Leobener Logistik Cases

Herausgegeben von Univ.-Prof. Dr. Corinna Engelhardt-Nowitzki

Corinna Engelhardt-Nowitzki,
Olaf Nowitzki,
Barbara Krenn (Hrsg.)

Management komplexer Materialflüsse mittels Simulation

State-of-the-Art und innovative Konzepte

Mit einem Geleitwort von
Univ.-Prof. Dr. Siegfried Augustin

Deutscher Universitäts-Verlag

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

Gedruckt mit freundlicher Unterstützung der Steiermärkischen Landesregierung

Das Land Steiermark
→ Wissenschaft

1. Auflage Dezember 2007

Alle Rechte vorbehalten
© Deutscher Universitäts-Verlag | GWV Fachverlage GmbH, Wiesbaden 2007

Lektorat: Frauke Schindler / Britta Göhrisch-Radmacher

Der Deutsche Universitäts-Verlag ist ein Unternehmen von Springer Science+Business Media.
www.duv.de

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

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

Umschlaggestaltung: Regine Zimmer, Dipl.-Designerin, Frankfurt/Main
Gedruckt auf säurefreiem und chlorfrei gebleichtem Papier
Printed in Germany

ISBN 978-3-8350-0963-9

Geleitwort

Siegfried Augustin

Die Mühelosigkeit, mit der die Informationstechnik es heute ermöglicht, Informationen über beliebige Entfernungen in hoher Geschwindigkeit fließen zu lassen, hat zu zwei schwerwiegenden Schlussfolgerungen geführt: Einerseits dazu, dass stillschweigend vorausgesetzt wird, dass es ebenso mühelos möglich sein muss, in den Versorgungsketten Material und Waren weltweit fließen zu lassen, andererseits, dass mit der Globalisierung das Problem des weltweiten Verstehens und Verarbeitens von Informationen automatisch gelöst sei.

Die aktuelle Erfahrung zeigt jedoch, dass die Knappheit von Ressourcen, die Auswirkungen ihres Verbrauchs und die Heterogenität aller beteiligten Prozessverantwortlichen auf betriebs- und volkswirtschaftlicher Ebene der Realisierung dieser Träume im Weg steht. Transport und Verkehr als Manifestationen der Material- und Warenflüsse haben mit ihrem wettbewerbsbedingten, schrankenlosen Energieeinsatz und der nicht minder schrankenlosen Schädigung der Umwelt verschiedene Regionen des Planeten Erde bereits an den Rand des ökologischen Ruins getrieben. Aus der Politik sind kaum Lösungen zu erwarten – die Komplexität der Problematik entzieht sich allzu schlichten Denkweisen und dem intellektuellen Zugriff diverser Lobbies. Material- und Warenflüsse müssen heute nicht nur sorgfältiger, sondern auch anders geplant und gestaltet werden als bisher. „Der längste Weg beginnt mit dem ersten Schritt", so lautet eine chinesische Weisheit. Aber was kann, was muss der erste Schritt sein? Und wer soll ihn tun?

In der Logistik steht die Gestaltung von Informations- und Materialflüssen nach übergreifenden wirtschaftlichen Gesichtspunkten im Mittelpunkt. Das Fließen von Informationen zustandezubringen, ist kein primär technisches Problem. Physische Güter zum Fließen zu bringen, angefangen vom betrieblichen Nahbereich bis hin zu weltweiten Netzwerken, bedarf jedoch zur Erfüllung der hohen Anforderungen einer Kombination aus mathematischen, organisatorischen und technischen Methoden, ergänzt um systemtheoretische und wirtschaftliche Bewertungskriterien. Das Fließen ist dabei kein Selbstzweck, sondern einer der entscheidenden Ansätze zum sparsamen Einsatz von Ressourcen. Materialflüsse zu optimieren bedeutet somit, Ressourcen bewusster zu nutzen – auch die Ressource Zeit – und die Leistungsfähigkeit der Prozesse auf das erforderliche und sinnvolle Maß zu bringen.

Dass sich das vorliegende Buch mit dem vermeintlich längst erschöpfend behandelten Thema Materialflussplanung befasst, kann als dieser notwendige erste Schritt angesehen werden, der allerdings erweitert ist auf eine übergreifenden

Sicht der einzusetzenden Modelle, wie sie durch die weitgespannten Versorgungsketten notwendig ist. Das Werkzeug der Simulation lässt sich heute in diesem Kontext auch auf komplexe Szenarien mit vertretbarem Aufwand anwenden und in innovative Konzepte einbauen, in denen die vielfältiger gewordenen Anforderungen aus dem Umfeld berücksichtigt werden. Damit gewinnt der Begriff der Optimierung von Materialflüssen einen gänzlich neuen Stellenwert, der neben betriebswirtschaftlicher auch volkswirtschaftliche Relevanz gewinnt und damit die Tür zu einer neuen Dimension der Logistik aufstößt.

