

Heft 139

M. Bold, M. Hoffmann, A.-W. Scheer

Datenmodellierung für das Data Warehouse

März 1997

INHALT

1 Informationsbedarf und entscheidungsunterstützende Systeme	3
2 Bauarten des Data Warehouse	5
2.1 Data Warehouse im engeren Sinne.....	6
2.2 Data Mart	9
2.3 Virtuelles Data Warehouse.....	11
3 Data Warehouse als Basis für entscheidungsunterstützende Systeme	13
4 Datenmodellierung.....	16
4.1 Datenmodellierung für operative Systeme	16
4.2 Datenmodellierung für informative Systeme.....	21
4.2.1 <i>Star Schema</i>	21
4.2.2 <i>Snowflake Schema</i>	25
5 Fazit und Ausblick	29
6 Literaturverzeichnis	32

1 Informationsbedarf und entscheidungsunterstützende Systeme

Information ist zum wichtigen Produktionsfaktor geworden. Seit vielen Jahren werden in den Unternehmen Datenbanken auf- und ausgebaut. Diese dokumentieren die Ergebnisse der täglich ablaufenden Geschäftsprozesse, indem die erzeugten Daten unverdichtet, d. h. ohne Bildung von Datenaggregationen, gespeichert werden. Aufbauend auf diesen OLTP-Systemen (On-Line-Transaction Processing) stellen entscheidungsunterstützende Informationssysteme wie u. a. OLAP-Systeme (On-Line-Analytic Processing) Analytikern und Entscheidungsträgern Möglichkeiten zur Verfügung, die sie bei ihrer Arbeit unterstützen und Entscheidungsprozesse optimieren helfen. Eine Entscheidung kann bei den zu bewältigenden semistrukturierten Problemen in einer interaktiven Form herbeigeführt werden, indem die Stärken von Mensch und Maschine, die Fähigkeit Schlüsse zu ziehen bzw. Speicher- und Rechenkapazitäten an einem Arbeitsplatz integriert werden.¹

In die zu diesem Zweck errichteten informativen Datenbanken, den Data Warehouses, werden historische im weiteren unveränderliche Daten integriert. Dabei kann es sich zum einen um aufbereitete Daten interner Herkunft, zum anderen um Zukaufdaten handeln, welche beispielsweise von statistischen Ämtern oder Marktforschungsinstituten erworben wurden. Ziel der Unternehmen ist es, in möglichst kurzer Zeit ganz spezielle Informationen bzw. Muster in den Datenbeständen zu finden, die ohne eine integrierte Datenbasis nicht oder mit großem zeitlichen Aufwand aufgedeckt werden. Beispielsweise liefert das Kreditkartenverhalten von Bankkunden, die mit der Rückzahlung ihrer Kreditrate mehr als 30 Tage im Verzug sind, Tendenzen und Zusammenhänge. Potentielle Risiken und Chancen werden schneller erkannt. Eine frühzeitige fundierte Reaktion auf unregelmäßig schwankende Marktverhältnisse wird ermöglicht. Dadurch erlangen Unternehmen Wettbewerbsvorteile. Beispielsweise wird die Kundenorientierung forciert, indem aufgedeckte Kundenpräferenzen berücksichtigt werden, die aus Korrelationen zwischen Artikeln der Verkaufsdaten abgeleitet sind.²

Die entstehenden Datenbanken wachsen mit rasantem Tempo über den Bereich Terabyte hinaus an. Bayer rechnet beispielsweise mit einem Volumen von ca. 2,3 Terabyte im Jahr 2000. Datev, die Genossenschaft der 35.556 deutschen Steuerberater, die derzeit die Mandantendaten verwaltet, hat einen Datenbestand von 31.100 Gigabyte. Wenn es gelingt, diese Datenban-

¹ Vgl.: Mintzberg, H.: The Myths of MIS. In: California Management Review (1972) 15, S. 92-97.

ken zu analysieren, dürfte dies ein Bild von der Finanzlage der Bundesrepublik Deutschland ergeben, wie es Regierung und Steuerbehörden genauer nicht machen können.³

Entscheidungsunterstützende Systeme sollen die richtigen Informationen zur richtigen Zeit am richtigen Platz bereitstellen, auf deren Basis sich eine zu treffende Entscheidung ableiten läßt. Der Data Warehouse-Ansatz führt zu einer Verbreiterung der Datenbasis für die zu treffende Entscheidung und stellt die Daten systematisch geordnet zur Verfügung.⁴ Für den effizienten Einsatz eines Entscheidungsunterstützungssystems spielt neben der Qualität der bereitgestellten Information auch die Art und Weise eine Rolle, in der die Information bereitgestellt wird. Dabei sind Aspekte wie Präsentation der Daten und Antwortzeit des Systems von größter Bedeutung. Lange Antwortzeiten stören Entscheidungsträger in ihrem Denkprozeß und führen zu einer Behinderung, wodurch die Benutzerakzeptanz sinkt.⁵

Um akzeptable Antwortzeiten zu garantieren, müssen neben dem Einsatz leistungsfähiger Hardwarekomponenten die Datenbestände nach Performance-Gesichtspunkten optimiert in das Datenbanksystem implementiert werden. Fehlt eine Optimierung der Datenhaltung nach abfragetechnischen Aspekten, kann die Bereitstellung komplexer Informationsobjekte nur schwer dem vom Benutzer geforderten Antwortzeitverhalten gerecht werden. Auf der einen Seite wirkt sich die Entwicklung immer leistungsfähigerer Prozessoren (hier liegen Leistungszuwächse bei ca. 50% pro Jahr) positiv auf die Performance entscheidungsunterstützender Systeme aus. Auf der anderen Seite steht dem das exponentielle Wachstum des Datenvolumens gegenüber, welches diesen Effekt wieder wettmacht.

Einen aussichtsreichen Weg ein akzeptables Antwortzeitverhalten und Benutzerakzeptanz in Bezug auf Qualität der gefundenen Datenmuster zu realisieren, stellt die Entwicklung und Anwendung geeigneter Datenmodellierungsmethoden - im Sinne von zielgerichteten, planmäßigen und begründeten Vorgehensweisen - für das Data Warehouse dar. Indem durch eine Aggregation der Datenbestände dafür Sorge getragen wird, daß bei Abfragen beispielsweise

2 Vgl.: Bullinger, H.-J. et al.: Produktivitätsfaktor Information: Data Warehouse, Data Mining und Führungsinformationen im betrieblichen Einsatz. In: Bullinger H.-J. (Hrsg.): Data Warehouse und seine Anwendungen, Stuttgart 1995, S. 13-30, S. 17.

3 Vgl.: Borchers, D.: Ungehobener Schatz: Die Datev will ihre 31.100 Gigabyte erschließen. In: DIE ZEIT (1996) 45. In: <http://pluto.ecce-terram.de/zeit-archiv/daten/TITEL.TXT.19961101.html> vom 02.12.1996, S. 1.

4 Vgl.: Bissantz, N, Hagedorn, J., Mertens, P.: Data Mining als Komponente eines Data Warehouse. In: Mucksch, H., Behme, W. (Hrsg.): Das Data-Warehouse-Konzept, Architektur - Datenmodelle - Anwendungen. Wiesbaden 1996; S. 337-368, S. 338.

5 Vgl.: Seibold, G.: Dimensionales Design für massiv parallel Decision Support Systeme (DSS). In: Bullinger H.-J. (Hrsg.): Data Warehouse und seine Anwendungen, Stuttgart 1995, S. 95-143, S. 102.

auf Summensätze zurückgegriffen wird, werden Systempotentiale frei, die ohne eine solche Verfahrensweise bei einer Ad-Hoc-Abfrage zur Datenkonsolidierung benötigt werden.

Der vorliegende Artikel erläutert das Data Warehouse-Konzept und zeigt die verschiedenen Bauarten des Data Warehouse auf (Kapitel 2). Das Data Warehouse bildet die Datenbasis für entscheidungsunterstützende Systeme. Hieraus ergeben sich spezifische Anforderungen an die Datenmodellierung für das Data Warehouse wie Informationsverdichtung und performante Abbildung der Daten (Kapitel 3). Mit dem Star Schema und Snowflake Schema werden zwei Datenmodellierungsmethoden vorgestellt, die eine geeignete Darstellung und Konsolidierung der Daten ermöglichen (Kapitel 4). Ein kurzes Fazit faßt die Ergebnisse der Arbeit zusammen und erläutert die Weiterentwicklungsmöglichkeiten.

2 Arten des Data Warehouse

Der Begriff Data Warehouse wird in Literatur und Praxis nicht einheitlich verwendet. Einigkeit besteht darin, daß ein Data Warehouse aus einer informativen Datenbank besteht, in der unternehmensspezifische, vergangenheitsorientierte und somit statische Daten gehalten werden, die aus unterschiedlichen Quellen integriert wurden.⁶ Diese Quellen sind innerbetriebliche und bzw. oder externe Quellen, z. B. verschiedene interne Informationssysteme, Zukaufdaten von statistischen Ämtern oder Marktforschungsinstituten. Bei der Eingliederung in ein bestehendes Data Warehouse werden die ursprünglich atomaren Daten verdichtet, indem sie nach auswertungstechnischen Aspekten optimiert abgespeichert werden.

Weitergehende Definitionen beinhalten neben der zugrundegelegten Datenbasis das diese Datenbank definierende Datenmodell, das Executive Information System (EIS), das Decision Support System (DSS) oder andere Tools, beispielsweise OLAP-Tools, welche eine Analyse, Auswertung und Präsentation der Daten ermöglichen.⁷ Innerhalb dieser Arbeit wird der Begriff Data Warehouse mit dem der informativen Datenbank gleichgesetzt.

Für analytische Zwecke werden andere Anforderungen an die Bestände des Data Warehouse gestellt als an die Daten der operativen Systeme.⁸ Eine Gegenüberstellung verschiedener Charakteristika operativer und informativer Datenbestände zeigt Abbildung 1.

Die redundante Datenhaltung - in den operativen Systemen und im Data Warehouse - und die

⁶ Vgl.: Inmon, W. H.: Building the Data Warehouse. New York 1992, S. 29.

⁷ Vgl.: Radding, A.: Support Decision Makers with a Data Warehouse. In: Datamation 41 (1995), S. 53-56, S. 54.

⁸ Vgl.: Reuter, A.: Das müssen Datenbanken im Data Warehouse leisten. In: Datenbank Fokus (1996) 2, S.28-33, S. 33.

damit verbundenen Schwierigkeiten (Aktualität der Daten, Speicherkosten, Kosten im Zusammenhang mit Datenpflege etc.) werden durch Performancesteigerungen relativiert. Zum einen werden die operativen Systeme dadurch entlastet, daß alle Analyse- und Auswertungsabfragen auf die Daten des Data Warehouse zugreifen. Zum anderen sind Zeiteinsparungen bei jeder analytischen Abfrage basierend auf der Data Warehouse Datenbank zu verzeichnen, die darauf beruhen, daß Aggregationen bereits weitgehend durchgeführt wurden. Das dadurch verbesserte Antwortzeitverhalten trägt zu einer höheren Akzeptanz des Analysesystems bei und unterstützt die zu treffenden Entscheidungen somit effizienter.

<i>Charakteristika</i>	<i>Operative Datenbanken</i>	<i>Informative Datenbanken</i>
Transaktionsvolumen	hohes Volumen	niedrig bis mittleres Volumen
Antwortzeit	sehr schnell, im Sekundenbereich	normal, bis zu mehreren Minuten
Update	hohe Frequenz, permanent	niedrige Frequenz
Betrachtungsperiode	aktuelle Periode	Vergangenheit bis Zukunft
Umfang	anwendungsintern	anwendungsübergreifend
Aktivitäten	operativ, detailliert	analytisch, taktisch
Abfragen	vorhersehbar, periodisch	unvorhersehbar, ad hoc
Niveau der Daten	detailliert	aggregiert, aufbereitet,
Verarbeitungseinheit	Datensatz (record), eindimensional	Matrizen (array), multidimensional, sachbezogen
Zeithorizont	1-3 Monate	mehrere Jahre bis zu Jahrzehnten
Datenaktualität	permanent gegeben	nur nach Update gegeben

Abbildung 1: Charakteristika Operativer - bzw. Informativer Datenbanken⁹

Die erwarteten Effizienzsteigerungen sind nicht nur durch die Errichtung einer zweiten Datenbank (Data Warehouse) neben der operativen Datenbank begründet, sondern auch durch die Mächtigkeit der implementierten Analyse- und Monitoring-Tools.

Für die technische Realisierung sind im wesentlichen drei Arten von Data Warehouse zu unterscheiden: Data Warehouse im engeren Sinne (i. e. S.) als informative Datenbank, Data Marts und das virtuelle Data Warehouse bezeichnen die verschiedenen Grundtypen. Diese werden nachfolgend kurz vorgestellt.

2.1 Data Warehouse im engeren Sinne

Dieser Ansatz geht von einer unternehmensweiten informativen Datenbank aus, die von allen

⁹ Vgl.: Scheer, A.-W.: Data Warehouse und Data Mining: Konzepte der Entscheidungsfindung. In: IM 11 (1996) 1, S. 74-75.

Teilbereichen des Unternehmens genutzt werden kann und in der Informationen über alle Teilbereiche des Betriebes abgespeichert werden. Das Data Warehouse ist in der Lage, dem Entscheidungsträger vollständige und konsistente Informationen bereitzustellen, die den Entscheidungsprozeß unterstützen. Dabei werden Mikro- und Makroaspekte der Organisation gleichwertig behandelt.

