

On-Line Analytical Processing (OLAP)

**Entscheidungsunterstützung von Führungskräften
durch mehrdimensionale Datenbanksysteme**

**Bernd Jahnke
Hans-Dieter Groffmann
Stephan Kruppa**

**Herausgeber:
Professor Dr. Bernd Jahnke, Universität Tübingen
Abteilung für Betriebswirtschaftslehre, insb. Wirtschaftsinformatik
Melanchthonstr. 30, 72074 Tübingen
Telefon: 07071/29-75423, Telefax: 07071/21229
E-Mail: jahnke@uni-tuebingen.de
WWW: <http://www.wiwi.uni-tuebingen.de/lswi/>**

On-Line Analytical Processing (OLAP)

Entscheidungsunterstützung von Führungskräften durch mehrdimensionale Datenbanksysteme

von

*Prof. Dr. Bernd Jahnke
Dr. Hans-Dieter Groffmann
Dipl.-Kfm. Stephan Kruppa*

Abteilung für Betriebswirtschaftslehre,
insb. Wirtschaftsinformatik
Universität Tübingen

{jahnke|groffman|kruppa}@uni-tuebingen.de

Zusammenfassung:

Seit einigen Jahren wird die Eignung von mehrdimensionalen Datenbanksystemen (OLAP) für die Analyseanforderungen von Führungskräften diskutiert. In dem Beitrag wird das OLAP-Konzept vorgestellt und im Hinblick auf die Unterstützung von Führungsentscheidungen untersucht.

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Abbildungsverzeichnis	III
1 Begriff	1
2 Multidimensionaler Charakter betriebswirtschaftlicher Information	4
3 Architektur und Technologie	6
4 Fazit	8
Anhang: Anforderungen an ein OLAP-System nach Codd et al.	10
Literatur	12

Abbildungsverzeichnis

	Seite
Abb. 1: Dimensionen betrieblicher Kennzahlen	4
Abb. 2: OLAP-Architektur	6

1 Begriff

Der Begriff OLAP (On-Line Analytical Processing) wurde 1993 von Codd et al.¹ geprägt. Er umfaßt Konzepte für die Datenversorgung des Managements und der Fachabteilungen, insbesondere im Bereich der Entscheidungsunterstützung und der Datenanalyse. Codd et al. grenzen ihn bewußt gegen den Begriff OLTP (On-Line Transaction Processing) ab, der typisch für die Informationsverarbeitung im Bereich der operativen Systeme ist. Während beim OLTP in der Regel aktuelle Detailinformation, die gemäß den Anforderungen der darauf zugreifenden operativen Anwendungssysteme abgespeichert sind, satzweise abgefragt werden, finden bei OLAP aggregierte und historische Daten Verwendung, wobei i. d. R. eine Vielzahl von Sätzen involviert sind².

OLTP-Systeme sind aus mehreren Gründen für die Analyseanforderungen des Managements und der Fachabteilungen ungeeignet:

- Der Endanwender verfügt i. d. R. nicht über ausreichende Kenntnisse in einer Sprache der 4. Generation, um geeignete Anfragen zu formulieren. U. U. wird durch eine ungeschickte Abfrage ein ganzes Rechnersystem blockiert. Beispielsweise soll der Umsatzanteil eines Kunden am Gesamtumsatz aller Kunden ermittelt werden. Dazu müssen alle Sätze einer Auftrags-tabelle gelesen werden (sogenannter „Table Scan“), soweit auf dem Umsatzfeld kein Index definiert ist! Problematisch ist auch, daß oftmals trotz einer korrekten Syntaktik der Abfrage ein semantischer Fehler vorliegt.
- Bei nicht standardisierten Informationsbedürfnissen müssen i. d. R. Fachkräfte des DV-Bereichs eingesetzt werden. Dadurch ergeben sich z. T. erhebliche Wartezeiten für die Durchführung einer Informationsabfrage. Oftmals führen unklar formulierte Anfragen seitens der Anwender zu Mißverständnissen.
- Die Weiterverarbeitung von operativen Daten erfolgt benutzerindividuell über Endbenutzerwerkzeuge. Die entsprechenden Transformationen sind oftmals nicht standardisiert. Dadurch wird die Vergleichbarkeit und Aussagefähigkeit der Daten u. U. erheblich eingeschränkt.
- Die Basisdaten sind i. d. R. über mehrere operative Systeme verteilt. Der Endbenutzer muß Kenntnisse über die Existenz, den Speicherort und die Speicherart der Basisdaten besitzen.

¹ vgl. Codd, E. F./ Codd, S. B./ Salley, C. T.: Providing OLAP (On-Line Analytical Processing to User-Analyst: An IT Mandate, E. F. Codd & Associates, 1993.

² vgl. Friend, D.: An introduction to OLAP, Pilot Software, Cambridge, MA 1994.

Zumeist ist eine Transformation der Daten erforderlich, um sie sinnvoll für betriebswirtschaftliche Fragestellungen heranzuziehen.