Univ-Prof. Dipl.-Ing. Dr. mont. Siegfried Augustin

Vorwort

Corinna Engelhardt-Nowitzki, Olaf Nowitzki, Barbara Krenn

1. Herausforderungen des Materialflussmanagement

In Zeiten hoher Marktvolatilität, geringer Transparenz und starkem, zunehmend internationalisiertem Wettbewerbsdruck gewinnt die professionelle Gestaltung und Steuerung von Materialflüssen zunehmend an Bedeutung: Die Zahl der Partner, die in eine Wertschöpfungskette involviert sind, nimmt zu. Gleichzeitig sollen diese Ketten schneller, „agiler" reagieren können und dies selbstverständlich in effizienter und zuverlässiger Weise. Das Materialflussmanagement bietet hierfür in vielfacher Hinsicht thematische Unterstützung an: Analyse- und Berechnungsmethoden, Visualisierungsinstrumente für die aufeinander folgenden Phasen des Materialflussdesigns, mathematische Optimierungsverfahren vor allem für klassische Fragestellungen wie z. B. shortest-path- oder maximum-flow-Probleme, und viele weitere.

Viele Fragestellungen lassen sich allerdings mit diesen Instrumenten nicht oder nur teilweise lösen. Da nicht die Möglichkeit besteht, das reale „System Unternehmen" und noch viel weniger das weiter gefasste, aber um vieles relevantere „System Wertschöpfungskette" im echten Experiment auf seine Reaktion betreffend materiallogistischer Gestaltungsmaßnahmen zu testen, ist die Simulation ein wertvolles Hilfsmittel, das es im Rahmen der Grenzen der Validierbarkeit eines Modells erlaubt, Materialflüsse einer „was-wäre-wenn" Analyse zu unterziehen. Allerdings stößt die Simulation mit diesem Anliegen auf vergleichbare Probleme, wie dies in der realen Materialflusskette der Fall ist: Je komplexer, d. h. je umfangreicher, je weiter verzweigt und je veränderlicher das reale System ist, desto schwieriger ist der Einsatz von Simulationswerkzeugen. Dies beginnt mit der Erstellung des Modellkonzeptes, für das die notwendigen Basisdaten zu erheben sind und setzt sich über eine umfangreichere Modellerstellung und eine deutlich anspruchsvollere bzw. auch risikobehaftetere Validierung und Verifikation hin fort bis hin zur Zunahme von Aufwand und Rechenzeiten für Szenariorechnungen, die mit dem fertig gestellten Modell durchgeführt werden sollen.

Folglich stellt sich die Frage, welche Konzepte angesichts dieser veränderten Ausgangssituation zielführend sind: Inwieweit müssen bewährte Instrumente im Rahmen ihrer evolutionären, kontinuierlichen Weiterentwicklung an diese neuen Herausforderungen angepasst werden? Welche innovativen, evtl. sogar revolutionären Ansätze gibt es, die auf Basis neuer technologischer Entwicklungen neue Wege auch für die Materialflusssimulation versprechen? Dieser Frage geht der

entwicklung anwenden lässt – von der Prognose bis hin zur kontinuierlichen Verbesserung im operativen Betrieb. Gerade im heutigen Umfeld immer kürzerer Entwicklungszyklen und hoher Variantenvielfalt der Produkte ist dies ein erheblicher Fortschritt, der nicht zuletzt zur Standortsicherung von Regionen wie Deutschland oder Österreich beitragen kann, wenn auf anderen Feldern (Arbeitskosten etc.) Wettbewerbsnachteile in Kauf genommen werden müssen.

Blickt man auf den dritten Teil des Buches, so fällt auf, dass er die meisten Beiträge enthält, deren Inhalte gleichzeitig aber auch sehr heterogen sind. Dies haben wir bei der Zusammenstellung des Bandes bewusst so gehandhabt, um dem Leser einen möglichst breiten Überblick über die Vielfalt möglicher künftiger Entwicklungspfade des Feldes Materialflusssimulation zu geben.