Der Aufbau, der Betrieb und die Unterhaltung des Data Warehouse verspricht preisgünstiger zu sein, als die Infrastruktur individueller Entscheidungsunterstützungssysteme.¹⁰ Der architektonische Aufbau eines Data Warehouse ist in Abbildung 2 dargestellt.¹¹

Bei den aufgezeigten Informationsquellen kann es sich um Datenbestände jeglicher Art handeln. Diese können auch aus heterogenen Datenbanksystemen (hierarchische, netzwerkorientierte, relationale, objektorientierte Datenbanken) entnommen werden. Aufgabe des Monitors ist es, die in den operationalen Systemen gemachten Änderungen bezüglich einer notwendigen Datenänderung im Data Warehouse zu analysieren. Eine Änderung kann dabei ereignisgesteuert sofort, bei Erreichen eines bestimmten Aktualisierungszeitpunktes oder bei Bedarf, manuell gesteuert erfolgen. Finden in den operationalen Daten Änderungen statt, die eine Änderung in der informativen Datenbank nach sich zieht, wird ein Pointer gesetzt und beim nächsten Änderungszeitpunkt nur die Differenz zwischen „Soll“ und „Ist“ angepaßt. Dadurch werden zeitaufwendige und systembelastende Neuberechnungen vermieden. Beispielsweise ist es effizienter, auf eine Gesamtsumme im Data Warehouse die Summe der Änderungen der operativen Systeme zu addieren als eine neue Summenbildung durchzuführen.

Als Konverter wird ein Tool bezeichnet, welches für die Umwandlung der Daten aus dem Quellformat in das Zielformat verantwortlich ist. Es handelt sich in der Regel um generische tabellengesteuerte Tools, die in der Lage sind, Format- und andere Strukturinformationen zu interpretieren, so daß eine individuelle Programmierung des Kopiervorganges entfällt. Die notwendigen Strukturinformationen werden im Warehouse-Repository gespeichert.

Die von dem Konverter vereinheitlichten Daten werden vom Integrator ins Data Warehouse eingestellt, nachdem sie mit den bestehenden Daten abgeglichen wurden. Es findet bspw. eine Überprüfung der inhaltlichen Widerspruchsfreiheit mit bereits gespeicherten Daten sowie eine Konsistenzprüfung statt.

¹⁰ Vgl.: Bullinger, H.-J. et al.: Produktivitätsfaktor Information: Data Warehouse, Data Mining und Führungsinformationen im betrieblichen Einsatz. In: Bullinger H.-J. (Hrsg.): Data Warehouse und seine Anwendungen, Stuttgart 1995, S. 13-30, S. 17.

¹¹ Vgl.: Schreier, U.: Verarbeitungsprinzipien in Data-Warehouse-Systemen. In: HMD (1996) 187, S. 78-93, S. 83-85

In dem Warehouse-Repository werden die Metadaten des Systems gehalten. Um dem Anwender die Informationsrecherchen zu erleichtern, werden im Repository auch Geschäftsbegriffe, Ordnungsbegriffe und Beziehungen zwischen den betriebswirtschaftlichen Objekten definiert.

Der Repository-Browser greift diese Informationsbeziehungen auf und bietet dem Benutzer eine Oberfläche zur Navigation durch die Datenbestände. Die wichtigsten Informationsbeziehungen des Warehouse-Repository werden in Abbildung 2 durch die gestrichelten Pfeile symbolisiert.

Tools für die Datenanalyse (Data Mining, OLAP-Tools etc.) müssen für die verschiedenen Benutzerklassen zugeschnitten sein. Dem Top-Manager muß es beispielsweise ermöglicht werden, auf einfache Art und Weise Reports zu erstellen, während der Analytiker umfangreiche Recherchen durchführen will. Als weiteres Element enthält die Administrationskomponente Tools für die Datenbankadministration sowie Tools zur zentralen Administration des Repository, der Monitoren, Integratoren, Konverter und Informationsquellen.

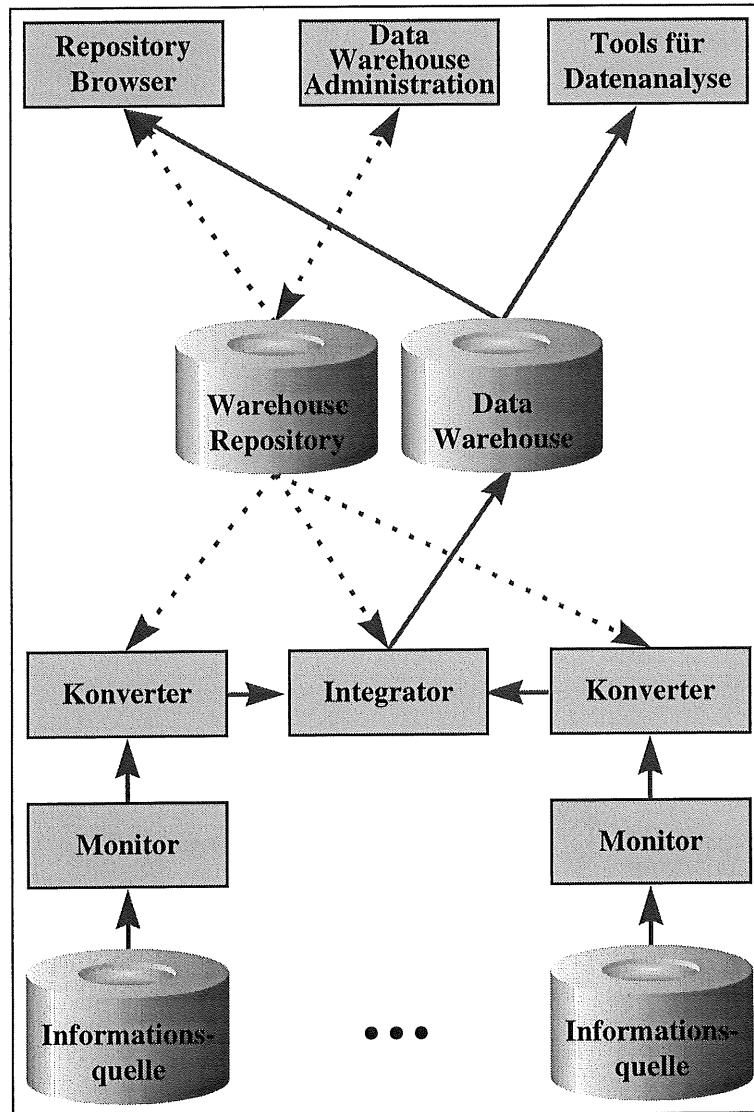


Abbildung 2: Architektur eines Data Warehouse-Systems

2.2 Data Mart

Ein Data Mart ist ein Data Warehouse, welches lediglich auf einen Betriebsbereich oder wenige Bereiche beschränkt ist. Beispielsweise werden Statistiken über den Verbrauch von Spezialwerkzeugen nur von den Organisationseinheiten nachgefragt, die sich mit dieser Problematik beschäftigen und müssen nicht unternehmensweit zur Verfügung stehen.

Data Marts können die Vorstufe des unternehmensweiten Data Warehouse sein, indem für einen Unternehmensbereich ein Data Mart aufgebaut wird, in das nach und nach andere Unternehmensbereiche integriert werden.¹²

¹² Vgl.: Inmon, W. H.: Building the Data Warehouse. New York 1992, S. 39.

In Unternehmen finden Data Marts oft den Vorzug vor bereichsübergreifenden Lösungen, da sie in relativ kurzer Zeit zu vergleichsweise geringen Kosten realisiert werden können.¹³ Bei dem Aufbau kleinerer Lösungen werden Erfahrungen gesammelt und Wissen aufgebaut, welches bei Erweiterungsprojekten zur Verfügung steht.

Vor einer Integration weiterer Betriebsbereiche sind Fragen bezüglich der Schnittstellen zwischen den Unternehmensbereichen und den gemeinsam genutzten Daten zu klären wobei ein unternehmensweites oder auch ein bereichsübergreifendes Datenmodell die Grundlage bildet. Zusätzlichen Nutzen stiftet das Datenmodell als Basis für Mitarbeiterschulungen, bei der Einführung von neuen Informationssystemen, als Dokumentation bestehender Informationssysteme und bei der Verwaltung der unternehmenswichtigen Ressource Daten.¹⁴

Abbildung 3 zeigt den Aufbau eines Data Mart. Im Unterschied zum Data Warehouse i. e. S. werden viele Datenbanken im Unternehmen nicht in das Data Mart integriert. Dies wird in der Abbildung durch die nicht an das Data Warehouse angebotenen „Datentöpfe“ symbolisiert. Ansonsten sind alle anderen Tools vorhanden, die auch im bereichsübergreifenden Data Warehouse anzutreffen sind (Vgl. Abbildung 2). Diese Tools können, im Vergleich zu der „großen Lösung“, für ein geringeres Mengenvolumen ausgelegt werden.

13 Vgl.: Vaske, H.: Ein Data Warehouse verlangt Know-how auf allen Gebieten. In: Computerwoche (1996) 7, S. 49-52, S. 52.

14 Vgl.: Scheer, A.-W.: Wirtschaftsinformatik - Referenzmodelle für industrielle Geschäftsprozesse. 6. Aufl., Berlin et al. 1996, S. 708-709.

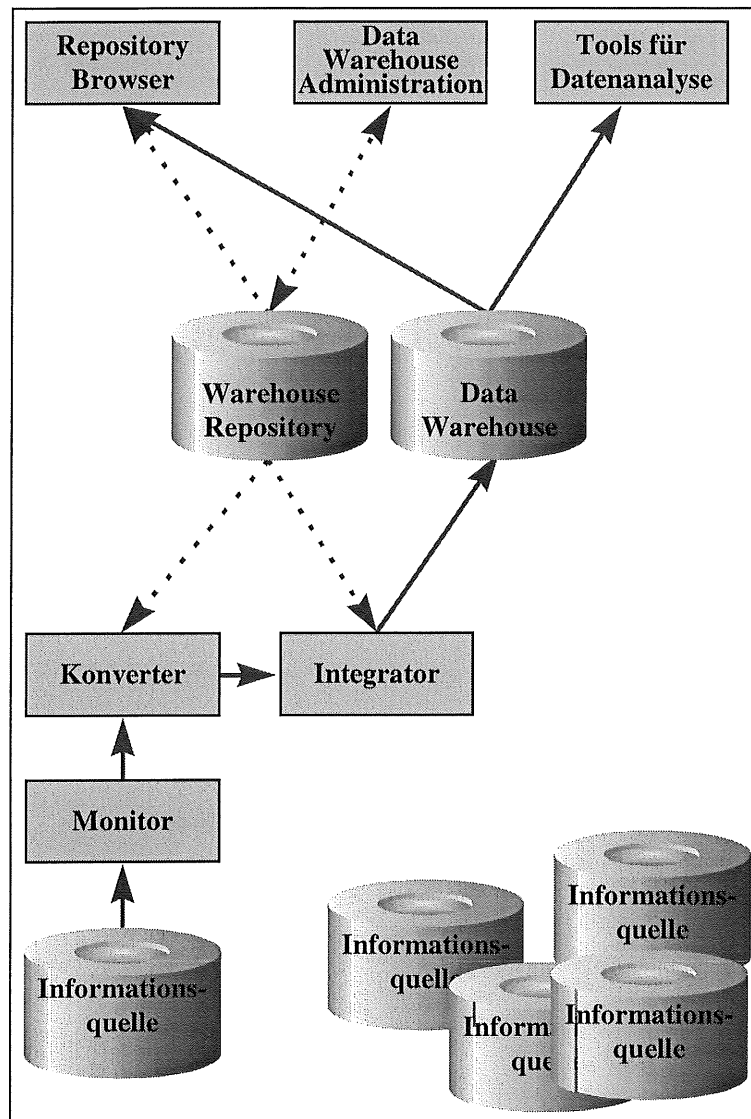


Abbildung 3: Architektur von Data Marts

2.3 Virtuelles Data Warehouse

Bei diesem Ansatz wird, im Gegensatz zu den beiden anderen Varianten, keine Informationsdatenbank neben der operativen Datenbank aufgebaut, sondern Auswertungsabfragen laufen in den operativen Systemen. Das virtuelle Data Warehouse legt eine Oberfläche über alle Datenbestände der operativen Systeme und vermittelt dadurch den Eindruck, die Abfragen würden an einem System ausgeführt. Als Folge treten Performanceeinbußen in zweierlei Hinsicht auf: Erstens werden die operativen Systeme durch Auswertungsabfragen belastet. Zweitens dauern Auswertungsanfragen im virtuellen Data Warehouse deutlich länger, da Daten erst verdichtet werden müssen. Es besteht auch die Möglichkeit, Daten zunächst aus den operativen Systemen zu extrahieren und lokal zu speichern. Die eigentliche Auswertung der Daten

erfolgt dann in lokalen Systemen.¹⁵

Zwei Hauptgesichtspunkte, die für die Errichtung eines Data Warehouse sprechen, nämlich Entlastung der operativen Systeme und die Integration mehrerer auch heterogener Datenbasen durch die Anbindung an eine informative Datenbasis, finden bei der Konstruktion eines virtuellen Data Warehouse keine Beachtung. Entweder müssen alle Analysen programmiert werden, oder der Benutzer muß mit dem Datenmodell der operativen Systeme vertraut sein, um eigene Abfragen zu generieren.¹⁶ Im virtuellen Data Warehouse werden lediglich die Zugriffsmöglichkeiten des Endanwenders auf die operativen Systeme optimiert. Da alle Auswertungsabfragen in den operativen Systemen erfolgen, treten auch bei deren Durchführung die üblichen Performanceeinbrüche auf.¹⁷

Da keine übergeordnete Datenbank geschaffen wird, besteht nur die Möglichkeit, durch die Bereitstellung von Datenkonvertierungsprogrammen eine Datenübernahme von heterogenen Systemen zu ermöglichen. Dies ist um so aufwendiger, je mehr verschiedene Systeme in der Unternehmung Verwendung finden, da - solange man sich nicht auf eine übergeordnete Konvention einigt - Konverter von einer bestimmten Speicherform zu allen anderen Speicherkonventionen und von allen anderen Speicherformen zu dieser bestimmten Speicherkonvention bereitgestellt werden müssen. Einigt man sich auf eine übergeordnete Konvention, müssen für jede von dieser Konvention abweichende Speicherform noch Konverter in diese Standardkonvention, bzw. von dieser Standardkonvention in die abweichenden Formate bereitgehalten werden.