Das OLAP-Konzept will für diese Probleme Abhilfe schaffen. Codd et al. formulieren in Analogie zu den 12 Codd'schen Regeln für ein Relationales Datenbanksystem 12 Regeln, denen ein OLAP-System entsprechen muß (vgl. Anhang, S. 10). Diese Anforderungen sind nicht unwidersprochen geblieben. So wurde z. B. der Vorwurf laut, daß sie zu stark auf ein bestimmtes Produkt ausgerichtet sind (Die Veröffentlichung des Aufsatzes wurde durch den OLAP-Anbieter Arborsoft unterstützt). Aus diesem Grund haben Hersteller, die die Vorzüge ihrer eigenen Produkte hervorheben wollen, sowie die Gartner Group und Codd selbst noch weitere Regeln dem Anforderungskatalog hinzugefügt. Insgesamt existieren derzeit ca. 50 Regeln³. Problematisch bleibt jedoch bei diesen Regeln, daß Anforderungen an ein OLAP-System mit den Techniken, wie diese Anforderungen zu erreichen sind, vermengt werden.

Pendse und Creeth fassen deshalb die wesentliche Charakteristika von OLAP unter dem Akronym FASMI (Fast Analysis of Shared Multidimensional Information) zusammen⁴:

- „*Fast*“: Ein OLAP-Werkzeug soll einen möglichst schnellen Zugriff auf die Daten ermöglichen und zwar im Schnitt 5 Sekunden. Selbst aufwendige Abfragen sollten nicht länger als 20 Sekunden benötigen, zumindest sollten sich die Abfragezeiten linear zum Abfragevolumen verhalten.
- „*Analysis*“: OLAP sollte mit Geschäftslogik und statistischen Analysen umgehen können, die für den Endbenutzer im Rahmen von Datenanalysen relevant sind. Dies alles sollte ohne Einsatz einer Sprache der 4. Generation möglich sein. Typische Analyseformen sind Zeitreihenvergleiche, Was-wäre-wenn-Simulationen, das Ausnahmeberichts Wesen, Währungsumrechnungen usw.
- „*Shared*“: Die OLAP-Datenbasis muß von mehreren Benutzern gleichzeitig zu nutzen sein. Während dies bei lesenden Zugriffen unproblematisch ist, ergeben sich bei Schreibvorgängen z. T. erhebliche Schwierigkeiten, da durch den großen Anteil an verdichteten Daten u. U. eine Neuberechnung eines Großteils des Datenbestands erforderlich wird. Weiterhin muß ein benutzerabhängiger Zugriffsschutz eingerichtet sein, da es nicht sinnvoll ist, jedem Endbenutzer die gleichen Rechte auf dem Datenbestand zuzugestehen.

³ vgl. Pendse, N./ Chreeth, R. F.: Synopsis of the OLAP-Report, <http://kiwi.futuris.net/busintel/synopsis.htm>.

⁴ vgl. Pendse, N./ Chreeth, R. F.: Synopsis of the OLAP-Report, <http://kiwi.futuris.net/busintel/synopsis.htm>.

- „*Multidimensional*“: Mit OLAP soll es darüber hinaus möglich sein, multidimensionale betriebliche Kennzahleninformationen effizient zu speichern und den Endanwendern bei Bedarf direkt für unterschiedliche Analysen zur Verfügung zu stellen.
- „*Information*“: Es soll die gesamte, von den Benutzern benötigte Informationen bereitgestellt werden, unabhängig von der Datenmenge und -herkunft.

Das OLAP-Konzept läßt sich als Teilaspekt in das begrifflich umfassendere Data-Warehouse-Konzept einordnen. Beim Data Warehouse werden auch die produktiven Daten aus der Transaktionsverarbeitung von entscheidungsrelevanten Daten getrennt, d. h. aus den operativen Datenbeständen extrahiert und in separaten Datenbanken gehalten. „A data warehouse is a subject-oriented, integrated, time-variant, nonvolatile collection of data in support of management’s decision making process.“⁵. Über die multidimensionale Zahleninformation des OLAP-Ansatzes hinaus bezieht es jedoch auch alle übrigen Datenarten, wie z. B. Dokumente oder Bilddaten, ein.

⁵ Inmon, W. H./ Hackathorn, R. D.: Using the Data Warehouse, New York u.a. 1994.