Unser herzlicher Dank als Herausgeber gebührt den Autoren dieses Bandes, die mit ihren Beiträgen dafür gesorgt haben, dass ein informatives und spannendes Werk entstanden ist, das sowohl den neuesten Stand zum Thema Materialflusssimulation für den Fachmann fundiert und anschaulich darstellt, als auch für den interessierten Leser einen gut verständlichen Überblick schafft.

Leoben, September 2007

Corinna Engelhardt-Nowitzki
Olaf Nowitzki
Barbara Krenn

Inhaltsverzeichnis

Geleitwort V

Vorwort VII

Inhaltsverzeichnis XIII

Abbildungsverzeichnis XXI

Tabellenverzeichnis XXVII

Teil I Übergreifende Modelle und Frameworks 1

1 Entwicklung eines Data Warehousing Referenzmodells für das Supply Chain Controlling 3
Kurt Matyas, Manuel Cantele, Wilfried Sihn
1.1 Einleitung 3
1.2 Anforderungen an das Referenzmodell 5
1.2.1 Strukturelle Anforderungen 5
1.2.2 Inhaltliche Anforderungen 6
1.3 Grundlagen für die Erarbeitung des Modells 7
1.3.1 Referenzmodellierung 7
1.3.2 Supply Chains 10
1.3.3 Supply Chain Controlling 11
1.3.4 Informationssystemlandschaften 13
1.4 Darstellung des Referenzmodells 13
1.4.1 Definition der Modellelemente 13
1.4.2 Elemente des Supply Chain Netzwerks 15
1.4.3 Elemente des Produktstrukturnetzwerks 15
1.4.4 Mapping von Supply Chain und Produktstrukturnetzwerk 16
1.4.5 Ermöglichung der Integration mehrerer Views 17
1.5 Ausblick 20

2 Integrative, simulationsgestützte Logistikstruktur- und Produktionsstättenplanung 23
Egon Müller, Peggy Näser, Jörg Ackermann, Marc Egdman
2.1 Einleitung 23

1 Entwicklung eines Data Warehousing Referenzmodells für das Supply Chain Controlling

Kurt Matyas, Manuel Cantele, Wilfried Sihn

Abstract

Im Beitrag geht es um die Entwicklung eines konzeptionellen, multidimensionalen Data Warehousing Referenzmodells, das zum Controlling von Supply Chains anwendbar sein soll. Das Ziel ist es dabei, dem Supply Chain Management ein modernes und anforderungsgerechtes IT-Werkzeug zur Verfügung zu stellen. Im Zuge der Referenzmodellentwicklung werden zunächst eine Einbettung in die Controllingtheorie, eine Einbettung in die Methodik der Informationsbedarfsanalyse, Institutionalisierungs- und Architekturoptionen sowie Interoperabilitätsfragen behandelt.

Das Referenzmodell besteht aus einem Netzwerk- und Produktstrukturmodell und in mehrere Perspektiven (Views) aufgeteilte Dimensionsmodelle sowie Fakten. Es ist in seiner momentanen Form ein erster Schritt, um einen flächendeckenden Data Warehousing Ansatz für das Supply Chain Controlling zu entwickeln.

1.1 Einleitung

Im Rahmen dieser Publikation wird ein Referenzmodell für ein Data Warehouse System zur Unterstützung des Controllings von Supply Chains vorgestellt. Die Gestaltung, Steuerung und Optimierung komplexer Materialflüsse sind Kernaufgaben des modernen Supply Chain Managements und in starkem Maße von der Informationsinfrastruktur innerhalb und zwischen den beteiligten Unternehmen abhängig.

Das in dieser Publikation vorgestellte Referenzmodell wurde konzipiert um Logistiker, die sich mit der Problemstellung der Optimierung bzw. Konzeption und Implementierung von Supply Chain Prozessen befassen, zu unterstützen. Speziell für die Gestaltung und Optimierung von Materialflüssen wird die Data Warehousing Technologie durch das konzeptuelle Referenzmodell mit seinen Konstruktionsmethoden und fachdomänengerechten Elementen effektiv zur Problemlösung im Supply Chain Controlling verfügbar gemacht, was einen entscheidenden Fortschritt für die Gestaltung, Steuerung und Optimierung komplexer Materialflüsse darstellt.

Das Referenzmodell beinhaltet vordefinierte Teile eines Datenmodells, die über ebenfalls vordefinierte Konstruktionsregeln zu einem gesamtheitlichen Datenmodell aufgebaut werden können.

Mit dem Referenzmodell kann 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. 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 Controllings und des Supply Chain Managements durch das Modell weitest möglich abzudecken.