Abbildung 4 verdeutlicht den Aufbau eines virtuellen Data Warehouse. Der Anwender hat die Möglichkeit, über implementierte Tools Daten aus den operativen Systemen zu extrahieren, diese für seine Belange zu analysieren und zu neuen Reports oder anderen Präsentationsmöglichkeiten zu transformieren.

15 Vgl.: Inmon, W. H.: Building the Data Warehouse. New York 1992, S. 5.

16 Vgl.: Seibold, G.: Dimensionales Design für massiv parallel Decision Support Systeme (DSS). In: Bullinger H.-J. (Hrsg.): Data Warehouse und seine Anwendungen, Stuttgart 1995, S. 95-143, S. 102.

17 Vgl.: Vaske, H.: Ein Data Warehouse verlangt Know-how auf allen Gebieten. In: Computerwoche (1996) 7, S. 49-52, S. 51.

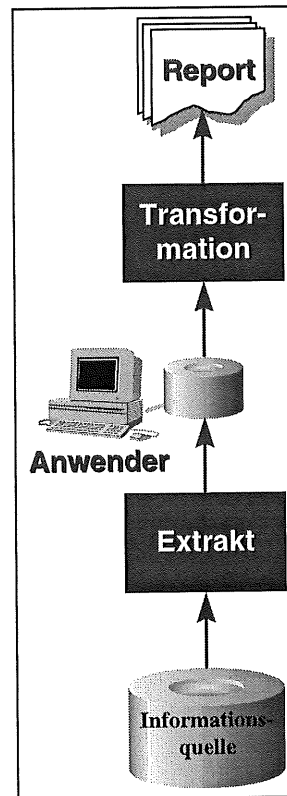


Abbildung 4: Architektur eines virtuellen Data Warehouse

3 Data Warehouse als Basis für entscheidungsunterstützende Systeme

In dem folgenden Abschnitt werden entscheidungsunterstützende Ansätze vorgestellt und untersucht, inwieweit das Data Warehouse eine Grundlage für diese entscheidungsunterstützenden Ansätze bilden kann bzw. welche Anforderungen diese entscheidungsunterstützenden Ansätze an informative Datenbanken stellen.

Für entscheidungsunterstützende Systeme werden viele Begriffe teilweise synonym, teilweise mit leicht unterschiedlichen Nuancen, beispielsweise in der Art der Entscheidungsunterstützung oder der Anwenderzielgruppe, verwendet¹⁸. In Abbildung 5 sind einige der anzutreffenden Begriffe zusammengestellt. Die historische Entwicklung und die zum Teil nur marginalen Unterschiede zwischen den einzelnen Begriffen sollen an dieser Stelle nicht weiter vertieft werden.

¹⁸ Vgl.: Turban, E.: Decision Support and Expert Systems. 2. Aufl. New York 1990, S. 17.

Abkürzung	Bedeutung
CIS	Chef-Informations-System
DIS	Daten-Interpretations-System
DSS	Decision Support System
EIS	Executive Information System
ESS	Executive Support System
EUS	Entscheidungs-Unterstützungs-System
FIS	Führungs-Informations-System
MIS	Management Information System
VIS	Vorstands-Informations-System

Abbildung 5: Bezeichnungen für entscheidungsunterstützende Systeme

Grundsätzlich sind alle Ansätze auf eine Unterstützung bzw. Ergänzung des menschlichen Entscheidungsprozesses ausgerichtet.¹⁹

Solche Systeme sollen beispielsweise auf Knopfdruck in der Lage sein, Berichte zu erstellen, gewichtete und verdichtete, speziell auf die Zielgruppe zugeschnittenen Informationen bereitzustellen, frühzeitig vor Planabweichungen zu warnen, neue strategische Umorientierungen von Unternehmen zu begründen oder konstruktive Hilfe bei Entscheidungen im taktischen und strategischen Bereich sein. Dabei werden Informationen unterschiedlicher Quellen miteinander verknüpft, entsprechend den Anforderungen der Benutzer verdichtet und graphisch visualisiert dem Anwender präsentiert.²⁰

Die Architektur einer entscheidungsunterstützenden Systemumgebung auf Basis des Data Warehouse wird in Abbildung 6 dargestellt. Die im Repository abgelegten Metadaten definieren die operativen und informativen Datenbanken. Diese bilden die Basis für jegliche Auswertungen. Über SQL-Statements kann ein Anwender sowohl auf die operativen Daten als auch auf die verdichteten Daten des Data Warehouse zugreifen. Tools für das Data Mining stellen intelligente Suchstrategien zur Verfügung und ermöglichen somit die effiziente Suche nach bestimmten Mustern innerhalb der Datenbestände.²¹

¹⁹ Vgl.: Gärtner, M.: Die Eignung relationaler und erweiterter relationaler Datenmodelle für das Data Warehouse. In: Mucksch, H., Behme, W. (Hrsg.): Das Data-Warehouse-Konzept, Architektur - Datenmodelle - Anwendungen. Wiesbaden 1996, S. 133-164, S. 135-143.

²⁰ Vgl.: Raden, N.: Data, Data Everywhere. http://netmar.com/~nraden/iw_mct01.htm vom 23.05.96, S. 1.

²¹ Vgl.: Scheer, A.-W.: Data Warehouse und Data Mining: Konzepte der Entscheidungsfindung. In: IM 11 (1996) 1, S. 74-75.

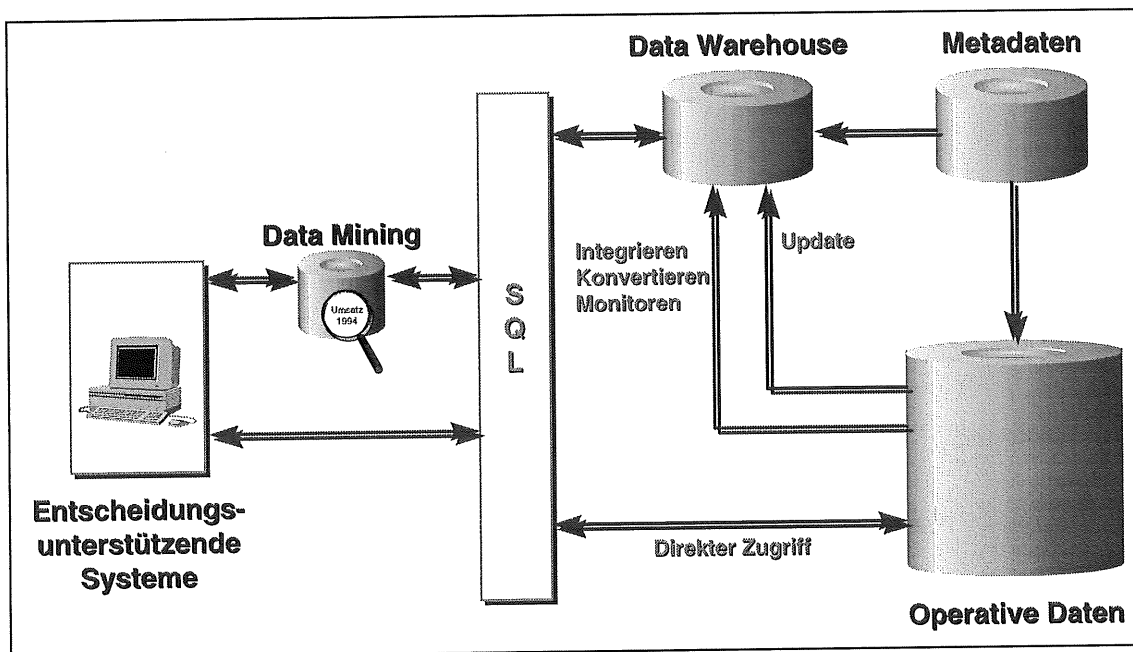


Abbildung 6: Entscheidungsunterstützende Systeme auf der Basis des Data Warehouse

In der Vergangenheit konnten sich entscheidungsunterstützende Systeme nicht durchsetzen, da die Rechenleistung der Hardware unzulänglich war und der immense Entwicklungs- und Pflegeaufwand der zugrundegelegten Datenbasen gescheut wurde. Bei den Führungskräften bestand nur eine geringe Akzeptanz, da Entscheidungsprozesse teilweise automatisiert ausgeführt werden sollten, ohne weitere Benutzerunterstützung und ohne weitere Eingriffe. Dies bedeutet, daß die menschlichen Ressourcen Schlußfähigkeit und Erfahrungsschatz nicht in die zu treffende Entscheidung einfließen konnten. Heute wird entscheidungsunterstützenden Systemen wieder mehr Bedeutung zugemessen, da die Rechenleistung der Systeme sich stark erhöht hat, Speicherkapazität immer preiswerter wird und Konzepte zur interaktiven Entscheidungsfindung ausgearbeitet wurden.²² Das Data Warehouse ist als Grundlage für ein solches System gut geeignet, indem es die Daten, auf deren Basis eine Entscheidung getroffen wird, speichert, verwaltet und bei Bedarf bereitstellt. Über Tools wird der Zugang und die Analyse von operativen Systemen oder Data Warehouses ermöglicht.²³

Da das Antwortzeitverhalten bei entscheidungsunterstützenden Systemen eine entscheidende Rolle für die Förderung oder auch die Störung des menschlichen Denk-, Auswertungs- und Entscheidungsprozesses spielt, liegt es nahe, als Basis eine Datenbank zu wählen, in der In-

²² Vgl.: Stahlknecht, P.: Einführung in die Wirtschaftsinformatik. 6. Aufl., Berlin et al. 1993, S. 403-404.

²³ Vgl.: Martin, W.: DSS-Werkzeuge- oder: Wie man aus Daten Informationen macht. In: Datenbank Fokus (1996) 2, S. 10-21, S. 10.

formationen bereits nach Auswertungsgesichtspunkten optimiert eingestellt wurden, obwohl sie gegenüber den operativen Systemen eine Redundanz darstellen.

Wird das Data Warehouse als Grundlage für entscheidungsunterstützende Systeme genutzt, so müssen alle Unternehmensdaten bzw. Zukaufdaten in diese informative Datenbank integriert werden, um eine möglichst hohe Systementlastung bei den operativen Systemen zu erreichen, indem die Analyse- und Auswertungstools auf diese Basis zugreifen. Grundsätzlich wird die von dem System vorgeschlagene Lösung um so besser ausfallen, je mehr qualifizierte Daten für diese Entscheidung in der Datenbasis bereitstehen. Doch je mehr Daten in der Datenbank gehalten werden, desto komplexer wird deren Verarbeitung bei informativen Abfragen. Im folgenden Kapitel werden Wege beschrieben, Daten möglichst abfrageeffizient in informative Datenbanken einzustellen.

4 Datenmodellierung

An operative und informative Datenbanken werden unterschiedliche Anforderungen gestellt (Vgl. Abbildung 1). Um diesen Anforderungen gerecht zu werden, werden im folgenden Wege gezeigt, Datenmodelle zu implementieren. Dabei wird zunächst auf Implementierungsvorgehensweisen operativer Datenbanken eingegangen, deren Schwachstellen für Analysezwecke aufgezeigt und Möglichkeiten der Datenmodellierung für informative Datenbanken vorgestellt.

4.1 Datenmodellierung für operative Systeme

Bei der Entwicklung der Datenbanken wird von dem von Scheer entwickelten ARIS-Ansatz ausgegangen, indem dem zugrundegelegten Lifecyclekonzept gefolgt wird.²⁴ Eine Implementierung der Datensicht erfolgt nach der Datenbeschreibung auf Fachkonzept- und DV-Konzeptebene. Die Überführung wird anhand eines Beispiels erläutert.

Für eine Datenbeschreibung auf Fachkonzeptebene wird die Beschreibungssprache Entity-Relationship-Modell (ERM) gewählt. Bei dem zu modellierenden Sachverhalt handelt es sich um einen Ausschnitt des Vertriebs, der zuerst verbal beschrieben wird.

²⁴ Vgl.: Scheer, A.-W.: Architektur integrierter Informationssysteme. Grundlagen der Unternehmensmodellierung, 2. Auflage, Berlin et al. 1992.

Verbale Beschreibung des Sachverhalts (Vertrieb):

Ein Geschäftsvorgang, repräsentiert durch den Beziehungstyp UMSATZ, wird durch die Zuordnung eines GESCHÄFTes, eines Datums (ZEIT) und eines ARTIKELs eindeutig identifiziert. Ein ARTIKEL kann in mehreren GESCHÄFTen verkauft werden, ein GESCHÄFT kann mehrere ARTIKEL verkaufen. Zu einer bestimmten ZEIT können mehrere Umsätze getätigt werden. Ein GESCHÄFT wird eindeutig einem VERTRIEBSBEREICH zugeordnet, der wiederum eindeutig zu einem ABSATZLAND gehört. Ein ARTIKEL ist Bestandteil genau einer ARTIKELGRUPPE, die eindeutig einer WARENGRUPPE zuzuordnen ist.

Nach einer Umsetzung in die Beschreibungssprache ERM ergibt sich das in Abbildung 7 dargestellte Modell.