2 Multidimensionaler Charakter betriebswirtschaftlicher Information

Im Zentrum vieler betriebswirtschaftlicher Fragestellungen stehen Kennzahlen. Für die Unternehmensführung stellen sie ein zentrales Instrument zur Quantifizierung vieler Entscheidungsprobleme dar. Im Rahmen der entscheidungsorientierten Betriebswirtschaftslehre werden sie zur Planung, Vorgabe und Koordination, zur Kontrolle und zur Früherkennung eingesetzt⁶. Während bei der externen Kennzahlenanalyse, etwa zur Früherkennung, häufig dreidimensionale Kennzahlendatenmodelle ausreichen, bei denen eine betriebswirtschaftliche Kennzahl, wie z. B. der Cash Flow, für unterschiedliche Geschäftsbereiche (Objekte) in unterschiedlichen Zeiträumen ermittelt werden kann, erlauben die detaillierten Informationen der operativen Informationssysteme komplexe Analysen zur Unterstützung der internen Entscheidungsprozesse. Bei der Selektion einzelner Zahleninformationen, wie z. B. „4711“, aus den transaktionsorientierten Systemen, wird versucht, die Kennzahl möglichst ausführlich zu beschreiben (vgl. Abbildung 1), um sie für den Benutzer flexibel auswertbar zu machen und somit das betriebliche Geschehen, sowohl durch verdichtete Informationen als auch Einzelinformationen abbilden zu können. Im Gegensatz zur Grundrechnung von Riebel, in der nur die Einzelkosten zurechenbar gehalten werden, bietet OLAP ein allgemeines Konzept zur Verwaltung jedweder multidimensionaler Zahleninformation.

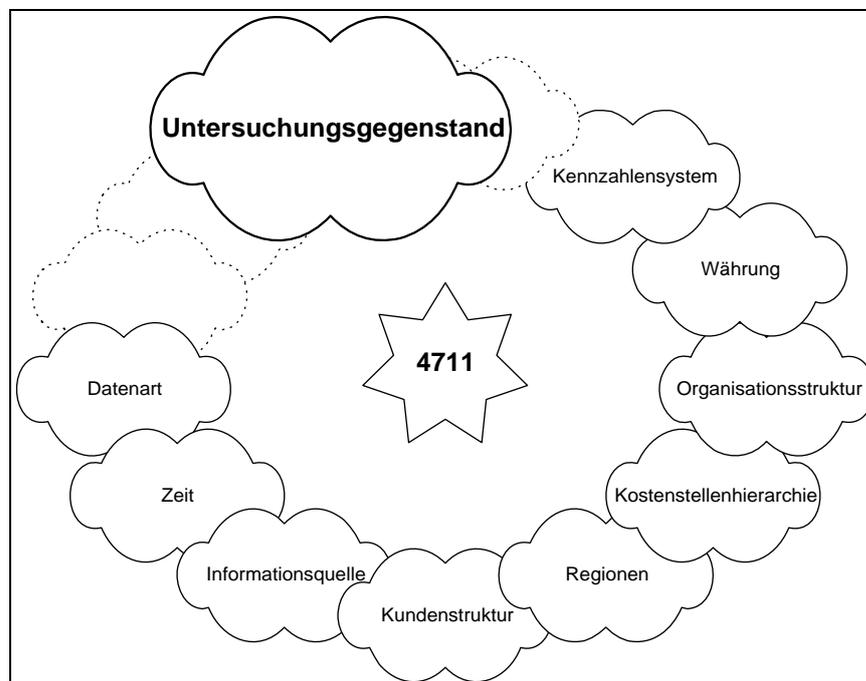


Abb. 1: Dimensionen betrieblicher Kennzahlen

⁶ Groffmann, H.-D.: Kennzahlendatenmodelle (KDM) als Grundlage aktiver Führungsinformationssysteme, 1992, in: Rau, K.-H./ Stickel, E. (Hrsg.): Daten- und Funktionsmodellierung. Erfahrungen - Konzepte - Perspektiven, Wiesbaden 1992, S. 9.

Die Anzahl der Dimensionen, die für die angemessene Beschreibung notwendig sind, variieren von Fall zu Fall. Während der Umsatz häufig nach Kunden, Regionen und Vertriebsseinheiten sinnvoll unterschieden werden kann, lassen sich Pensionsrückstellungen nicht derartig aufschlüsseln. Um dem Benutzer den Umgang mit den OLAP-Daten zu erleichtern, werden Kennzahlen, die sich durch gleiche Dimensionen beschreiben lassen, in Informationskomplexe - auch Tabellen oder Würfel genannt - zusammengefaßt.

Einige Dimensionen von Kennzahlen weisen Besonderheiten auf. Beispielsweise ist es für die Dimensionen „Produkt“ und „Region“ möglich, Verdichtungshierarchien zu beschreiben. Produkte können zu Produktgruppen bzw. Teilregionen zu Ländern oder Kontinenten aggregiert werden. Denkbar sind hier auch mehrere Hierarchien innerhalb einer Dimension. So können beispielsweise Städte im Rahmen der Dimension Region zum einen nach Bundesländern, zum anderen nach Postleitzahlen aggregiert werden. Die Zeit stellt bei den meisten Analysen eine zentrale Dimension dar. Historische Daten sind für Planungs-, Prognose- und Kontrollzwecke unbedingt erforderlich. Aggregationen erfordern jedoch z. T. eine komplexe Zeitarithmetik (Verdichtung von Wochen zu Quartalen). Kennzahlen verhalten sich bei der Betrachtung im Zeitablauf unterschiedlich. Beispielsweise können Umsatzgrößen als Bewegungszahlen über die Zeit hinweg aggregiert werden, während dies bei Bestandsgrößen wenig sinnvoll ist. Hier bieten sich bestimmte Zeitpunkte, z. B. Endwerte oder Durchschnittsgrößen an.

