg zu kreativem Supply Chain Management, In: Voegele, A. R. [Hrsg.]: Supply Network Management mit Best Practice der Konkurrenz voraus, Gabler, Wiesbaden, 2002, S.101-109
- [Schü1998] Schütte, R.: Grundsätze ordnungsgemäßer Referenzmodellierung - Konstruktion konfigurations- und anpassungsorientierter Modelle, Gabler, Dissertation, Wiesbaden, 1998
- [Schü2001] Schütte, R. [Hrsg.]: Data-Warehouse-Managementhandbuch - Konzepte, Software, Erfahrungen, Springer, Berlin [u.a.], 2001
- [ScJe1999] Schweier H., Jehle E.: Controlling logistischer Netzwerke - konzeptionelle Anforderungen und Ansätze zur instrumentellen Ausgestaltung, In: Industrie Management, 15. Jg. (1999); Nr. 5, S. 83 - 87
- [SCOR2005] Supply Chain Operations Reference Model Version 7.0
- [SeSf2002] Seuring, S.: Supply Chain Target Costing - An Apperal Industry Case Study, In: Seuring, S. [Hrsg.]: Cost management in supply chains, Physica-Verl., Heidelberg, 2002, S.111-126
- [SeSt2002] Seuring, S.: Supply Chain Costing - A Conceptual Framework, In: Seuring, S. [Hrsg.]: Cost management in supply chains, Physica-Verl., Heidelberg, 2002, S.15-30
- [Seur2001] Seuring, S.: Supply Chain Costing, Kostenmanagement in der Wertschöpfungskette mit Target Costing und Prozesskostenrechnung, Vahlen, Dissertation, München, 2001
- [Seur2002] Seuring, S. [Hrsg.]: Cost management in supply chains, Physica-Verl., Heidelberg, 2002
- [Shap2001] Shapiro, J. F.: Modeling the Supply Chain, Thomson, Duxbury, 2001

- [SiKa2004] Simchi-Levi, D., Kaminsky, P., Simchi-Levi, E.: Designing and managing the supply chain - concepts, strategies, and case studies, Second Edition, Irwin McGraw-Hill, Boston, Mass. [u.a.], 2004
- [Slag2002] Slagmulder R.: Managing costs across the supply chain, In: Seuring, S. [Hrsg.]: Cost management in supply chains, Physica-Verl., Heidelberg, 2002, S.75-88
- [SRJa1999] Scholz-Reiter B., Jakobza J.: Supply Chain Management - Überblick und Konzeption, HMD, Heft 207, 1999
- [Stad2002] Stadtler, H. [Hrsg.]: Supply chain management and advanced planning - concepts, models, software and case studies, Second Edition, Springer, Berlin, 2002
- [Stal2001] Stallings, W.: Operating Systems, Fourth Edition, Prentice Hall, New Jersey, 2001
- [Stal2005] Stallings, W.: Business Data Communications - Principles and Paradigms, Fifth Edition, Prentice Hall, New Jersey, 2005
- [Stem2002] Stemmler, L.: The Role of Finance in Supply Chain Management, In: Seuring, S. [Hrsg.]: Cost management in supply chains, Physica-Verl., Heidelberg, 2002, S.165-176
- [StHK2001] Stölzle, W., Heusler, K.F., Karrer, M.: Die Integration der Balanced Scorecard in das Supply Chain Management - Konzept (BSCM), In: Logistik Management 3(2001)2/3, S.73-85
- [StKr2003] Steven, M., Krüger, R.: Advanced Planning Systems - Grundlagen, Funktionalitäten Anwendungen, In: Busch, A., Dangelmaier [Hrsg.]: Integriertes Supply Chain Management - Theorie und Praxis effektiver unternehmensübergreifender Geschäftsprozesse, 2. Auflage, Gabler, Wiesbaden, 2004, S.171-188
- [Stöl2003] Stölzle, W. [Hrsg.]: Supply Chain Controlling in Theorie und Praxis - aktuelle Konzepte und Unternehmensbeispiele; Gabler, Wiesbaden, 2003
- [Stom2004] Stommel, E.: Dezentrale Informationssysteme im Supply Network, In: Baumgarten, H. [Hrsg.]: Supply Chain Steuerung und Services - Logistik-Dienstleister managen globale Netzwerke - best practices, Springer, Berlin [u.a.], 2004, S.91-100
- [Stra2002] Strauch, B.: Entwicklung einer Methode für die Informationsbedarfsanalyse im Data Warehousing, St. Gallen, Dissertation, 2002
- [StWi2002] Strauch, B., Winter, R.: Vorgehensmodell für die Informationsbedarfsanalyse im Data Warehousing, In: Maur, E. v. [Hrsg.]: Vom Data Warehouse zum Corporate Knowledge Center - proceedings der Data Warehousing 2002, Physica-Verl., Heidelberg, 2002, S.350-377
- [Tane2002] Tanenbaum, A.S., Van Steen, M.v.: Distributed Systems. Principles and Paradigms; Prentice Hall, New Jersey, 2002
- [Thal2001] Thaler, K.: Supply Chain Management - Prozessoptimierung in der logistischen Kette, 3. Auflage, Fortis-Verl., Köln, 2001
- [ThIL2003] Themistocleus, M., Irai, Z., Love, P.E.D.: Evaluating the integration of supply chain information systems: A case study, European Journal of Operational Research 159, 2004, S. 393-405
- [ToJa1998] Totok, A., Jaworski, R.: Modellierung von multidimensionalen Datenstrukturen mit ADAPT, <http://www.tu-bs.de/institute/wirtschaftswi/controlling/staff/atotok/atotok.html> (03.02.2005)
- [Toto2000] Muersch, Behme: Grafische Notation für die semantische multidimensionale Modellierung, In: Muersch, H. [Hrsg.]: Das Data Warehouse-Konzept, Gabler, Wiesbaden, 2000, S.183-211
- [Vahr2004] Vahrenkamp, R.: Produktionsmanagement, 5. Auflage, Oldenbourg, München, Wien, 2004