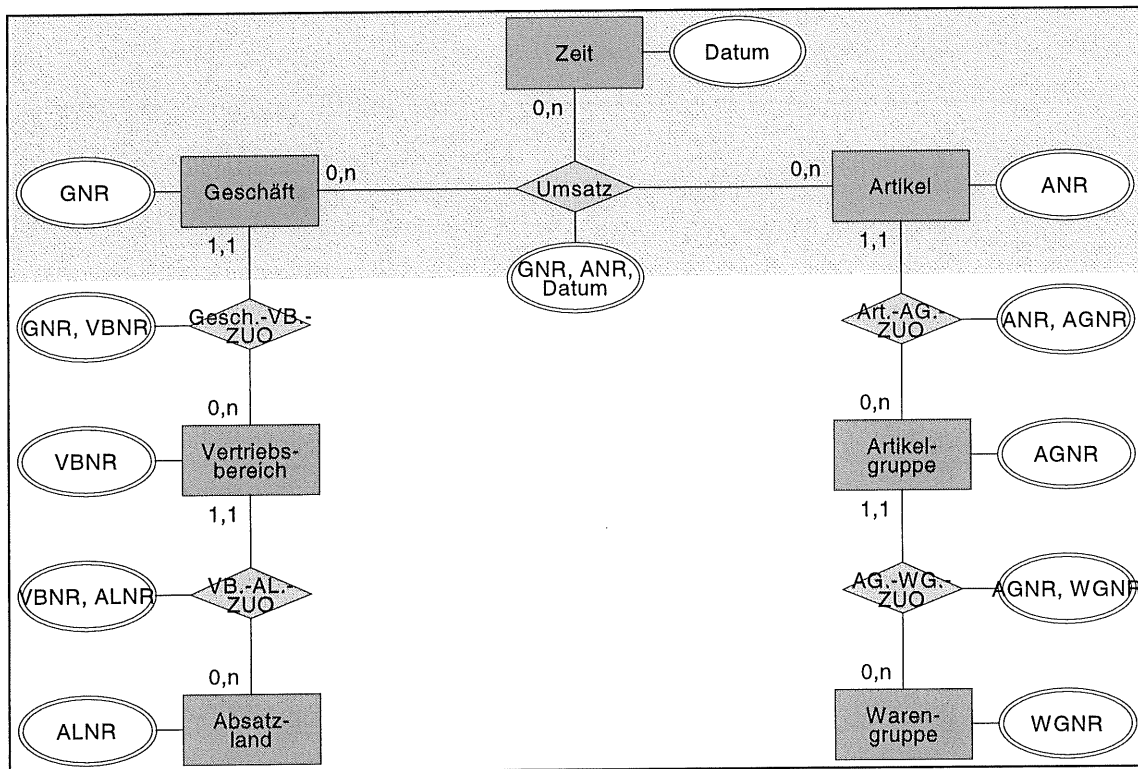


Abbildung 7: ERM Vertrieb

Bei der Umsetzung des Fachkonzeptes in das DV-Konzept wird das ERM der Abbildung 7 in das Relationenmodell überführt. Dabei führt jeder Entitytyp und jeder n:m-Beziehungstyp zur Bildung einer eigenen Relation, bei einer 1:n-Beziehung wird das Schlüsselattribut des unter-

geordneten Entitytyps als Fremdschlüssel in die Relation des übergeordneten Entitytyps aufgenommen.²⁵

Abbildung 8 zeigt die aus dem ERM des Fachkonzeptes abgeleiteten Relationen.

Schlüsselattribute sind unterstrichen und in Blockschrift geschrieben, Fremdschlüsselattribute in Blockschrift geschrieben, beschreibende Attribute werden nicht hervorgehoben und sind größtenteils nur angedeutet.

Relation Geschäft (<u>GNR</u> , VBNR, Geschäftsname, ...)
Relation Vertriebsbereich (<u>VBNR</u> , ALNR, Vertriebsbereichsname, ...)
Relation Absatzland (<u>ALNR</u> , Absatzlandname, ...)
Relation Artikel (<u>ANR</u> , AGNR, Artikelname, ...)
Relation Artikelgruppe (<u>AGNR</u> , WGNR, Artikelgruppenname, ...)
Relation Warengruppe (<u>WGNR</u> , Warengruppenname, ...)
Relation Zeit (<u>DATUM</u> , ...)
Relation Umsatz (<u>GNR</u> , <u>ANR</u> , <u>DATUM</u> , Betrag, ...)

Abbildung 8: Relationen Vertrieb

Die Relationen lassen sich anschaulich in Tabellen darstellen, wobei die Attribute die Kopfzeile der entsprechenden Tabelle definieren und die sich durch den Geschäftsablauf ergebenden Zeilen dieser Tabellen als Ausprägungen dieser Attribute (eigentlich Attributtypen) gespeichert werden. Durch die Anwendung der Transformationsvorschriften auf das ERM befinden sich die aufgestellten Relationen in der dritten Normalform. Dies bedeutet, daß keine funktionalen, voll funktionalen und transitiven Abhängigkeiten mehr auftreten.²⁶

Abbildung 9 zeigt die Tabellen der in MS-ACCESS übertragenen Relationen. In den dunkelgrau hinterlegten Feldern stehen die Tabellennamen, darunter die Attribute. Schlüsselattribute sind fett dargestellt. Beziehungen werden durch die Verbindungen zwischen den Tabellen angezeigt, auf denen die Kardinalitäten der Beziehungen abgebildet sind.

²⁵ Vgl.: Scheer, A.-W.: Architektur integrierter Informationssysteme. Grundlagen der Unternehmensmodellierung. 2. Auflage, Berlin et al. 1992, S. 156.

²⁶ Vgl.: Scheer, A.-W.: Architektur integrierter Informationssysteme. Grundlagen der Unternehmensmodellierung. 2. Auflage, Berlin et al. 1992, S. 156.

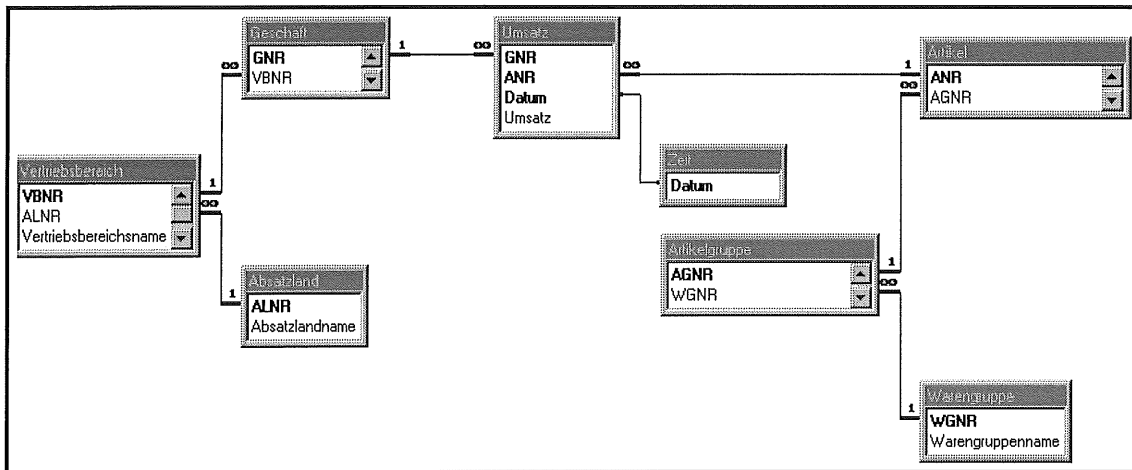


Abbildung 9: Tabellen Vertrieb

Die bisher gezeigte Vorgehensweise ist eine typische bei der Implementierung einer OLTP-Datenbank. Gemäß dem von Scheer entwickelten Rahmenkonzept zur Entwicklung integrierter Informationssysteme²⁷ wurde das ERM der Datensicht vom Fachkonzept (Vgl. ERM der Abbildung 7) über das DV-Konzept (Vgl. Relationen der Abbildung 8) in MS-ACCESS (Vgl. Tabellen der Abbildung 9) implementiert.

Um auf der entwickelten operativen Datenbank verschiedene Auswertungen vorzunehmen, ergeben sich in MS-ACCESS folgende generierte SQL-Abfragen. Ziel ist es beispielsweise, den Gesamtumsatz des Absatzlandes Deutschland zu ermitteln. Dazu werden im System sukzessiv folgende Abfragen durchgeführt:

Abfrage: Welche Vertriebsbereiche gehören zu Deutschland?

```
SELECT DISTINCTROW Absatzland.ALNR, Vertriebsbereich.VBNR, Vertriebsbereich.Vertriebsbereichsname AS Ausdr2, Absatzland.Absatzlandname
FROM Absatzland INNER JOIN Vertriebsbereich ON Absatzland.ALNR = Vertriebsbereich.ALNR
WHERE (((Absatzland.Absatzlandname)="Deutschland"));
```

27 Vgl.: Scheer, A.-W.: Architektur integrierter Informationssysteme. Grundlagen der Unternehmensmodellierung. 2. Auflage, Berlin et al. 1992.

Abfrage: Welche Geschäfte gehören zu den Vertriebsbereichen, die zu Deutschland gehören?

```
SELECT DISTINCTROW Absatzland.ALNR, Absatzland.Absatzlandname AS Ausdr1, Vertriebsbereich.VBNR, Vertriebsbereich.Vertriebsbereichsname AS Ausdr2, Geschäft.GNR, Geschäft.Geschäftsname
FROM (Absatzland INNER JOIN Vertriebsbereich ON Absatzland.ALNR = Vertriebsbereich.ALNR) INNER JOIN Geschäft ON Vertriebsbereich.VBNR = Geschäft.VBNR
WHERE ((([Absatzland].[Absatzlandname])="Deutschland"))
ORDER BY Absatzland.ALNR;
```

Abfrage: Welche Umsätze fanden in den Geschäften statt, die zu den Vertriebsbereichen gehören, deren Absatzland Deutschland ist?

```
SELECT DISTINCTROW Absatzland.ALNR, Absatzland.Absatzlandname AS Ausdr1, Vertriebsbereich.VBNR, Vertriebsbereich.Vertriebsbereichsname AS Ausdr2, Geschäft.GNR, Geschäft.Geschäftsname, Umsatz.Umsatz
FROM (Absatzland INNER JOIN Vertriebsbereich ON Absatzland.ALNR = Vertriebsbereich.ALNR) INNER JOIN (Geschäft INNER JOIN Umsatz ON Geschäft.GNR = Umsatz.GNR) ON Vertriebsbereich.VBNR = Geschäft.VBNR
WHERE ((([Absatzland].[Absatzlandname])="Deutschland"))
ORDER BY Absatzland.ALNR;
```

Abfrage: Wie groß ist der Gesamtumsatz der Geschäfte, die zu den Vertriebsbereichen gehören, deren Absatzland Deutschland ist?

```
SELECT Sum (Umsatz.Umsatz)
FROM (Absatzland INNER JOIN Vertriebsbereich ON Absatzland.ALNR = Vertriebsbereich.ALNR) INNER JOIN (Geschäft INNER JOIN Umsatz ON Geschäft.GNR = Umsatz.GNR) ON Vertriebsbereich.VBNR = Geschäft.VBNR
WHERE (((Absatzland.Absatzlandname)="Deutschland"));
```

Die Abfragen, in denen Sub-Joins die Beziehungen zwischen den Tabellen ABSATZLAND; VERTRIEBSBEREICH, GESCHÄFT und der UMSATZ-Tabelle herstellen, sind komplex.. Da bei allen derartigen Abfragen die Beziehungen zwischen der UMSATZ-Tabelle und den Definitionstabellen erneut hergestellt werden müssen und jeweils eine Summation über die

Einzeldaten stattfindet, besteht die Forderung nach Speicherung bereits verdichteter Daten, z. B. in einer informativen Datenbank, wodurch die Systembelastung sinkt und das Antwortzeitverhalten verbessert wird.²⁸

4.2 Datenmodellierung für informative Systeme

Die im folgenden beschriebenen Methoden Star-Schema und Snowflake Schema stellen Möglichkeiten dar, Daten über Hierarchien hinweg zu verdichten und die verdichteten Daten abzulegen. Die Anwendbarkeit der beiden Methoden ist nicht auf informative Datenbanken und Systeme beschränkt, sondern sie stößt wegen der Denormalisierung in operativen Systemen auf deutliche Grenzen.

4.2.1 Star Schema

Die Methode Star Schema beschreibt eine Vorgehensweise, deren Anwendung dazu führt, den Forderungen nach einer möglichst effizienten Implementierung von Daten in informative Datenbanken gerecht zu werden. Das Star-Schema wird beim Übergang von der Fachkonzeptebene der Datensicht zur DV-Konzeptebene der Datensicht der ARIS-Architektur angewendet. Die Objekte werden in Relationen überführt, mit dem Ziel eine möglichst gute Performance zu erreichen. Der Name Star Schema beruht auf der Konstellation der Entitäten im ERM, die sternförmig um einen Beziehungstyp angeordnet sind und diesen Beziehungstyp definieren.²⁹ Er bildet die Geschäftsaktivität ab, während die Entitytypen um ihn herum diese Aktivität bestimmen. Für den Begriff Star Schema werden Star-Join Schema, Data Cube, Data List, Grid File und Multidimensionales Schema synonym verwendet.

Abbildung 7 zeigt beispielhaft die Anordnung der Objekte im ERM eines Star Schemas. Die Entitäten ZEIT, ORT und GESCHÄFT definieren den Beziehungstyp UMSATZ, durch den die eigentlichen Geschäftsaktivitäten, die operativen Verkaufsvorgänge, repräsentiert werden.

Bei der Anwendung von Star-Schema findet zunächst eine Verdichtung der Daten statt. Die Definitionstabellen ABSATZLAND, und VERTRIEBSBEREICH werden in die Tabelle GESCHÄFT aufgenommen, indem ein zusätzliches Attribut LEVEL eingeführt wird.

²⁸ Vgl.: Holthuis, J.: Multidimensionale Datenstrukturen, Grundkonzept, Funktionalität, Implementierungsaspekte. In: Mucksch, H., Behme, W. (Hrsg.): Das Data-Warehouse-Konzept, Architektur - Datenmodelle - Anwendungen. Wiesbaden 1996, S. 165-204, S. 202.

²⁹ Vgl.: Peterson, S.: Stars: A Pattern Language for Query Optimizes Schema. <http://c2.com/ppr/stars.html> vom 06.09.96, S. 1.