3 Architektur und Technologie

Die OLAP-Architektur wird in drei Ebenen unterteilt (vgl. Abbildung 2): die Datenversorgungsebene, die Ebene des OLAP-Servers und die Ebene der Endbenutzerwerkzeuge. Auf der untersten Ebene befinden sich die operativen OLTP-Systeme. Aus ihnen werden die Daten extrahiert, neu kodiert und neu strukturiert in den OLAP-Server eingestellt. Der OLAP-Server stellt seinen Datenbestand den Endbenutzerwerkzeugen zur Verfügung.

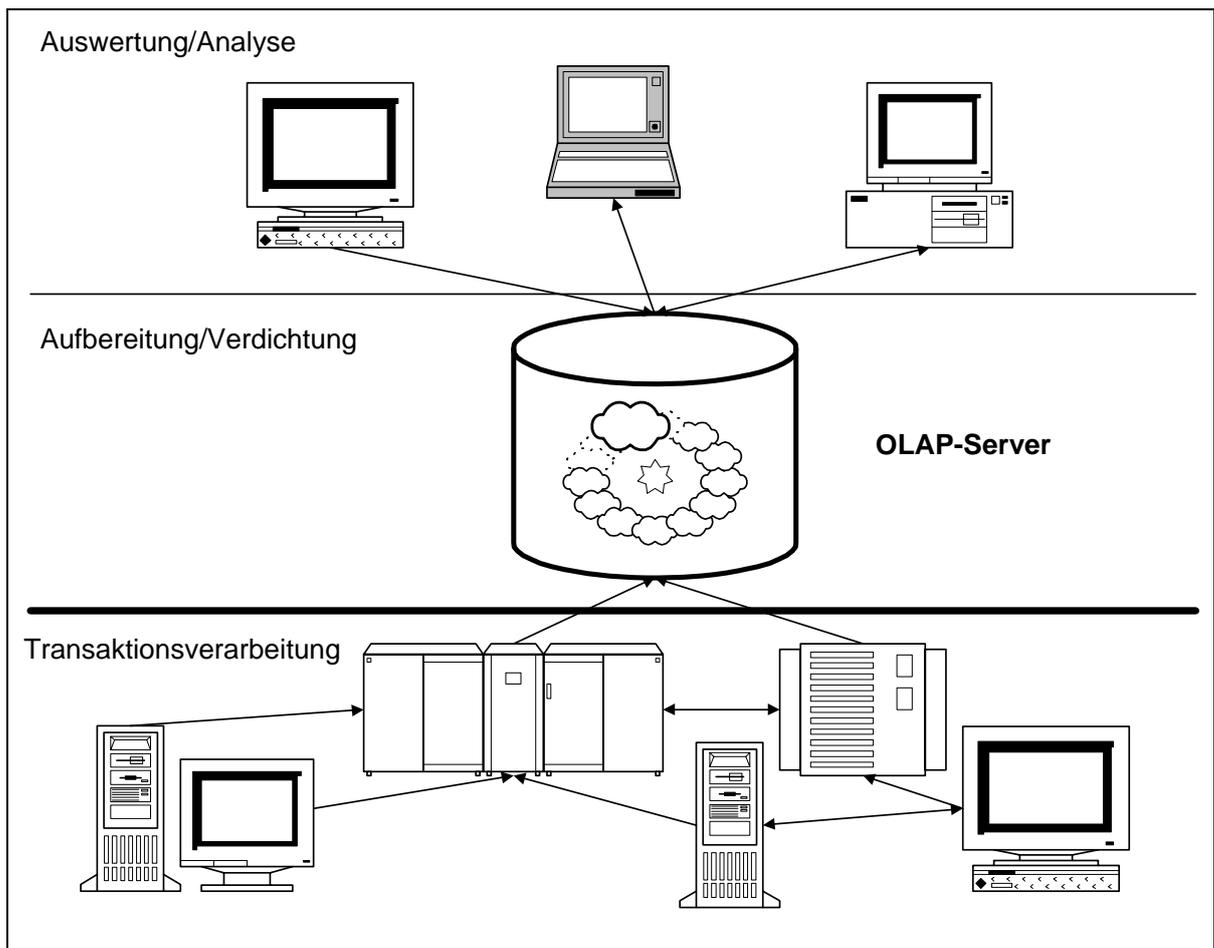


Abb. 2: OLAP-Architektur

Bei den Endbenutzerwerkzeugen handelt es sich um Auswertungswerkzeuge für komplexe Analysen, wie z. B. Führungsinformationssysteme⁷ oder Entscheidungsunterstützungssysteme. Neben speziell auf den OLAP-Server ausgerichteten OLAP-Clients werden häufig Tabellenkalkulationsprogramme wie Excel oder Lotus 123 eingesetzt. Mit ihrer Kalkulationsblatt-methapher kommen sie der Arbeitsweise mit multidimensionalen Zahleninformationen entgegen-