Außerdem muss das Data Warehouse architekturell auf die Struktur von Supply Chains ausgerichtet sein. Das ermöglicht es, die Supply Chain konzeptionell zu analysieren und Ursache-Wirkungs-Zusammenhänge aufzudecken. So bekommen Entscheidungsträger ein Werkzeug in die Hand, das ihr Verständnis für Supply Chain-Strukturen und -prozesse auch abseits der vorgegebenen Reports und Kennzahlen erhöht.

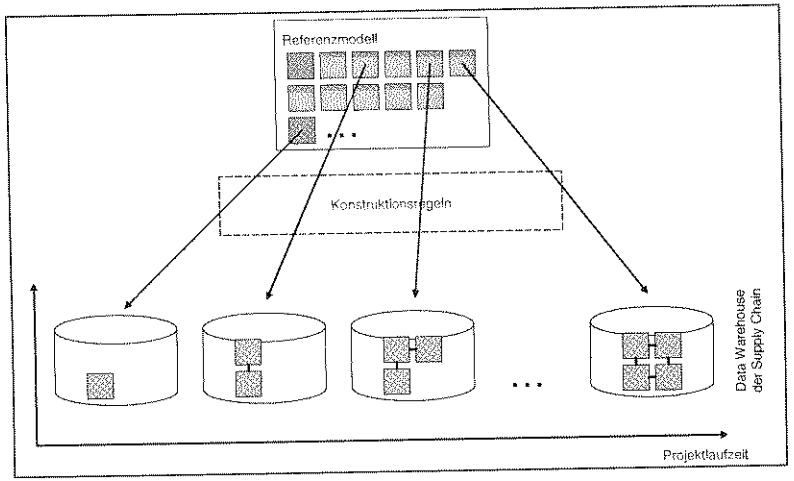

Abbildung 1.1: Konstruktion eines Data Warehouses mittels Referenzmodellen[1]

[1] Vgl. Cantele (2006)

Dieses Data Warehousing getriebene Controlling-Konzept wird aus folgenden Gründen vorgeschlagen:

- ⇨ Datenbeschaffung ist ein zentrales Thema im Supply Chain Management und natürlich auch im Supply Chain Controlling. Die ausgereifte Data Warehousing (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 Abbildung in einem Modell erreicht.

1.2 Anforderungen an das Referenzmodell

1.2.1 Strukturelle Anforderungen

⇨ Modularer Aufbau

Im Sinne eines modernen Designs von Informationssystemen und -modellen sowie Datenbanken[2] soll das Modell modular gegliedert sein. Das erleichtert die Konstruktion und die Erweiterbarkeit und ermöglicht auf fachlich-inhaltlicher Ebene die Unterteilung der Problemdomäne.

[2] Vgl. Zaser (2001)

⇨ Unterstützung des Evolutionary Data Warehouse Engineering (EDE) Prozesses

Gerade im Kontext des Supply Chain Managements und Controllings ist ein iterativer Ausbau der DWH Datenbasis wichtig, da die Modellanwender hier zu Beginn der Entwicklung ihre Anforderungen noch nicht vollständig spezifizieren können.

⇨ Interoperabilität mit APS Systemen

Durch die Modellierung eines DWH besteht eine gute Gelegenheit, Synergien zwischen verschiedenen Systemen zu erzielen. Darum soll ein DWH System vom Aufbau her so konzipiert sein, dass die darin aufgebaute Datenbasis auch beispielsweise 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.

1.2.2 Inhaltliche Anforderungen

⇨ Konzeption auch als Forschungsframework

Supply Chain Management und Supply Chain Controlling sind beides junge Forschungsgebiete, die sich beide in einem stetigen Wechselspiel weiterentwickeln. Neben dem Anliegen des in diesem Beitrag entwickelten Konzepts, State-of-the-Art Know-how 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.

⇨ Aufdeckung von Ursache-Wirkungs-Zusammenhängen

Das Modell soll die rationalitätssichernde Analyse von Supply Chains ermöglichen, die über den reinen Planungs- und Kontrollregelkreis hinausgeht

⇨ Verwendung des SCOR Standards

Um Nutzen aus dem SCOR Referenzmodell zu ziehen, aber auch um das hier vorgestellte Referenzmodell standardkonform zu machen, wurde bei der Modellierung auf das Supply Chain Operations Reference Model zurückgegriffen.