Ausprägungen des Attributes LEVEL lauten:

- 1 := Geschäft
- 2 := Vertriebsbereich
- 3 := Absatzland

In die Tabelle GESCHÄFT werden Daten aufgenommen, die sich auf die übergeordneten Ebenen beziehen. Ein Entity der Definitionstabelle GESCHÄFT wird durch die Attribute GESCHÄFT, ABSATZBEREICH und ABSATZLAND eindeutig identifiziert. Der zu bildende Primärschlüssel enthält somit diese drei Komponenten. Es bestehen folgende Möglichkeiten den Primärschlüssel anzulegen, diese werden nachfolgend durch Angabe der entstehenden Relationen auf Typebene verdeutlicht:

1. Es werden drei einzelne Attribute gebildet, die gemeinsam den Primärschlüssel ergeben
R. GESCHÄFT (GNR, VBNR, ALNR, Level, ...)

Dieser Primärschlüssel geht wiederum als Teil des zusammengesetzten Schlüssels in den Beziehungstyp UMSATZ ein. Bei einer Verdichtung der Hierarchien der anderen an diesem Beziehungstyp beteiligten Tabellen weist der Primärschlüssel des Beziehungstyps UMSATZ viele einzelne Attribute auf, aus denen er zusammengesetzt ist. Beispielsweise ergibt sich folgender Aufbau:

R. UMSATZ (GNR, VBNR, ALNR, ANR, AGNR, WGNR, DATUM, WOCHE, MONAT, JAHR, Betrag, ...)

Der komplexe Schlüssel sorgt bei Abfragen für große Systembelastungen. Daher wird eine weitere Verdichtung vorgenommen.

2. Die Attribute der Definitionstabellen werden zu einem einzigen Schlüsselattribut zusammengesetzt, was dazu führt, daß die Anzahl der an dem Primärschlüssel der UMSATZ-Tabelle beteiligten Attribute auf die Anzahl der an der Beziehung beteiligten Tabellen reduziert wird. Für die Tabelle GESCHÄFT mit ihrer hierarchischen Struktur ergibt sich folgender Aufbau:

R. GESCHÄFT (GNR, VBNR, ALNR, Level, ...)

Zur Verdeutlichung, daß es sich um nur ein Attribut handelt, wurde die Unterstreichung gegenüber der Vorsituation durchgezogen. Daraus folgt daß die UMSATZ-Tabelle bei Beachtung der anderen diese Tabelle definierenden Dimensionen folgende Struktur aufweist:

R. UMSATZ (GNR, VBNR, ALNR, ANR, AGNR, WGNR, DATUM, WOCHE, MONAT, JAHR, Betrag, ...)

Der Schlüssel besteht nur noch aus drei komplexen Attributen, was bei Abfragen zu einer Systementlastung führt und im Vergleich zur Situation 1 die Performance steigert.

3. Um die Komplexität des Primärschlüssels weiter zu reduzieren, kann in den Definitionstabellen ein Index generiert werden, der wiederum in den Primärschlüssel der UMSATZ-Tabelle eingeht. Die Tabelle Geschäft weist folgenden Aufbau auf:

R. GESCHÄFT (Index Geschäft, GNR, VBNR, ALNR, Level...)

Werden in analoger Weise auch die anderen Dimensionstabellen ARTIKEL und ZEIT verdichtet, hat die UMSATZ-Tabelle folgenden Aufbau:

R. UMSATZ (Index Geschäft, Index Zeit, Index Artikel, Betrag, ...)

Das ERM der Abbildung 7 wird durch die Anwendung des Star-Schemas auf den grau hinterlegten Bereich „reduziert“. Abbildung 10 zeigt die in MS-ACCESS implementierten Relationen des Sachverhaltes bei Beachtung des Star-Schemas.

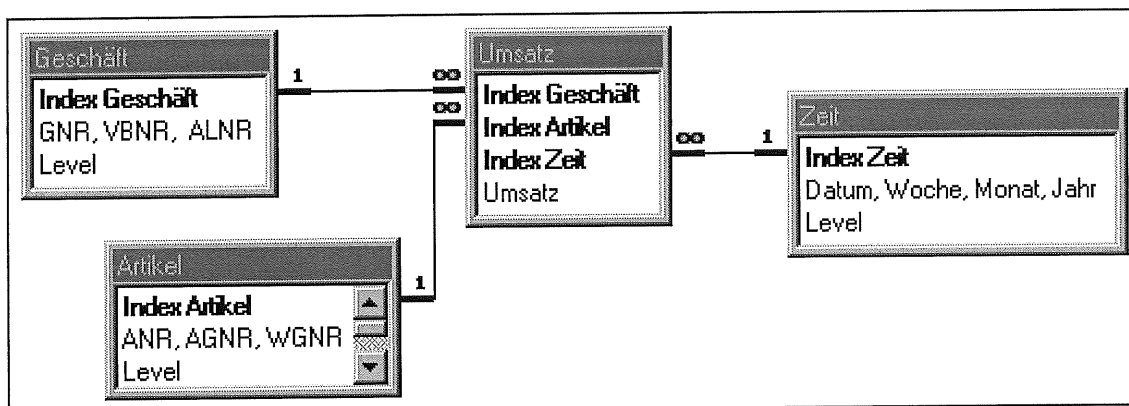


Abbildung 10: Tabellen Vertrieb (Star-Schema)

In der Tabelle UMSATZ sind Ausprägungen der drei verdichteten Ebenen GESCHÄFT, ARTIKEL und ZEIT gespeichert. Jeder Datensatz ist jeweils einer Ausprägung dieser drei Dimensionen zuzuordnen. Dieser Zusammenhang wird durch Abbildung 11 visualisiert.

Der komplexe Würfel zeigt den Aufbau der UMSATZ-Tabelle nach Anwendung des Star-Schemas. Die Achsen des Koordinatensystems stehen jeweils für eine Definitionstabelle mit den dazugehörigen Verdichtungsstufen.³⁰

³⁰ Vgl.: Hansen, W.-R.: Erfahrungen mit unterschiedlichen Ansätzen und Lösungswegen in Data-Warehouse-Projekten. In: Mucksch, H., Behme, W. (Hrsg.): Das Data-Warehouse-Konzept, Architektur - Datenmodelle - Anwendungen. Wiesbaden 1996, S. 425-454, S. 431-432.

Zum Zugriff auf einen elementaren Würfel ist es notwendig, jeweils eine Ausprägung der Dimensionen GESCHÄFT, ARTIKEL und ZEIT durch die Angabe der dazugehörigen komplexen Attribute zu spezifizieren. Dies wird in einer Beispiel-Abfrage weiter verdeutlicht.

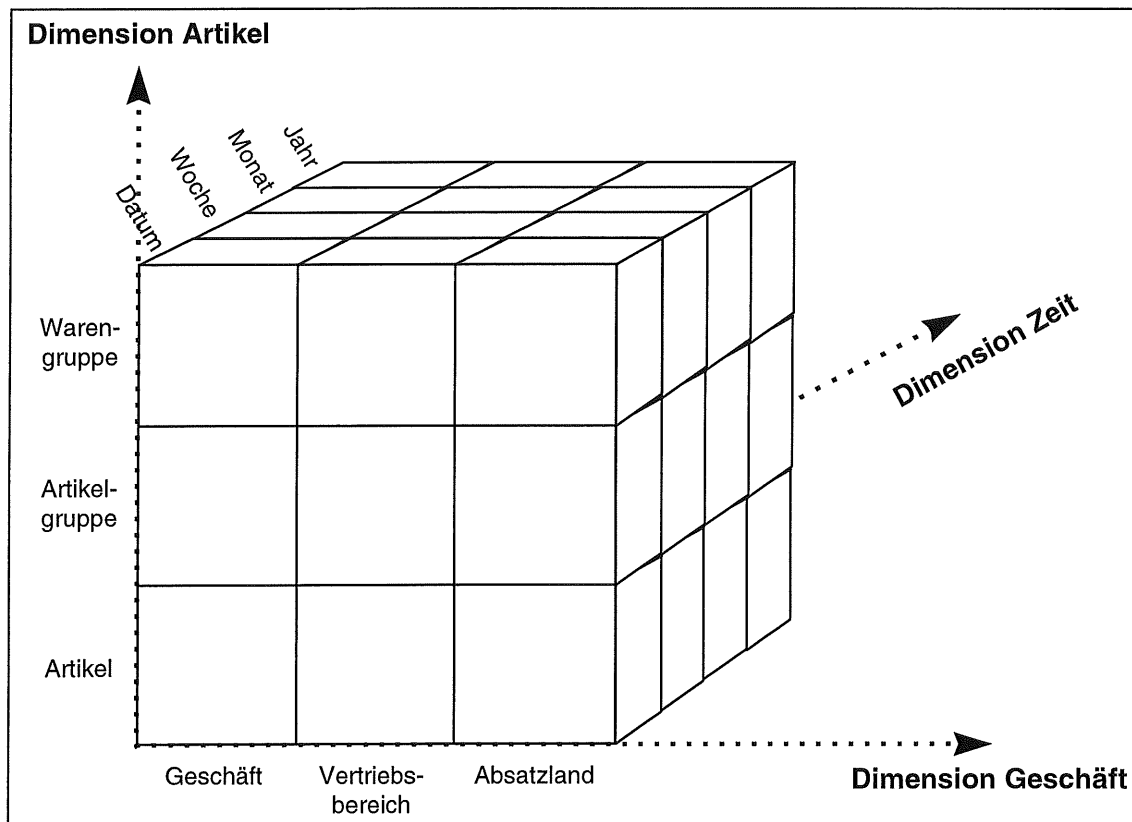


Abbildung 11: Dimensionen der Tabelle Vertrieb

In MS-ACCESS ergibt sich folgende generierte Abfrage, um beispielsweise den Gesamtumsatz des Absatzlandes Deutschland zu berechnen:

Abfrage: Wie hoch ist der Gesamtumsatz des Absatzlandes Deutschland?

```
SELECT Sum (Umsatz.Umsatz)
FROM Zeit INNER JOIN (Geschäft INNER JOIN (Artikel INNER JOIN Umsatz ON Artikel.[Index Artikel] = Umsatz.[Index Artikel]) ON Geschäft.[Index Geschäft] = Umsatz.[Index Geschäft]) ON Zeit.[Index Zeit] = Umsatz.[Index Zeit]
WHERE (((Umsatz.[Index Geschäft])="Null, Null, Deutschland")
AND ((Umsatz.[Index Artikel]) Like "Null, Null, *")
AND ((Umsatz.[Index Zeit]) Like "Null, Null, Null, *"));
```


In der From-Klausel werden die UMSATZ-Tabelle und die referentielle Integrität zu den Definitionstabellen spezifiziert, nach der ein Schlüsselattribut der UMSATZ-Tabelle nur akzeptiert wird, wenn es Bestandteil der entsprechenden Definitionstabelle ist.

In der Where-Klausel werden die Ausprägungen der Dimensionen GESCHÄFT, UMSATZ und ZEIT definiert. Durch „Null, Null, Deutschland“ wird die Dimension GESCHÄFT auf Absatzlandebene mit der Ausprägung Deutschland fixiert. Durch die Festlegung der Artikelebene auf „Null, Null, *“ wird über alle Artikelgruppen aufsummiert. „Null, Null, Null, *“ legt die Summation über alle Jahre fest, so daß als Ergebnis der Abfrage der Gesamtumsatz des Absatzlandes Deutschland ausgegeben wird.

Die Zahl der Datensätze über die aufsummiert wird, ist wesentlich geringer als bei der entsprechenden Abfrage in der operativen Datenbank, bei der auf die elementaren Datensätze zurückgegriffen wird. Diese Tatsache ist durch das Zurückgreifen auf bereits verdichtete Daten zurückzuführen.

Abbildung 12 zeigt die Vorteile der Anwendung des Star-Schemas.

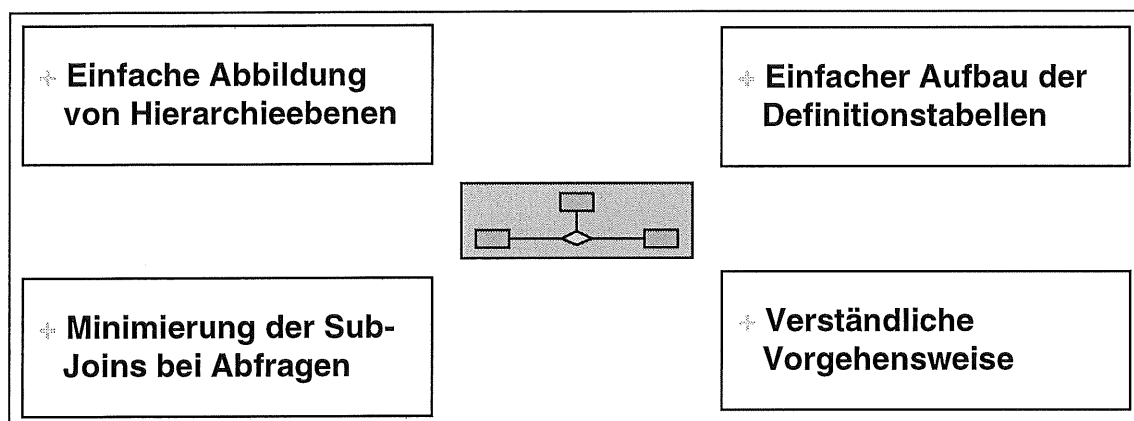


Abbildung 12: Vorteile der Anwendung des Star-Schemas

4.2.2 Snowflake Schema

Bei Anwendung des Snowflake Schemas werden im Gegensatz zum Star Schema in der Tabelle UMSATZ keine Summensätze aufgenommen. Für die verschiedenen Betrachtungsebenen der Definitionsbereiche werden jeweils eigene Beziehungstypen der Kardinalität n:m angelegt, so daß bei der Umsetzung ins Relationenmodell die Definition neuer Tabellen erforderlich ist. Abbildung 13 zeigt das ERM für die Auflösung der Hierarchie GESCHÄFT, VERTRIEBSBEREICH, ABSATZLAND. Zugunsten der Übersichtlichkeit wurde auf eine Attributierung verzichtet. Der Beziehungstyp UMSATZ-VB. summiert die Umsätze der Ver-

triebsbereiche, der Beziehungstyp UMSATZ-AL. die Umsätze bezüglich der Absatzländer auf. Die beiden Beziehungstypen speichern somit Verdichtungen des Beziehungstyps UMSATZ.