⁷ vgl. Jahnke, B.: Entscheidungsunterstützung der oberen Führungsebene durch Führungsinformationssysteme, in: Preßmar, D. B. (Hrsg.): Informationsmanagement, Wiesbaden 1993.

gen. Das Kalkulationsblatt stellt dabei einen zweidimensionalen Ausschnitt aus dem multidimensionalen „Würfel“ dar. Während zwei Dimensionen in den Zeilen und Spalten abgetragen werden, werden die anderen Dimensionen festgehalten. Allen Endbenutzerwerkzeugen gemeinsam ist die Möglichkeit, sich durch die OLAP-Datenbasis über verschiedene Detaillierungsebenen zu navigieren (Drill-Down- bzw. Roll-Up-Funktionalität). Durch Drehen des multidimensionalen Würfels und zweidimensionale Schnitte sind beliebige Perspektiven auf das Datenmaterial möglich (Slice-and-Dice).

Der OLAP-Server auf der zweiten Ebene der OLAP-Architektur sorgt dafür, daß die Daten aus den operativen Systemen den Endbenutzerwerkzeugen in einer adäquaten, multidimensionalen Form zur Verfügung gestellt werden. Dazu hält er i. d. R. einen eigenen Datenbestand in Form einer Datenbank. Bei der Verwaltung dieser Datenbank kommen entweder relationale oder spezielle, multidimensionale Datenbankmanagementsysteme zum Einsatz. Die Verwendung einer multidimensionalen Datenbank hat den Vorteil, daß hier ein zweckmäßigeres, auf diese spezielle Fragestellung angepaßtes Datenmodell eingesetzt wird. Dadurch wird die Modellierung und daran anschließend die Optimierung erheblich vereinfacht. Die Schnittstelle zu den Endbenutzerwerkzeugen gestaltet sich ebenfalls einfacher, da keine Umsetzung mehr von den flachen Strukturen eines relationalen Datenmodells auf die mehrdimensionale Sichtweise notwendig ist.

Multidimensionale Datenbanksysteme bieten darüber hinaus den Vorteil, über eine eingebaute Funktionalität für die Handhabung der multidimensionalen Information zu verfügen, die bei einem relationalen System erst durch Programmierung hinzugefügt werden muß. Nachteilig erweist sich gegebenenfalls der zusätzliche Einsatz einer neuen Datenbanktechnologie in der betrieblichen Informationsinfrastruktur, die neue Administrationskenntnisse erfordert.

Das Argument, daß die operationalen Daten bereits in relationaler Form vorliegen und damit einfacher aufzubereiten sind, greift jedoch nicht, da die Daten aus Performancegesichtspunkten in jedem Fall in ein spezielles Datenmodell überführt werden müssen. Dabei kommt i. d. R. das sog. „Star-Schema“ zum Einsatz. Die eigentlichen Kennzahleninformationen werden hier in einer Faktentabelle abgelegt. Diese Faktentabelle enthält - entsprechend der Dimensionalität der Kennzahl- mehrere Fremdschlüsselfelder, die auf die einzelnen Dimensionstabellen verweisen. Ordnet man dieses Tabellen grafisch so an, daß die Faktentabelle im Zentrum steht und sich die Dimensionen um diese herum verteilen, ergibt sich die charakteristische Sternform dieses Datenmodells. Zur Abbildung der hierarchischen Struktur der Dimensionen

wird dieses Schema oft um weitere Verdichtungstabellen erweitert und dann als „Snowflake-Schema“ bezeichnet⁸.

4 Fazit

Ihren Einsatzbereich haben OLAP-Werkzeuge im Bereich der Datenanalyse und in der Handhabung großer Datenmengen. Für den Endbenutzer bieten sie eine schnelle Zugriffsmöglichkeit auf eine umfangreiche Datenmenge und damit die Möglichkeit, sich sukzessive und assoziativ durch den Datenbestand zu navigieren. Ergeben sich aufgrund der betrachteten Daten neue Fragestellungen, kann er diese umgehend weiterverfolgen, ohne mit seinen neuen Anfragen auf die DV-Abteilung zurückgreifen zu müssen. Der generische Datenbestand ermöglicht ihm flexible Analysen und Quasi-Ad-Hoc-Abfragen. Der Endbenutzer hat einen einfacheren, intuitiveren Zugang zu multidimensionalen Informationen. Er muß keine spezielle Abfragesprache wie z. B. SQL lernen, sondern kann häufig Endbenutzerwerkzeuge einsetzen mit denen er bereits vertraut ist, wie etwa Microsoft Excel. Dies spart u. a. Schulungskosten und erhöht die Akzeptanz. Durch die einheitliche Datenbasis ist jederzeit die Konsistenz der Datenbasis gewährleistet. Ein OLAP-Server ist damit die Basis für verschiedene Managementsupportsysteme innerhalb eines Unternehmens.