⇨ Implementierbarkeit von Supply Chain Controlling Instrumenten

Klassische Instrumente des Supply Chain Controlling sollten in dem hier entwickelten Modell „enthalten" sein, um bereits implementierte Controlling-Instrumente möglichst weitgehend wieder verwenden zu können. Dabei muss allerdings die Möglichkeit bestehen, auch Instrumente, soweit sinnvoll argumentierbar, explizit auszuschließen.

⇨ 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. 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.

⇨ 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 von 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.

1.3 Grundlagen für die Erarbeitung des Modells

1.3.1 Referenzmodellierung

Modelle entstehen durch Beobachtung der Realität. 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.

Tabelle 1.1: Vorgehen bei der Referenzmodellerstellung[3]

Phase	*Aktivitäten*
Problemdefinition	Definition der Problemstellung Präzisierung auf Data Warehousing
Abgrenzung des Untersuchungsgegenstands	Begriffsdefinitionen Adressaten und Rollen Einordnung in Prozess der Informationsbedarfsanalyse

[3] Vgl. Schütte (1998), BDKK (2002)

Phase	*Aktivitäten*
Ausarbeitung des Modellrahmens	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
Ausarbeitung der Modellstruktur	Festlegen der Modellierungstechnik Festlegen und Konfiguration der Modellierungstools Konfigurationsregeln Verfeinerungsmodelle (Views, Fakten, Netzwerk)
Komplettierung	Ausarbeitung des gesamten Referenzmodells in einem Datenmodell

So wird aufgrund der beschränkten Informationsverarbeitungskapazitäten im Erkenntnisprozess ein gewisser Ausschnitt der Realität (der Diskursbereich) herausgegriffen und auf diesem mit der Hypothesenbildung begonnen[4].

Der Prozess der Wissensentstehung (hier in Bezug auf Referenzmodelle betrachtet) läuft in vier Phasen ab[5], wobei unterstellt wird, dass die Interaktion von Wissen notwendige Voraussetzung für das Entstehen neuen Wissens ist.

[4] Vgl. Hars (1994)
[5] Vgl. Knackstedt (2001)

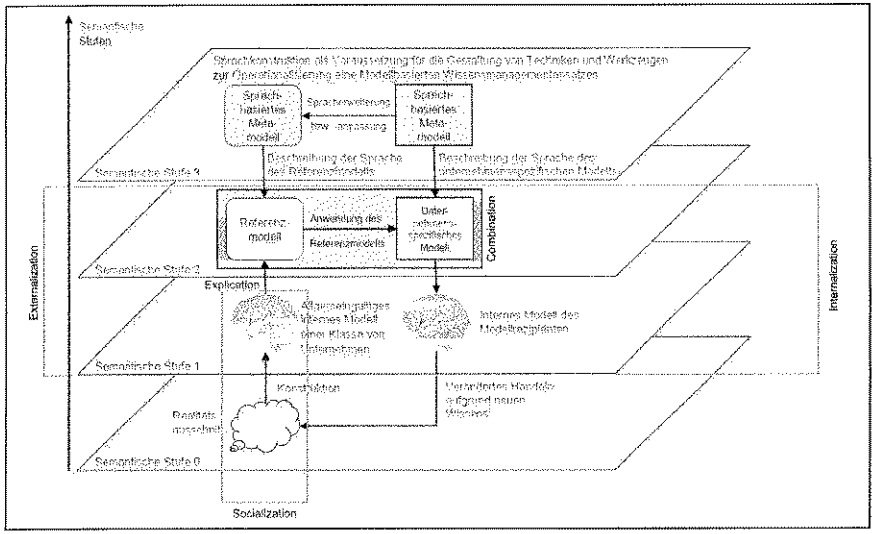

Abbildung 1.2: Wissenstransfer mit Referenzmodellen[6]

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 1.2 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

[6] Vgl. Knackstedt (2001)

eine subjektive Konstruktionsleistung des Subjekts dar. Je nach Priorität und Interessensgegenstand entstehen durch die unterschiedlichen Diskursbereiche unterschiedliche Perspektiven auf den Untersuchungsgegenstand.

1.3.2 Supply Chains

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 Managements scheint folgende Definition zweckdienlich[7]:

„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."

Folgende Begriffe werden in weiterer Folge benutzt:

- ⇨ *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.

[7] Bacher (2004)

- ⇨ *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 Bestellungs- 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 unterschieden.