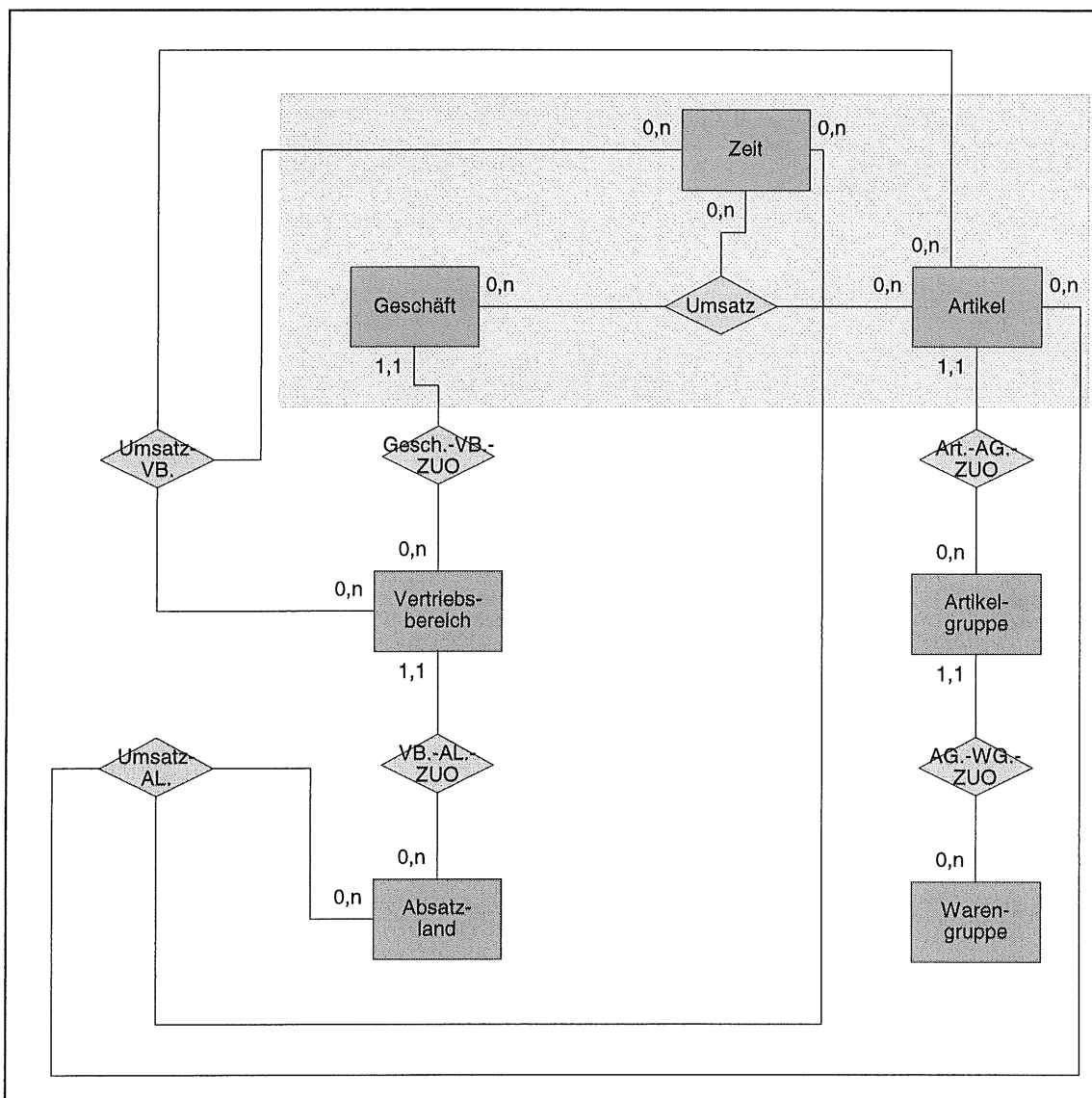


Abbildung 13: ERM Snowflake Schema

Bei Berücksichtigung der Hierarchie ARTIKEL, ARTIKELGRUPPE, WARENGRUPPE ergeben sich insgesamt neun ($n1 * n2 = 3 * 3$) Beziehungstypen der Kardinalität n:m, die im Relationenmodell jeweils durch eigene Relationen abgebildet werden. Diese Zahl muß bei Berücksichtigung umfassender Verdichtungsmöglichkeiten bezüglich des Entitytyps ZEIT (beispielsweise Tag, Woche, Monat, Jahr) nochmals mit der Anzahl der Hierarchieausprägungen multipliziert werden. Da in der Realität Konstellationen existent sind, in denen ein Beziehungstyp durch viele Entitäten mit dazugehörigen Hierarchisierungen definiert werden, steigt die Zahl der im Snowflake Schema zu implementierenden Tabellen schnell an. Für jeden ele-

mentaren Würfel der Abbildung 11 wird eine eigene Tabelle angelegt, so daß sich bei Annahme der Verdichtung der Entität ZEIT mit Datum, Woche, Monat, Jahr insgesamt 36 Tabellen mit den Umsatzdaten der verschiedenen Verdichtungsstufen ergeben. Eine Möglichkeit zur Beschränkung der Anzahl der zu implementierenden Tabellen besteht darin, nicht für jede Hierarchiestufe einer Dimension eigene Tabellen anzulegen. Es ist denkbar, nur die Tabellen mit verdichteten Daten anzulegen, bei denen es viele Ausprägungen gibt oder auf die besonders häufig zugegriffen wird und in den Fällen, bei denen es nur wenige Ausprägungen gibt oder nur wenig Zugriffe stattfinden, eine schlechtere Performance durch die bei Abfragen jeweilige Verdichtung untergeordneter Hierarchien hinzunehmen.

Die Tabellen der operativen Systeme bleiben von der Struktur und dem Inhalt unberührt. Es werden lediglich zusätzliche Tabellen für die Beziehungstypen der Datenverdichtung angelegt (Vgl. grau hinterlegte Bereiche der Abbildung 7 und Abbildung 13). Im folgenden werden die sich gegenüber der operativen Datenbank (Vgl. Abbildung 8) zusätzlich ergebenden Relationen auf Typebene dargestellt. Zugunsten der Übersichtlichkeit wird lediglich eine Verdichtung bezüglich der Ebene GESCHÄFT betrachtet, bei den Dimensionen ARTIKEL und ZEIT wird von einer Verdichtung abgesehen. Hier wird auf der Ebene Artikel bzw. Datum der operativen Systeme verblieben, da aus der Einbeziehung der Verdichtung über diese Dimensionen keine weiteren Erkenntnisse abgeleitet werden können. Abbildung 14 zeigt die bei Anwendung des Snowflake Schemas und einer Verdichtung der Dimension Geschäft zusätzlich eingeführten Relationen.

Relation UMSATZ-VB (VBNR, ANR, DATUM, Betrag, ...)

Relation UMSATZ-AL (ALNR, ANR, DATUM, Betrag, ...)

Abbildung 14: Zusätzliche Relationen Vertrieb (Snowflake Schema)

Bei einer Implementierung in MS-ACCESS ergeben sich die in Abbildung 15 dargestellten Tabellen und Beziehungen. Aus der Abbildung geht ebenfalls hervor, daß die Tabellen der operativen Datenbank unverändert bleiben. Die Tabellen UMSATZ-VB und UMSATZ-AL mit ihren Beziehungen zu den anderen Tabellen sind gegenüber Abbildung 9 ergänzt worden. Diese Tabellen werden in Abhängigkeit der Tabellen der operativen Systeme aktualisiert.

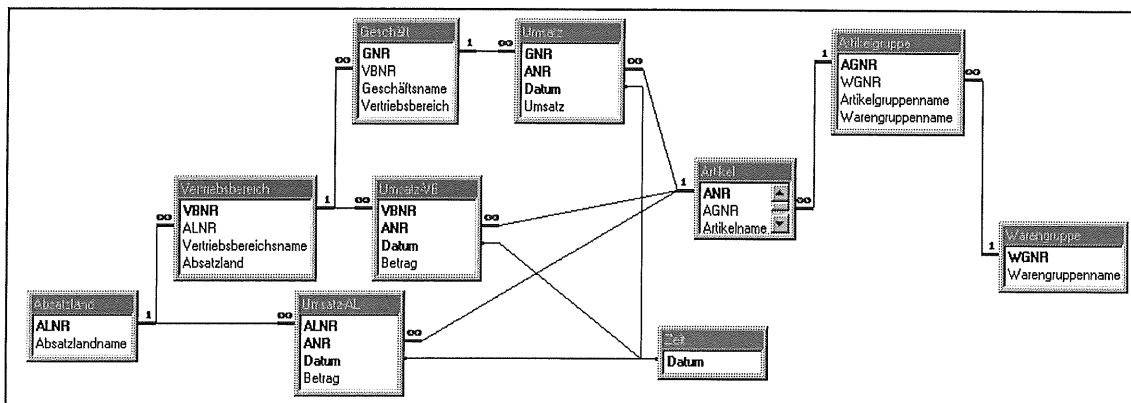


Abbildung 15: Tabellen Vertrieb (Snowflake)

Bei Abfragen können die zusätzlich implementierten Tabellen einfach angesprochen werden. Für den Umsatz des Absatzlandes Deutschland ergibt sich beispielsweise folgende generierte MS-ACCESS-SQL-Abfrage:

Abfrage: Wie groß ist der Gesamtumsatz des Absatzlandes Deutschland?

```
SELECT sum ([Umsatz-AL].Betrag)
FROM Absatzland INNER JOIN (Artikel INNER JOIN [Umsatz-AL] ON Artikel.ANR = [Umsatz-AL].ANR) ON Absatzland.ALNR = [Umsatz-AL].ALNR
WHERE (((Absatzland.Absatzlandname)="Deutschland"));
```

Eine Summation findet nicht auf Basis der UMSATZ-Tabelle statt, sondern die UMSATZ-AL-Tabelle mit ihren verdichteten Informationen (Summensätzen) wird für die Berechnung herangezogen. Die Where-Klausel ist bestehend einfach aufgebaut, indem nur die Ausprägung des Attributes Absatzland auf „Deutschland“ gesetzt wird.

Abbildung 16 zeigt die Vor- und Nachteile, die bei Anwendung des Snowflake Schemas entstehen.

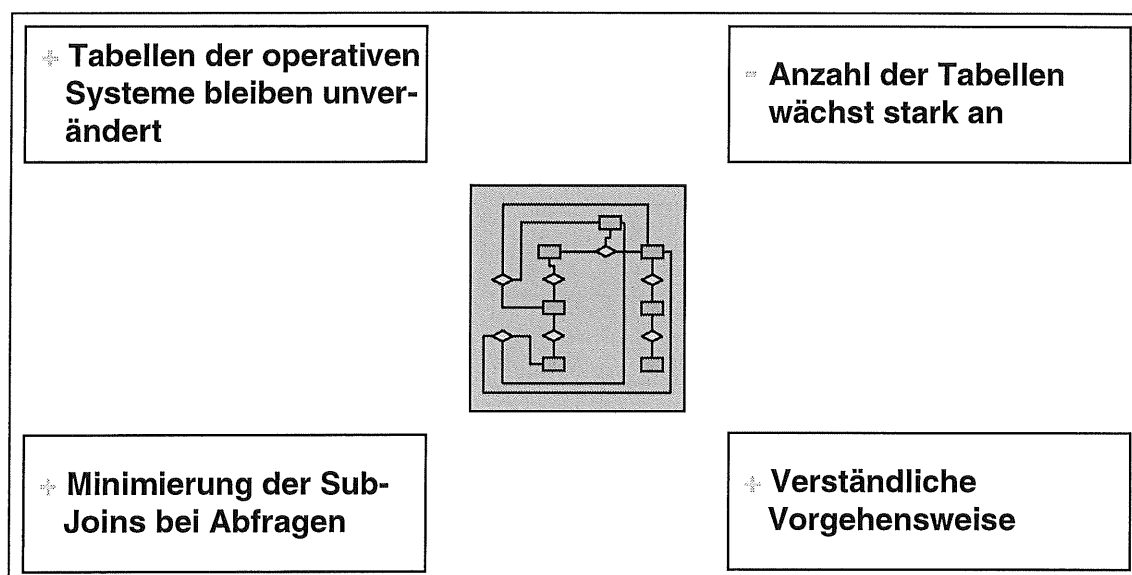


Abbildung 16: Bewertung des Snowflake Schemas

5 Fazit und Ausblick

Star Schema und Snowflake Schema beschreiben Vorgehensweisen, wie die zu implementierenden Tabellen der DV-Konzeptebene aus der Fachkonzeptebene der Datensicht abzuleiten sind. Im Vergleich zu den operativen Systemen findet in den entstehenden Relationen eine Denormalisierung mit zwei Auswirkungen statt. Erstens wird die Anzahl der Joins bei Abfragen gesenkt und zweitens wird die Anzahl der bei einer Abfrage zu durchsuchenden Tabellenzeilen vermindert.³¹ Darüber hinaus findet eine Orientierung am Informationsbedarf des Anwenders statt.³² Star Schema und Snowflake Schema stellen Regeln zur Verfügung, die Abfragen durchzuführen, um einen möglichst großen Performance-Gewinn zu erzielen. Dabei löst Star Schema die bestehenden Hierarchien auf, indem die Hierarchien in die Tabellen der niedrigsten Verdichtungsstufe übernommen werden. Diese verdichteten Daten sind wiederum an Beziehungen beteiligt, in denen somit Sumpensätze definiert werden.