Für den Entwickler/Modellierer ergibt sich ein geringerer Modellierungs- und Pflegeaufwand. Es müssen nicht mehr für jede Fragestellung Abfragen aus den operativen Datenbeständen generiert werden. Beim Einsatz einer multidimensionalen Datenbank wird die Modellierung durch ein zweckorientierteres Datenmodell zusätzlich vereinfacht. Durch die spezielle Struktur eines multidimensionalen Datenbanksystems ist eine Optimierung im Bereich des physischen Schemas leicht zu erreichen. Spezielle Analysefunktionalität muß nicht extra programmiert werden, sondern ist bereits inhärent im OLAP-Server vorhanden.

Beim OLAP-Ansatz handelt es sich um ein Technikkonzept, das insbesondere Anforderungen aus dem Managementsupport-Bereich unterstützt. Neben der Zugriffsoptimierung und der Speichereffizienz soll insbesondere eine Struktureffizienz der analytischen Daten erreicht werden.

Die Grenzen dieses Ansatzes liegen in der Aufnahme von textuellen und/oder multimedialen Informationen. Dafür werden auch weiterhin Dokumentendatenbanken oder relationale Sys-

⁸ vgl. *Peterson S.*: Stars: A Pattern Language for Query Optimized Schema, Portland Pattern Repository, 1994, <http://c2.com/ppr/stars.html>.

teme eingesetzt. Das OLAP-Konzept ist keine Alternative zu herkömmlichen Datenbanktechnologien, sondern ist als sinnvolle Ergänzung zu begreifen. Auch wenn theoretisch die Handhabung von sehr großen Datenmengen möglich ist (Terabyte-Bereich), so bleibt doch das Problem sich in den Datenmengen zu orientieren. Die oben dargestellte Navigationsfunktionalität, gekoppelt u. U. an ein passives Ausnahmeberichtswesen (Exception Reporting) über die typische Ampelfunktionalität von Führungsinformationssystemen, reicht nicht aus, dies zu beheben. Sinnvoll ist es hier, das OLAP-Konzept um aktive Konzepte zu erweitern, wie sie beispielsweise im Bereich des Data Mining angewendet werden⁹.

⁹ vgl. *Bissantz, N./ Hagedorn, J.*: Data Mining (Datenmustererkennung), in: *Wirtschaftsinformatik*, H. 5, Jg. 35 (1993), S. 481-487.

Anhang: Anforderungen an ein OLAP-System nach Codd et al.

1. Multidimensionale konzeptionelle Sicht auf die Daten

Fragestellungen im Rahmen der Datenanalyse sind i. d. R. multidimensional. Das OLAP-Werkzeug muß deshalb eine mehrdimensionale Sicht auf das Datenmaterial ermöglichen. Durch diese adäquate Darstellungsform der Daten wird eine intuitive Analyse möglich. Darüber hinaus wird auch die Datenmodellierung vereinfacht.

2. Transparenz

Die technische Umsetzung der OLAP-Funktionalität muß dem Benutzer vollständig verborgen bleiben. Er muß sich nur mit der ihm gewohnten Oberfläche auseinandersetzen.

3. Zugriffsmöglichkeiten

Dem Benutzer muß über das OLAP-Werkzeug der Zugriff auf alle für seine Analysen relevanten Unternehmensdaten möglich sein. Das OLAP-Werkzeug muß gewährleisten, daß diese Daten aus den operativen Systemen heraus bereitgestellt werden.

4. Konsistente Leistungsfähigkeit

Die Abfragegeschwindigkeit sollte unabhängig von der Anzahl der Dimensionen und der festgelegten Verdichtungsebene des Zahlenmaterials sein. Klaffen die Antwortzeiten zu weit auseinander, käme es u. U. zu Ausweichstrategien des Benutzers bei der Navigation durch den Datenbestand.

5. Client-Server-Architektur

Da die notwendigen Basisdaten i. d. R. auf unterschiedlichen Systemen abgelegt sind, ist es unbedingt erforderlich, daß das OLAP-System in einer Client-Server-Umgebung eingebunden werden kann. Dazu muß es auf unterschiedlichste Quellen zugreifen und diese logisch integrieren können.

6. Generische Dimensionen

Die einzelnen Dimensionen sollten hinsichtlich ihrer Struktur und Funktionalität einheitlich sein. Dimensionen mit „Spezialfunktionalität“ sollten vermieden werden. Dies gewährleistet die Einfachheit des Datenmodells und die leichte Übertragbarkeit der Daten zwischen OLAP-Werkzeugen verschiedener Hersteller.

7. Dynamische Handhabung dünn besetzter Matrizen

Das physische Schema des OLAP-Systems muß an das logische angepaßt sein. Nur dadurch sind die Leistungsanforderungen zu erfüllen. I. d. R. ist eine OLAP-Datenbank in Bezug auf ihre theoretisch maximale Größe dünn besetzt. Das OLAP-Werkzeug muß sich hinsichtlich der Speicherungsform der konkreten Datenverteilung anpassen und die adäquaten Zugriffsformen realisieren.