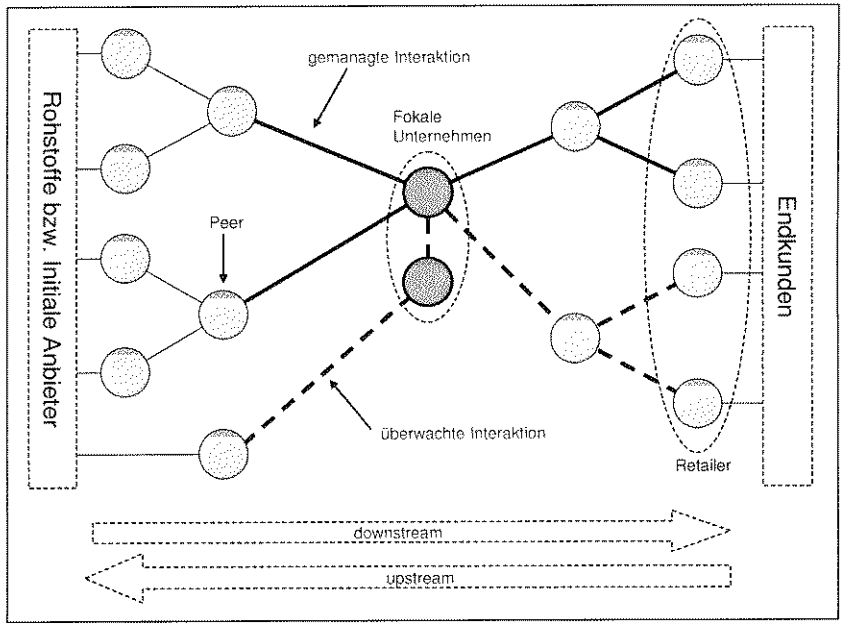

Abbildung 1.3: Struktur einer Supply Chain

1.3.3 Supply Chain Controlling

Die Controlling-Konzeption, die für die Referenzmodellierung am zweckdienlichsten angesehen wird, ist die rationalitätsorientierte Controlling-Konzeption. Aufgaben des Controlling können 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:

- ⇨ 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 die Supply Chain

Aus diesen Zielen lassen sich im Hinblick auf die Erstellung des Referenzmodells folgende Aufgaben des Supply Chain Managements 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

1.3.4 Informationssystemlandschaften

In der Beschreibung von Entwicklungsstufen von Informationssystemlandschaften innerhalb von Supply Chains werden vier Evolutionsstufen dargestellt[8]:

- ⇨ 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". 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.

1.4 Darstellung des Referenzmodells

1.4.1 Definition der Modellelemente

Zunächst müssen die Modellelemente definiert werden, aus denen das Referenzmodell konstruiert wird. Dabei werden zunächst das Supply Chain und das Produktstrukturnetzwerk 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 jeweils aus zwei Modellelementtypen, nämlich aus Knoten und Kanten. Des Weiteren gibt es die Faktenmenge. Diese umfasst die iterativ hinzugefügten Fakten des Modells.

[8] Stom (2004)

Aus den Elementen des Supply Chain Netzwerks und des Produktstrukturnetzwerks ergeben sich die Basisdimensionen des Modells. Auf der Dimension 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 neue Fakten, da ein View neue Perspektiven und Aspekte zum Modell hinzufügt (zum Beispiel eine detaillierte Darstellung der Finanzströme) und diese manifestieren sich in Fakten.