Bei Anwendung des Snowflake Schemas werden Sumpensätze in eigenen Tabellen abgespeichert. Dies führt dazu, daß die Zahl der Relationen, die einen Sachverhalt beschreiben, enorm erhöht wird. Jedoch bleiben die Tabellen der operativen Systeme in ihrer ursprünglichen Form

31 Vgl.: o. V.: Relational OLAP: An Enterprise-Wide Data Delivery Architecture. http://www.strategy.com.wp_a_c1.htm vom 23.05.96, Section III, S. 2.

32 Vgl.: o. V.: Datenbanken. In: Computerwoche (1995) 41, S 51.

erhalten. Tendenziell ist das Snowflake Schema eher geeignet, wenn die Kardinalität bei ein-zubeziehenden Dimensionsdefinitionen sehr hoch ist.³³

Als weitere Frage bleibt zu klären, wie sich die Nachfrage bezüglich Data Warehouse-Konzepten zukünftig entwickeln wird. Laut einer Umfrage der Meta Group planten 1994 95% aller in den USA befragten Unternehmen den Einsatz von Data Warehouses als Grundlage für entscheidungsunterstützende Systeme. Dieses Interesse greift inzwischen auf den deutschen und europäischen Markt über, wobei zur Zeit die treibende Kraft bei den Anbietern von Data Warehouse-Lösungen liegt. Besonderes Interesse von Anwenderseite besteht bei Dienstleistungsunternehmen wie Banken, Versicherungen, Fluggesellschaften, Telekommunikationsunternehmen, Kaufhaus- und Handelsketten. Eine Verbreitung und die Geschwindigkeit der Entwicklung hängt von den Fähigkeiten der Anbieter ab, den technologischen und organisatorisch-konzeptionellen Fortschritt umzusetzen und weiter voranzutreiben. Zur Zeit wird das Data Warehouse als technisch und organisatorisch lebensfähiges Konzept angesehen, welches die Handhabung des Wettbewerbsfaktors Information unterstützt.³⁴

Weiterentwicklungen bezüglich des einfachen Handlings bzw. Benutzerunterstützung durch das System bei der Bildung von Abfragen sind zu erwarten. Dies wird dazu führen, daß die Benutzerakzeptanz steigt und eine weitere Verbreitung innerhalb der Führungsebenen der Unternehmen stattfindet, wenn es möglich wird, Abfragen zu generieren ohne genaue Kenntnisse bezüglich der Datenmodelle der operativen Systeme zu haben.

Mit der Anbindung von HTML-Dokumenten aus dem Intra- und Internet mit der zusätzlichen Funktionalität der Textsuche werden weitere Potentiale für die schnelle Deckung von Informationsbedarfen der Anwender erschlossen. Denkbar ist auch die Entwicklung eines intelligenten Agenten, der für jeden Benutzer ein Profil erstellt und für dieses Profil automatisch die entsprechenden Informationen sammelt und für eventuelle Abfragen bereithält. Eine Anbindung an bestehende Workflow-Systeme erscheint ebenfalls sinnvoll. Durch den Anstoß eines bestimmten Prozesses kann parallel ein Agent zur Informationssuche aufgerufen werden, der selbständig die mit diesem Objekt verknüpften Informationen aus den verfügbaren ins Data Warehouse integrierten Informationsquellen herausucht. Beispielsweise werden somit automatisch einem Sachbearbeiter neben dem Workflow der Berichtserstellung, die für diesen

33 Vgl.: Raden, N.: Technology Tutorial: Modeling a Data Warehouse. <http://techweb.cmp.com/iw/564/64oldat.htm> vom 23.05.96, S. 3.

34 Vgl.: Bullinger, H.-J. et al.: Produktivitätsfaktor Information: Data Warehouse, Data Mining und Führungsinformationen im betrieblichen Einsatz. In: Bullinger H.-J. (Hrsg.): Data Warehouse und seine Anwendungen, Stuttgart 1995, S. 13-30, S. 28-30.

Bericht notwendigen Informationen in seinen Eingangskorb des Workflow-Systems hineingelegt. Die manuelle Informationssuche seitens des Mitarbeiters entfällt ganz oder wird auf ein Minimum reduziert.

Dadurch werden Potentiale für eine Reduzierung der Durchlaufzeit sowie der Vermeidung von fehlerhaften Ergebnissen durch unvollständige oder inkonsistente Informationen aufgezeigt.

6 Literaturverzeichnis

- Bissantz, N, Hagedorn, J., Mertens, P.:* Data Mining als Komponente eines Data Warehouse.
In: Mucksch, H., Behme, W. (Hrsg.): Das Data-Warehouse-Konzept, Architektur -
Datenmodelle - Anwendungen. Wiesbaden 1996, S. 337-368.
- Borchers, D.:* Ungehobener Schatz: Die Datev will ihre 31.100 Gigabyte erschließen. In: DIE
ZEIT (1996) 45. In: [http://pluto.ecce-terram.de/zeit-
archiv/daten/TITEL.TXT.19961101.html](http://pluto.ecce-terram.de/zeit-archiv/daten/TITEL.TXT.19961101.html) vom 02.12.1996.
- Gärtner, M.:* Die Eignung relationaler und erweiterter relationaler Datenmodelle für das Data
Warehouse. In: Mucksch, H., Behme, W. (Hrsg.): Das Data-Warehouse-Konzept, Ar-
chitektur - Datenmodelle - Anwendungen. Wiesbaden 1996, S. 133-164.
- Bullinger, H.-J. et al.:* Produktivitätsfaktor Information: Data Warehouse, Data Mining und
Führungsinformationen im betrieblichen Einsatz. In: Bullinger H.-J. (Hrsg.): Data Wa-
rehouse und seine Anwendungen, Stuttgart 1995, S. 13-30.
- Hansen, W.-R.:* Erfahrungen mit unterschiedlichen Ansätzen und Lösungswegen in Data-
Warehouse-Projekten. In: Mucksch, H., Behme, W. (Hrsg.): Das Data-Warehouse-
Konzept, Architektur - Datenmodelle - Anwendungen. Wiesbaden 1996, S. 425-454
- Holthuis, J.:* Multidimensionale Datenstrukturen, Grundkonzept, Funktionalität, Implementie-
rungsaspekte. In: Mucksch, H., Behme, W. (Hrsg.): Das Data-Warehouse-Konzept,
Architektur - Datenmodelle - Anwendungen. Wiesbaden 1996, S. 165-204.
- Inmon, W. H.:* Building the Data Warehouse. New York 1992.
- Martin, W.:* DSS-Werkzeuge- oder: Wie man aus Daten Informationen macht. In: Datenbank
Fokus (1996) 2, S. 10-21.
- Mintzberg, H.:* The Myths of MIS. In: California Management Review (1972) 15, S. 92-97.
- o. V.:* Relational OLAP: An Enterprise-Wide Data Delivery Architecture.
http://www.strategy.com.wp_a_c1.htm vom 23.05.96
- o. V.:* Datenbanken. In: Computerwoche (1995) 41, S 51.
- Peterson, S.:* Stars: A Pattern Language for Query Optimizes Schema.
<http://c2.com/ppr/stars.html> vom 06.09.96.

- Radding, A.:* Support Decision Makers with a Data Warehouse. In: *Datamation* (1995) 41, S. 53-56.
- Raden, N.:* Data, Data Everywhere. http://netmar.com/~nraden/iw_mct01.htm vom 23.05.96.
- Raden, N.:* Technology Tutorial: Modeling a Data Warehouse. <http://techweb.cmp.com/iw/564/64oldat.htm> vom 23.05.96.
- Reuter, A.:* Das müssen Datenbanken im Data Warehouse leisten. In: *Datenbank Fokus* (1996) 2, S.28-33.
- Scheer, A.-W.:* Data Warehouse und Data Mining: Konzepte der Entscheidungsfindung. In: *IM 11* (1996) 1, S. 74-75.
- Scheer, A.-W.:* Wirtschaftsinformatik - Referenzmodelle für industrielle Geschäftsprozesse. 6. Aufl., Berlin et al. 1996.
- Scheer, A.-W.:* Architektur integrierter Informationssysteme. Grundlagen der Unternehmensmodellierung. 2. Auflage, Berlin et al. 1992.
- Schreier, U.:* Verarbeitungsprinzipien in Data-Warehouse-Systemen. In: *HMD* (1996) 187, S. 78-93.
- Seibold, G.:* Dimensionales Design für massiv parallel Decision Support Systeme (DSS). In: Bullinger H.-J. (Hrsg.): *Data Warehouse und seine Anwendungen*, Stuttgart 1995, S. 95-143.
- Stahlknecht, P.:* Einführung in die Wirtschaftsinformatik, 6. Aufl., Berlin et al. 1993.
- Turban, E.:* *Decision Support and Expert Systems*. 2. Aufl. New York 1990.
- Vaske, H.:* Ein Data Warehouse verlangt Know-how auf allen Gebieten. In: *Computerwoche* (1996) 7, S. 49-52.

Die Veröffentlichungen des Instituts für Wirtschaftsinformatik (IWi) im Institut für empirische Wirtschaftsforschung an der Universität des Saarlandes erscheinen in unregelmäßiger Folge.

- Heft 139:** M. Bold, M. Hoffmann: Datenmodellierung für das Data Warehouse, März 1997
- Heft 138:** S. Stehle: Gestaltungsoptionen multimedialer Off- und Online- Lernsysteme aus pädagogischer Sicht, März 1997
- Heft 137:** M. Remme: Organisationsplanung durch konstruktivistische Modellierung, Februar 1997
- Heft 136:** M. Daneva, R. Heib, A.-W. Scheer: Benchmarking Business Process Models, Oktober 1996
- Heft 135:** M. Remme, J. Galler, M. Göbl, F. Habermann, A.-W. Scheer: IuK-Systeme für Planungsinselfn, Oktober 1996
- Heft 134:** R. Heib, M. Daneva, A.-W. Scheer: Benchmarking as a Controlling Tool in Information Management, Oktober 1996
- Heft 133:** A.-W. Scheer: ARIS-House of Business Engineering, September 1996
- Heft 132:** J. Sander, A.-W. Scheer: Multimedia Engineering: Rahmenkonzept zum interdisziplinären Management von Multimedia-Projekten, Juli 1996
- Heft 131:** R. Heib, M. Daneva, A.-W. Scheer: ARIS-based Reference Model for Benchmarking, April 1996
- Heft 130:** R. Chen, V. Zimmermann, A.-W. Scheer: Geschäftsprozesse und integrierte Informationssysteme im Krankenhaus, April 1996
- Heft 129:** M. Nüttgens, V. Zimmermann, A.-W. Scheer: Business Process Reengineering in der Verwaltung, April 1996
- Heft 128:** P. Hirschmann, P. Lubiewski, A.-W. Scheer: Management von Konzernprozessen - Eine Fallstudie -, März 1996
- Heft 127:** J. Galler, M. Remme, A.-W. Scheer: Der Inseltrainer - Ein multimediales Lernsystem zur Qualifizierung in Planungsinselfn, Januar 1996
- Heft 126:** P. Loos, O. Krier, P. Schimmel, A.-W. Scheer: WWW-gestützte überbetriebliche Logistik - Konzeption des Prototyps WODAN zur unternehmensübergreifenden Kopplung von Beschaffungs- und Vertriebssystemen, Februar 1996
- Heft 125:** M. Remme, A.-W. Scheer: Konstruktion von Prozeßmodellen, Februar 1996
- Heft 124:** M. Bold, E. Landwehr, A.-W. Scheer: Die Informations- und Kommunikationstechnologie als Enabler einer effizienten Verwaltungsorganisation, Februar 1996
- Heft 123:** P. Loos: Workflow und industrielle Produktionsprozesse - Ansätze zur Integration, Januar 1996
- Heft 122:** A.-W. Scheer: Industrialisierung der Dienstleistungen, Januar 1996
- Heft 121:** J. Galler: Metamodelle des Workflow-Managements, Dezember 1995
- Heft 120:** C. Kocian, F. Milius, M. Nüttgens, J. Sander, A.-W. Scheer: Kooperationsmodelle für vernetzte KMU-Strukturen, November 1995
- Heft 119:** W. Hoffmann, A.-W. Scheer, C. Hanebeck: Geschäftsprozeßmanagement in virtuellen Unternehmen, Oktober 1995
- Heft 118:** M. Remme, J. Galler, O. Gierhake, A.-W. Scheer: Die Erfassung der aktuellen Unternehmensprozesse als erste operative Phase für deren Re-engineering -Erfahrungsbericht-, September 1995
- Heft 117:** J. Galler, A.-W. Scheer, S. Peter: Workflow-Projekte: Erfahrungen aus Fallstudien und Vorgehensmodell, August 1995
- Heft 116:** A. Gücker, W. Hoffmann, M. Möbus, J. Moro, C. Troll: Objektorientierte Modellierung eines Qualitätsinformationssystems, Juni 1995
- Heft 115:** Th. Allweyer: Modellierung und Gestaltung adaptiver Geschäftsprozesse, Mai 1995
- Heft 114:** W. Hoffmann, A.-W. Scheer, M. Hoffmann: Überführung strukturierter Modellierungsmethoden in die Object Modeling Technique (OMT), März 1995
- Heft 113:** P. Hirschmann, A.-W. Scheer: Konzeption einer DV-Unterstützung für das überbetriebliche Prozeßmanagement, November 1994
- Heft 112:** A.-W. Scheer, M. Nüttgens, A. Graf v. d. Schulenburg: Informationsmanagement in deutschen Großunternehmen - Eine empirische Erhebung zu Entwicklungsstand und -tendenzen, November 1994
- Heft 111:** A.-W. Scheer: ARIS-Toolset: Die Geburt eines Softwareproduktes, Oktober 1994
- Heft 110:** M. Remme, A.-W. Scheer: Konzeption eines leistungsketteninduzierten Informationssystemmanagements, September 1994
- Heft 109:** Th. Allweyer, P. Loos, A.-W. Scheer: An Empirical Study on Scheduling in the Process Industries, July 1994
- Heft 108:** J. Galler, A.-W. Scheer: Workflow-Management: Die ARIS-Architektur als Basis eines multimedialen Workflow-Systems, Mai 1994
- Heft 107:** R. Chen, A.-W. Scheer: Modellierung von Prozeßketten mittels Petri-Netz-Theorie, Februar 1994
- Heft 106:** W. Hoffmann; R. Wein; A.-W. Scheer: Konzeption eines Steuerungsmodells für Informationssysteme - Basis für die Real-Time-Erweiterung der EPK (rEPK), Dezember 1993
- Heft 105:** A. Hars; V. Zimmermann; A.-W. Scheer: Entwicklungslinien für die computergestützte Modellierung von Aufbau- und Ablauforganisation, Dezember 1993