8. Mehrbenutzerunterstützung

Um die Vorteile des OLAP-Konzepts umsetzen zu können, wird i. d. R. mehr als ein Endbenutzer auf die Datenbasis zugreifen. Wie andere DBMS auch muß der OLAP-Server dies unterstützen.

9. Unbeschränkte dimensionsübergreifende Operationen

Berechnungen erfolgen nicht nur innerhalb einer Dimensionen (beispielsweise in Form von Aggregationen, z. B. Produkte zu Produktgruppen), sondern es werden oft mehrere Dimensionen miteinbezogen. Es muß eine Möglichkeit bestehen, solche Berechnungsvorschriften in der OLAP-Datenbasis festzuhalten.

10. Intuitive Datenanalyse

Die Navigation und Manipulation innerhalb der OLAP-Datenbasis sollte intuitiv erfolgen.

11. Flexibles Berichtswesen

Die Berichterstellung muß flexibel möglich sein. Beliebige Ausschnitte aus der Datenbasis müssen abgefragt und gegenseitig gegenübergestellt werden können.

12. Unbegrenzte Anzahl von Dimensionen und Konsolidierungsebenen

Hinsichtlich der Anzahl der Dimensionen und der einzelnen Konsolidierungsebenen innerhalb einer Dimension dürfen keinerlei Beschränkungen vorhanden sein. Dies ist für eine möglichst strukturgleiche Abbildung betriebswirtschaftlicher Sachverhalte erforderlich.

Literatur

- Bissantz, N./Hagedorn, J.:* Data Mining (Datenmustererkennung), in: Wirtschaftsinformatik, H. 5, Jg. 35 (1993), S. 481-487.
- Codd, E. F.:* OLAP. On-Line Analytical Processing mit TM/1, M.I.S. GmbH, Darmstadt 1994.
- Codd, E. F./Codd, S. B./Salley, C. T.:* Providing OLAP (On-Line Analytical Processing) to User-Analysts: An IT Mandate, E. F. Codd&Associates, 1993.
- Dierks, Jürgen:* Mehrdimensionale Analysen. Wie aus Daten Informationen werden, in: iX, H. 5, (1995), S. 16-17.
- Farner, G.:* Evaluating On-Line Analytical Processing (OLAP) Systems. Extending Codd's 12 OLAP Evaluation Rules Reviewing Express Against These Rules, IRI Software, Waltham, MA 1994.
- Finkelstein, R.:* Understanding the Need for On-Line Analytical Servers, Arbor Software, 1994]
- Friend, D.:* An Introduction to OLAP, Pilot Software, Cambridge, MA 1994.
- Groffmann, H.-D.:* Kennzahlendatenmodell (KDM) als Grundlage aktiver Führungsinformationssysteme, in: Rau, K.-H./Stickel, E. (Hrsg.): Daten- und Funktionsmodellierung. Erfahrungen - Konzepte- Perspektiven, Wiesbaden 1992, S. 1-29.
- Inmon, W. H./Hackathorn, R. D.:* Using the Data Warehouse, New York u. a. 1994.
- Jahnke, B.:* Entscheidungsunterstützung der oberen Führungsebene durch Führungsinformationssysteme, in: Preßmar, D. B. (Hrsg.): Informationsmanagement, Bd. 49 der Schriften zur Unternehmensführung, Wiesbaden 1993, S. 123-147.
- Menninger, D.:* OLAP. Turning Corporate Data Into Business Intelligence, Waltham, MA: IRI Software, 1994.
- Pendse, N./Chreeth, R. F.:* Synopsis of the OLAP Report, <http://kiwi.futuris.net/busintel/synopsis.htm>.
- Peterson, S.:* Stars: A Pattern Language for Query Optimized Schema, Portland Pattern Repository, 1994, <http://c2.com/ppr/stars.html>.
- Werner, F.:* On-Line Analytical Processing: OLAP und die Dimensionen der Zeit, in: IT Management, H. 3/4, 1995, S. 43-45.

Das Thema OLAP ist derzeit noch kaum im wissenschaftlichen Bereich thematisiert worden. Die meisten Veröffentlichung wurden von Herstellern herausgegeben. Im Internet sind zahl-

reiche Verweise zu dieser Thematik zu finden. Grundlegende Probleme, Fragen und Diskussionen werden insbesondere in der Usenet-Newsgroup comp.databases.olap behandelt. Folgende Adressen ermöglichen einen Einstieg über das World-Wide-Web (Stand: Mai 1996):

<http://clever.net/dbd/olap/>

<http://kiwi.futuris.net/busintel/>

<http://www.arborsoft.com/>

<http://www.access.digex.net/~grimes/olap/olap.html>

BISHER ERSCHIENENE ARBEITSBERICHTE**1990**

- Band 1 *Jahnke, Bernd*: Konzeption und Entwicklung eines Führungsinformationssystems. (Erschienen in: *Bartmann, Dieter* (Hrsg.): Lösungsansätze der Wirtschaftsinformatik im Lichte der praktischen Bewährung, Berlin/Heidelberg/New York 1991, S. 39-65)
- Band 2 *Wallau, Siegfried*: Akzeptanz betrieblicher Informationssysteme - eine empirische Untersuchung.