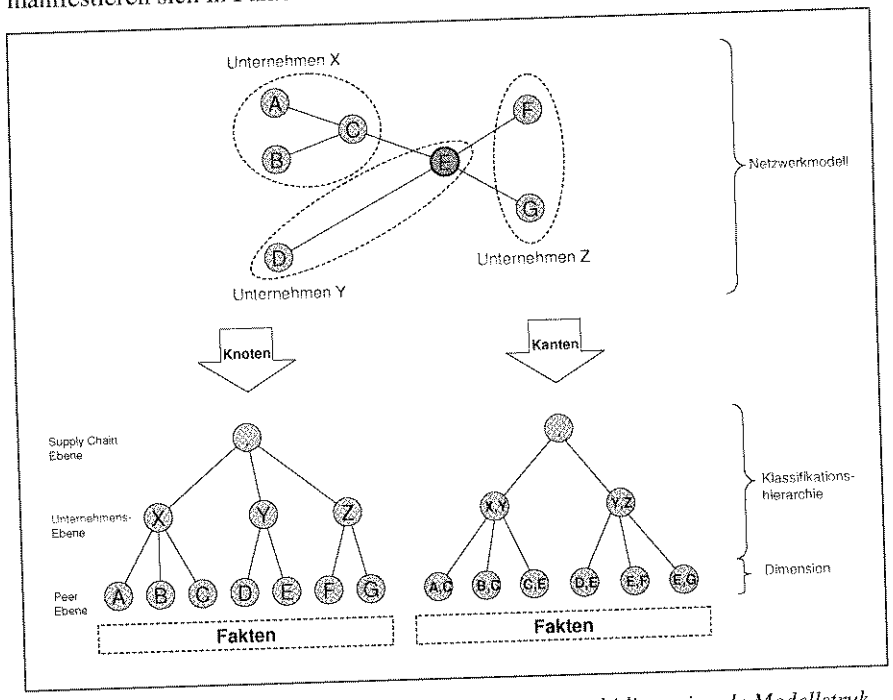

Abbildung 1.4: Transformation des Netzwerkmodells in multidimensionale Modellstrukturen[9]

[9] Vgl. Cantele (2006)

1.4.2 Elemente des Supply Chain Netzwerks

Das Supply Chain Netzwerk besteht aus zwei Modellelementen. Diese sind einerseits der *Peer* und andererseits 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 ungemanagt 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.

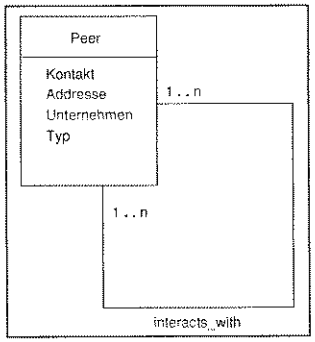

Abbildung 1.5: Elemente des Supply Chain Netzwerks

1.4.3 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 Go-

zintoRelation zwischen zwei Komponenten bedeutet, dass die eine Komponente in einem bestimmten Verhältnis in die andere eingeht. Dieses Verhältnis wird in der GozintoRelation angegeben.

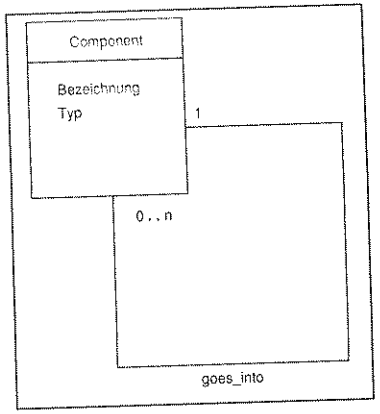

Abbildung 1.6: Elemente des Produktstrukturnetzwerks

1.4.4 Mapping von Supply Chain und Produktstrukturnetzwerk

Zwischen dem Supply Chain Netzwerk und dem Produktstrukturnetzwerk besteht die Beziehung, dass Produktionsschritte in bestimmten Peers der Supply Chain durchgeführt werden. Bestimmte Kanten im Produktstrukturnetzwerk gehören also beispielsweise zu bestimmten Knoten im Supply Chain Netzwerk. Zusätzlich sind auch 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 besser erfassbar[10]. 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.

[10] Vgl. Röhr (2003), Simchi-Levi (2004)

1.4.5 Ermöglichung der Integration mehrerer Views

Die Perspektiven (im Modell Views genannt) auf die Supply Chain greifen sowohl die festen als auch die fließenden Elemente des Netzwerks heraus. 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 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, 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 Managements unmittelbar ergeben.

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. 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 damit schon auf einem abstrakten Niveau 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 (SCOR) Modells dar. 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[11], 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 eingeführte Dimension der Knoten – also der Peers – und gliedert jeweils einen Peer in darin durchgeführte Prozesse und diese weiter in die Prozessschritte einzelner Prozesse auf.

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. 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.

[11] Vgl. Otto (2002)