- Heft 104:** A. Traut; T. Geib; A.-W. Scheer: Sichtgeführter Montagevorgang - Planung, Realisierung, Prozeßmodell, Juni 1993
- Heft 103:** wird noch nicht verlegt
- Heft 102:** P. Loos: Konzeption einer graphischen Rezeptverwaltung und deren Integration in eine CIP-Umgebung - Teil 1, Juni 1993
- Heft 101:** W. Hoffmann, J. Kirsch, A.-W. Scheer: Modellierung mit Ereignisgesteuerten Prozeßketten (Methodenbuch, Stand: Dezember 1992), Januar 1993
- Heft 100:** P. Loos: Representation of Data Structures Using the Entity Relationship Model and the Transformation in Relational Databases, January 1993
- Heft 99:** H. Heß: Gestaltungsrichtlinien zur objektorientierten Modellierung, Dezember 1992
- Heft 98:** R. Heib: Konzeption für ein computergestütztes IS-Controlling, Dezember 1992
- Heft 97:** Chr. Kruse, M. Gregor: Integrierte Simulationsmodellierung in der Fertigungssteuerung am Beispiel des CIM-TTZ Saarbrücken, Dezember 1992
- Heft 96:** P. Loos: Die Semantik eines erweiterten Entity-Relationship-Modells und die Überführung in SQL-Datenbanken, November 1992
- Heft 95:** R. Backes, W. Hoffmann, A.-W. Scheer: Konzeption eines Ereignisklassifikationssystems in Prozeßketten, November 1992
- Heft 94:** Chr. Kruse, A.-W. Scheer: Modellierung und Analyse dynamischen Systemverhaltens, Oktober 1992
- Heft 93:** M. Nüttgens, A.-W. Scheer, M. Schwab: Integrierte Entsorgungssicherung als Bestandteil des betrieblichen Informations-managements, August 1992
- Heft 92:** A. Hars, R. Heib, Chr. Kruse, J. Michely, A.-W. Scheer: Approach to classification for information engineering - methodology and tool specification, August 1992
- Heft 91:** C. Berkau: Konzept eines controllingbasierten Prozeßmanagers als intelligentes Multi-Agent-System, Januar 1992
- Heft 90:** C. Berkau, A.-W. Scheer: VOKAL (System zur Vorgangskettendarstellung), Teil 2: VKD-Modellierung mit Vokal, Dezember 1991 (wird nicht verlegt)
- Heft 89:** G. Keller, M. Nüttgens, A.-W. Scheer: Semantische Prozeßmodellierung auf der Grundlage "Ereignisgesteuerter Prozeßketten (EPK)", Januar 1992
- Heft 88:** W. Hoffmann, B. Maldener, M. Nüttgens, A.-W. Scheer: Das Integrationskonzept am CIM-TTZ Saarbrücken (Teil 2: Produktionssteuerung), Januar 1992
- Heft 87:** M. Nüttgens, G. Keller, S. Stehle: Konzeption hyperbasierter Informationssysteme, Dezember 1991
- Heft 86:** A.-W. Scheer: Koordinierte Planungsinself: Ein neuer Lösungsansatz für die Produktionsplanung, November 1991
- Heft 85:** W. Hoffmann, M. Nüttgens, A.-W. Scheer, St. Scholz: Das Integrationskonzept am CIM-TTZ Saarbrücken (Teil 1: Produktionsplanung), Oktober 1991
- Heft 84:** A. Hars, R. Heib, Ch. Kruse, J. Michely, A.-W. Scheer: Concepts of Current Data Modelling Methodologies - A Survey - 1991
- Heft 83:** A. Hars, R. Heib, Ch. Kruse, J. Michely, A.-W. Scheer: Concepts of Current Data Modelling Methodologies - Theoretical Foundations - 1991
- Heft 82:** C. Berkau: VOKAL (System zur Vorgangskettendarstellung und -analyse), Teil 1: Struktur der Modellierungsmethode - Dezember 1991 (wird nicht verlegt)
- Heft 81:** A.-W. Scheer: Papierlose Beratung - Werkzeugunterstützung bei der DV-Beratung, August 1991
- Heft 80:** G. Keller, J. Kirsch, M. Nüttgens, A.-W. Scheer: Informationsmodellierung in der Fertigungssteuerung, August 1991
- Heft 79:** A.-W. Scheer: Konsequenzen für die Betriebswirtschaftslehre aus der Entwicklung der Informations- und Kommunikationstechnologien, Mai 1991
- Heft 78:** H. Heß: Vergleich von Methoden zum objektorientierten Design von Softwaresystemen, August 1991
- Heft 77:** W. Kraemer: Ausgewählte Aspekte zum Stand der EDV-Unterstützung für das Kostenmanagement: Modellierung benutzerindividueller Auswertungssichten in einem wissensbasierten Controlling-Leitstand, Mai 1991
- Heft 76:** Ch. Houy, J. Klein: Die Vernetzungsstrategie des Instituts für Wirtschaftsinformatik - Migration vom PC-Netzwerk zum Wide Area Network (noch nicht veröffentlicht)
- Heft 75:** M. Nüttgens, St. Eichacker, A.-W. Scheer: CIM-Qualifizierungskonzept für Klein- und Mittelunternehmen (KMU), Januar 1991
- Heft 74:** R. Bartels, A.-W. Scheer: Ein Gruppenkonzept zur CIM-Einführung, Januar 1991
- Heft 73:** A.-W. Scheer, M. Bock, R. Bock: Expertensystem zur konstruktionsbegleitenden Kalkulation, November 1990
- Heft 72:** M. Zell: Datenmanagement simulationsgestützter Entscheidungsprozesse am Beispiel der Fertigungssteuerung, November 1990
- Heft 71:** D. Aue, M. Baresch, G. Keller: URMEL, Ein UnteRnehmensModELLierungsansatz, Oktober 1990

- Heft 70:** St. Spang, K. Ibach: Zum Entwicklungsstand von Marketing-Informationssystemen in der Bundesrepublik Deutschland, September 1990
- Heft 69:** A.-W. Scheer, R. Bartels, G. Keller: Konzeption zur personalorientierten CIM-Einführung, April 1990
- Heft 68:** W. Kraemer: Einsatzmöglichkeiten von Expertensystemen in betriebswirtschaftlichen Anwendungsgebieten, März 1990
- Heft 67:** A.-W. Scheer: Modellierung betriebswirtschaftlicher Informationssysteme (Teil 1: Logisches Informationsmodell), März 1990
- Heft 66:** W. Jost, G. Keller, A.-W. Scheer: CIMAN - Konzeption eines DV-Tools zur Gestaltung einer CIM-orientierten Unternehmensarchitektur, März 1990
- Heft 65:** A. Hars, A.-W. Scheer: Entwicklungsstand von Leitständen^[1], Dezember 1989
- Heft 64:** C. Berkau, W. Kraemer, A.-W. Scheer: Strategische CIM-Konzeption durch Eigenentwicklung von CIM-Modulen und Einsatz von Standardsoftware, Dezember 1989
- Heft 63:** A.-W. Scheer: Unternehmens-Datenbanken - Der Weg zu bereichsübergreifenden Datenstrukturen, September 1989
- Heft 62:** M. Zell, A.-W. Scheer: Simulation als Entscheidungsunterstützungsinstrument in CIM, September 1989
- Heft 61:** A.-W. Scheer, G. Keller, R. Bartels: Organisatorische Konsequenzen des Einsatzes von Computer Aided Design (CAD) im Rahmen von CIM, Januar 1989
- Heft 60:** A.-W. Scheer, W. Kraemer: Konzeption und Realisierung eines Expertenunterstützungssystems im Controlling, Januar 1989
- Heft 59:** R. Herterich, M. Zell: Interaktive Fertigungssteuerung teilautonomer Bereiche, November 1988
- Heft 58:** A.-W. Scheer: CIM in den USA - Stand der Forschung, Entwicklung und Anwendung, November 1988
- Heft 57:** A.-W. Scheer: Present Trends of the CIM Implementation (A qualitative Survey) Juli 1988
- Heft 56:** A.-W. Scheer: Enterprise wide Data Model (EDM) as a Basis for Integrated Information Systems, Juli 1988
- Heft 55:** D. Steinmann: Expertensysteme (ES) in der Produktionsplanung und -steuerung (PPS) unter CIM-Aspekten, November 1987, Vortrag anlässlich der Fachtagung "Expertensysteme in der Produktion" am 16. und 17.11.1987 in München
- Heft 54:** U. Leismann, E. Sick: Konzeption eines Bildschirmtext-gestützten Warenwirtschaftssystems zur Kommunikation in verzweigten Handelsunternehmungen, August 1986
- Heft 53:** A.-W. Scheer: Neue Architektur für EDV-Systeme zur Produktionsplanung und -steuerung, Juli 1986
- Heft 52:** P. Loos, T. Ruffing: Verteilte Produktionsplanung und -steuerung unter Einsatz von Mikrocomputern, Juni 1986
- Heft 51:** A.-W. Scheer: Strategie zur Entwicklung eines CIM-Konzeptes - Organisatorische Entscheidungen bei der CIM-Implementierung, Mai 1986
- Heft 50:** A.-W. Scheer: Konstruktionsbegleitende Kalkulation in CIM-Systemen, August 1985
- Heft 49:** A.-W. Scheer: Wirtschaftlichkeitsfaktoren EDV-orientierter betriebswirtschaftlicher Problemlösungen, Juni 1985
- Heft 48:** A.-W. Scheer: Kriterien für die Aufgabenverteilung in Mikro-Mainframe Anwendungssystemen, April 1985
- Heft 47:** A.-W. Scheer: Integration des Personal Computers in EDV-Systeme zur Kostenrechnung, August 1984
- Heft 46:** H. Krcmar: Die Gestaltung von Computer am-Arbeitsplatz-Systemen - ablauforientierte Planung durch Simulation, August 1984
- Heft 45:** J. Ahlers, W. Emmerich, H. Krcmar, A. Pocsay, A.-W. Scheer, D. Siebert: EPSOS-D, Ein Werkzeug zur Messung der Qualität von Software-Systemen, August 1984
- Heft 44:** A.-W. Scheer: Schnittstellen zwischen betriebswirtschaftlicher und technische Datenverarbeitung in der Fabrik der Zukunft, Juli 1984
- Heft 43:** A.-W. Scheer: Einführungsstrategie für ein betriebliches Personal-Computer-Konzept, März 1984
- Heft 42:** A.-W. Scheer: Factory of the Future, Vorträge im Fachausschuß "Informatik in Produktion und Materialwirtschaft" der Gesellschaft für Informatik e. V., Dezember 1983
- Heft 41:** H. Krcmar: Schnittstellenprobleme EDV-gestützter Systeme des Rechnungswesens, August 1983, Vortrag anlässlich der 4. Saarbrücker Arbeitstagung "Rechnungswesen und EDV" in Saarbrücken vom 26. - 28.09.1983
- Heft 40:** A.-W. Scheer: Strategische Entscheidungen bei der Gestaltung EDV-gestützter Systeme des Rechnungswesens, August 1983, Vortrag anlässlich der 4. Saarbrücker Arbeitstagung "Rechnungswesen und EDV" in Saarbrücken vom 26. - 28.09.1983
- Heft 39:** A.-W. Scheer: Personal Computing - EDV-Einsatz in Fachabteilungen, Juni 1983
- Heft 38:** A.-W. Scheer: Interaktive Methodenbanken: Benutzerfreundliche Datenanalyse in der Marktforschung, Mai 1983
- Heft 37:** A.-W. Scheer: DV-gestützte Planungs- und Informationssysteme im Produktionsbereich, September 1982

- Heft 36:** A.-W. Scheer: Rationalisierungserfolge durch Einsatz der EDV - Ziel und Wirklichkeit, August 1982, Vortrag anlässlich der 3. Saarbrücker Arbeitstagung "Rationalisierung" in Saarbrücken vom 04. - 06. 10.1982
- Heft 35:** J. Ahlers, W. Emmerich, H. Krcmar, A. Pocsay, A.-W. Scheer, D. Siebert: EPSOS-D, Konzept einer computergestützten Prüfungsumgebung, Juli 1982
- Heft 34:** J. Ahlers, W. Emmerich, H. Krcmar, A. Pocsay, A.-W. Scheer, D. Siebert: EPSOS - Ein Ansatz zur Entwicklung prüfungsgerechter Software-Systeme, Mai 1982
- Heft 33:** A.-W. Scheer: Disposition- und Bestellwesen als Baustein zu integrierten Warenwirtschaftssystemen, März 1982, Vortrag anlässlich des gdi-Seminars "Integrierte Warenwirtschafts-Systeme" in Zürich vom 10. - 12. Dezember 1981
- Heft 32:** A.-W. Scheer: Einfluß neuer Informationstechnologien auf Methoden und Konzepte der Unternehmensplanung, März 1982, Vortrag anlässlich des Anwendergespräches "Unternehmensplanung und Steuerung in den 80er Jahren in Hamburg vom 24. - 25.11.1981

Die Hefte 1 - 31 werden nicht mehr verlegt.