- [VoAn2002] Voegele, A.: Supply Network Management und Internet - Quantensprung für Einkauf, Produktion und Logistik, In: Voegele, A. R. [Hrsg.]: Supply Network Management mit Best Practices der Konkurrenz voraus, Gabler, Wiesbaden, 2002, S.34-48
- [Voeg2002] Voegele, A. R. [Hrsg.]: Supply Network Management mit Best Practices der Konkurrenz voraus, Gabler, Wiesbaden, 2002
- [VoSc2002] Voß, S., Schneiderei, G.: Interdependencies between Supply Contracts and Transaction Costs, In: Seuring, S. [Hrsg.]: Cost management in supply chains, Physica-Verl., Heidelberg, 2002, S.253-272
- [Wagn2003] Wagner, K. W. [Hrsg.]: Prozessorientiertes Qualitätsmanagement - Leitfaden zur Umsetzung der ISO 9001:2000; neu: Prozesse steuern mit der Balanced Scorecard, 2. Auflage, Hanser, München, Wien, 2003
- [Webe2002] Weber, J.: Logistik- und Supply Chain Controlling, 5. Auflage, Schäffer-Poeschel, Stuttgart, 2002
- [Webe2004] Weber, J.: Kooperationscontrolling - Beziehungsqualität als Erfolgsfaktor unternehmensübergreifender Zusammenarbeit, WHU, Lehrstuhl für Betriebswirtschaftslehre insbesondere Controlling und Telekommunikation, Vallendar, 2004
- [Webe2005] Weber, J.: Strategisches Controlling - wie Controller auf diesem Spielfeld wettbewerbsfähig werden, Wiley-VCH, Weinheim, 2005
- [WeBG2002] Weber, J., Bacher, A., Groll, M.: Konzeption einer Balanced Scorecard für das Controlling von unternehmensübergreifenden Supply Chains. In: krp-kostenrechnungspraxis 46(2002)3, S.133-141
- [WeBG2004] Weber, J., Bacher, A., Groll, M.: Supply Chain Controlling, In: Busch, A., Dangelmaier [Hrsg.]: Integriertes Supply Chain Management - Theorie und Praxis effektiver unternehmensübergreifender Geschäftsprozesse, 2. Auflage, Gabler, Wiesbaden, 2004, S.147-170
- [Wern2002] Werner, H.: Supply Chain Management - Grundlagen, Strategien, Instrumente und Controlling, 2. Auflage, Gabler, Wiesbaden, 2002
- [Wern2004] Werner, H.: Elektronische Supply Chains (E-Supply Chains), In: Busch, A., Dangelmaier [Hrsg.]: Integriertes Supply Chain Management - Theorie und Praxis effektiver unternehmensübergreifender Geschäftsprozesse, 2. Auflage, Gabler, Wiesbaden, 2004, S.417-434
- [WiMK2001] Wirth, S., Mann, H., Krampe, H.: Logistik im Industrieunternehmen, In: Krampe, H., Lucke, H.-J. [Hrsg.]: Grundlagen der Logistik - Einführung in Theorie und Praxis logistischer Systeme, 2. Auflage, Huss Verl., München, 2001, S.177-236
- [Wirt2001] Wirth, S. : Logistiknetze, In: Krampe, H., Lucke, H.-J. [Hrsg.]: Grundlagen der Logistik - Einführung in Theorie und Praxis logistischer Systeme, 2. Auflage, Huss Verl., München, 2001, S.237-250
- [Zade2004] Zadek, H.: Struktur des Logistik-Dienstleistungsmarktes, In: Baumgarten, H. [Hrsg.]: Supply Chain Steuerung und Services - Logistik-Dienstleister managen globale Netzwerke - best practices, Springer, Berlin [u.a.], 2004, S.15-28
- [ZBGK2001] Zuser W., Biffel S., Grechenig T., Köhle M.: Software Engineering mit UML und dem Unified Process, 2. Auflage, Pearson Studium, München, 2001

LEBENS LAUF

Geburtsdatum	26.03.1981
Geburtsort	Wien
Nationalität	Österreich
Adresse	Reinprechtsdorferstrasse 54/22 1050 Wien
2004-2006	Doktorat der Sozial- und Wirtschaftswissenschaften Technische Universität Wien
2000-2004	Wirtschaftsinformatik Universität Wien und Technische Universität Wien
1999-2000	Grundwehrdienst
1991-1999	Gymnasium Sacre Coeur Pressbaum
1987-1991	Volksschule Alt lengbach