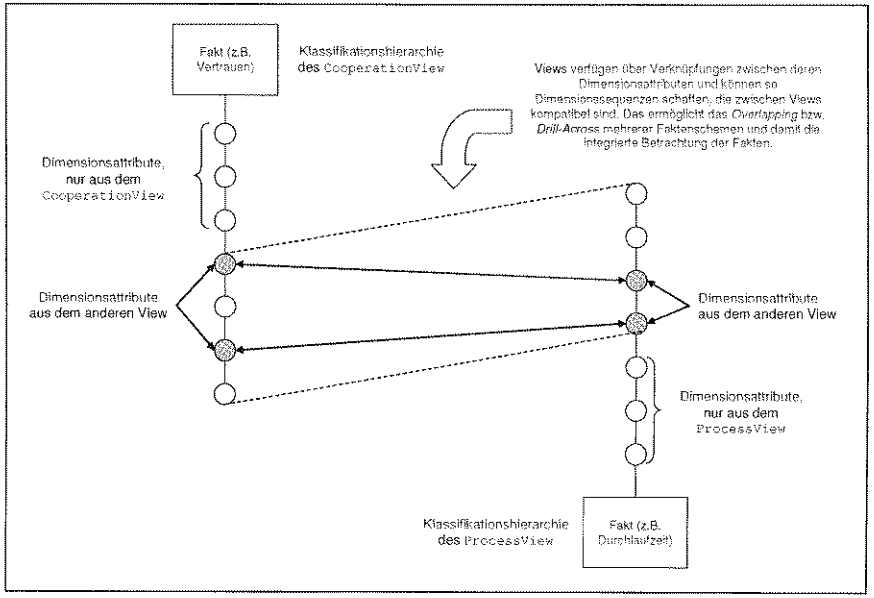

Abbildung 1.7: Verknüpfbarkeit und Kompatibilität von Dimensionen versch. Views[12]

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 1.7 illustriert die Kompatibilität der Views.

[12] Vgl. Cantele (2006)

1.5 Ausblick

In der vorliegenden Publikation wird ein Referenzmodell vorgestellt, das dem State-of-the-Art im Data Warehousing entspricht. Für die Erstellung des Modells wurde die in Wissenschaft und Praxis verbreitete und stabile Methodik der multidimensionalen Datenmodellierung verwendet, wobei ein kompaktes und damit möglichst kompatibles Notationsmodell genutzt wird.

Darüber hinaus unterstützt das Modell durch seine modulare und perspektivische Architektur die Implementierung im Rahmen eines modernen Data Warehouse Entwicklungsprozesses. Auch wurden dem Prozess der Informationsbedarfsanalyse und aktuellen Applikationslandschaften in Supply Chains Rechnung getragen, indem eine Einbettung bzw. Abgrenzung vorgenommen wurde. Dabei wurde nach fundierten Methoden der Referenzmodellierung vorgegangen und eine der Problemdomäne des Supply Controlling angemessene Konstruktionstechnik gewählt.

Die inhaltliche Dimension – die Problemdomäne des Supply Chain Controlling und somit der Beitrag zur Lösung von Problemen bei der Gestaltung, Steuerung und Optimierung komplexer Materialflüsse – wurde in das Data Warehouse Modell eingebracht. Dazu wurden grundlegend die in der Forschung identifizierten Anforderungen an das Supply Chain Controlling 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 Controlling-Konzepte in das entwickelte Modell einfließen zu lassen.

Das gemäß der Controlling-Konzeption 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 und grundlegende Optionen zur Institutionalisierung des Data Warehouse basierten Supply Chain Controlling aufgezeigt werden.

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 Managements 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.

Literatur

Bacher, A.: Instrumente des Supply Chain Controlling – theoretische Herleitung und Überprüfung der Anwendbarkeit in der Unternehmenspraxis, Dissertation, Wiesbaden, Dt. Univ.-Verl., 2004.

Becker, J., **Delfmann**, P., **Knackstedt**, R., **Kuropka**, D.: Konfigurative Referenzmodellierung, In: Becker, J. (Hrsg.): Wissensmanagement mit Referenzmodellen - Konzepte für die Anwendungssystem- und Organisationsgestaltung, Physica-Verl., Heidelberg, 2002, S.25-95.

Cantele, M.: Ein Data Warehousing Referenzmodell zum Supply Chain Controlling, Dissertation, TU Wien, 2006.

Hars, A.: Referenzdatenmodelle – Grundlagen effizienter Datenmodellierung, Dissertation, Wiesbaden, Gabler, 1994.

Otto, A.: Management und Controlling von Supply Chains – ein Modell auf der Basis der Netzwerktheorie, Habil.-Schr., Wiesbaden, Dt. Univ.-Verl., 2002.

Röhrs, A.: Produktionsmanagement in Produktionsnetzwerken, Dissertation, Frankfurt am Main, Wien (u. a.), Lang, 2003.

Schütte, R.: Grundsätze ordnungsgemäßer Referenzmodellierung -Konstruktion konfigurations- und anpassungsorientierter Modelle, Dissertation, Wiesbaden, Gabler, 1998.

Simchi-Levi, D., **Kaminsky**, P., **Simchi-Levi**, E.: Designing and managing the supply chain – concepts, strategies, and case studies, Boston, Irwin McGraw-Hill, 2004.

Zuser, W., **Biffl**, S., **Grechenig**, T., **Köhle**, M.: Software Engineering mit UML und dem Unified Process, München, Pearson Studium, 2001.