1991

- Band 3 *Jahnke, Bernd*: Informationsverarbeitungs-Controlling, Konzepte - Inhalte - Methoden. (Erschienen in: *Huch, Burkhard/Behme, Wolfgang/Schimmelpfeng, Katja* (Hrsg.): EDV-gestützte Controlling-Praxis: Anwendungen in der Wirtschaft, Frankfurt 1992, S. 119-143,
Vorabveröffentlichung in der FAZ - Blick durch die Wirtschaft, 3. 3. 1992, S. 7)
- Band 4 *Fehling, Georg/Groffmann, Hans-Dieter/Jahnke, Bernd*: Entwicklung der Benutzerschnittstelle eines computergestützten Informationssystems im Rahmen des SAA-CUA Konzepts - Dargestellt am Beispiel eines Führungsinformationssystems für die Württembergische Gebäudebrandversicherung.

1992

- Band 5 *Groffmann, Hans-Dieter*: Kennzahlenmodell (KDM) als Grundlage aktiver Führungsinformationssysteme. (Erschienen in: *Rau, Karl-Heinz/Stickel, Eberhard* (Hrsg.): Daten- und Funktionsmodellierung. Erfahrungen - Konzepte - Perspektiven, Wiesbaden 1992, S. 1-29)
- Band 6 *Jahnke, Bernd*: Einsatzkriterien, kritische Erfolgsfaktoren und Einführungsstrategien für Führungsinformationssysteme. (Erschienen in: *Behme, Wolfgang/Schimmelpfeng, Katja* (Hrsg.): Führungsinformationssysteme. Neue Entwicklungstendenzen im EDV-gestützten Berichtswesen, Wiesbaden 1993, S. 29-43)

Band 7 *Jahnke, Bernd/Bächle, Michael*: Produktivität im Softwareentwicklungsprozeß, Problematik und Einflußgrößen.

1993

Band 8 *Jahnke, Bernd*: Entscheidungsunterstützung der oberen Führungsebene durch Führungsinformationssysteme. (Erschienen in: *Preßmar, Dieter B.* (Hrsg.): Informationsmanagement, Band 49 der Schriften zur Unternehmensführung, Wiesbaden 1993, S. 123-147)

Band 9 *Jahnke, Bernd/Groffmann, Hans-Dieter*: Führungsinformationssysteme zwischen Anspruch und Realisierbarkeit.

1994

Band 10 *Jahnke, Bernd/Bächle, Michael/Simoneit, Monika*: Methodische Analyse von Vertriebsprozessen zur Zertifizierungsvorbereitung nach ISO 9004.

(In leicht gekürzter Form erschienen in: *Heilmann, Heidi* et al. (Hrsg.): Handbuch der modernen Datenverarbeitung, Heft 175, Januar 1994, S. 50-60.

Eine englische Fassung des Arbeitsberichts mit dem Titel: Modeling Sales Processes as Preparation for ISO 9004 Certification ist erschienen in: International Journal of Quality & Reliability Management, Quality improvements in manufacturing and service industries: recent trends and perspectives, Vol. 12, No. 9 (1995), pp. 76-99)

Band 11 *Jahnke, Bernd/Tjiok, Clifford*: Business Process Reengineering and Software Systems Strategy. (Erschienen mit dem Titel: Identifying IS Support Alternatives for Business Process Reengineering in: Knowledge and Process Management, No. 1, Vol. 5, 1998, pp. 41-50)

1995

Band 12 *Bächle, Michael/Jahnke, Bernd/Kindler, Achim*: Aufwandschätzung und Produktivität in der Softwareentwicklung. Probleme und Problemlösungsansätze.

Band 13 *Groffmann, Hans-Dieter/Jahnke, Bernd/Kruppa, Stephan*: Information Broker: Kooperative Führungsinformationssysteme in der Finanzwirtschaft.

1996

Band 14 *Bächle*, Michael: Anforderungen an das Qualitätsmanagement der Softwareentwicklung. Produkt- und Prozeßnormen.

Band 15 *Bächle*, Michael/*Jahnke*, Bernd: Unterstützung organisatorischen Lernens in Softwareunternehmen durch Projektdatenbanken.

Band 16 *Jahnke*, Bernd/*Groffmann*, Hans-Dieter/*Kruppa*, Stephan: On-Line Analytical Processing (OLAP). Entscheidungsunterstützung von Führungskräften durch mehrdimensionale Datenbanksysteme. (Erschienen in: *Wirtschaftsinformatik* 38, 1996, S. 321-324)