

Europa-Universität Viadrina Frankfurt (Oder)
Wirtschaftswissenschaftliche Fakultät
Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik
Prof. Dr. Karl Kurbel

Dr. Frank Teuteberg
Enterprise Resource Planning
Wintersemester 2001/02

Seminararbeit zum Thema:

SAP Business Intelligence

Adam Twardoch
Matr.-Nr. 2084
Logenstraße 2/914
D-15230 Frankfurt (Oder)
E-Mail: adam@twardoch.com

Frankfurt (Oder), den 20. Januar 2002

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	3
2	Theoretischer Grundriß	3
2.1	Geschichtlicher Abriß	4
2.2	Entscheidungsortorientierte Informationssysteme (EIS)	4
2.3	Data Warehouse (DW)	5
2.4	Extract, Transform & Load (ETL)	6
2.5	Online Analytical Processing (OLAP).....	7
2.6	Data Cubes.....	9
2.7	Metadaten	10
2.8	Data Mining.....	10
2.9	Business Intelligence (BI)	11
3	mySAP Business Intelligence (BI) und SAP Business Information Warehouse (BW).....	12
3.1	Überblick von SAP BW	13
3.2	Business Content	14
3.3	Datenquellen und -extraktoren.....	14
3.4	Staging Engine	15
3.5	InfoCubes.....	16
3.6	Operational Data Store.....	17
3.7	Metadata Repository.....	17
3.8	OLAP-Prozessor	18
3.9	Administration.....	18
3.10	Präsentation und Analyse.....	19
4	Schlußwort.....	21
5	Literaturverzeichnis.....	22

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Architektur entscheidungsorientierte Informationssysteme	5
Abbildung 2: Architektur eines Data Warehouse	6
Abbildung 3: ETL-Prozeß.....	7
Abbildung 4: Datenstruktur eines Data Cube	9
Abbildung 5: Architektur von SAP BW	13
Abbildung 6: Data Staging	16
Abbildung 7: Beispiel eines InfoCube	16
Abbildung 8: Beispiel einer Modellierung im Administrator Workbench	18
Abbildung 9: BEx Analyzer: Query Builder	19
Abbildung 10: BEx Analyzer: Excel-Add-in.....	20
Abbildung 11: BEx Browser.....	20
Abbildung 12: BW Cockpit.....	20

1 Einleitung

Mit dem Begriff „Geschäftszntelligenz“ („Business Intelligence“) werden seit kurzem Softwaresysteme bezeichnet, die für alle im Unternehmen anfallenden Daten den gesamten Prozess der Datenanbindung und -integration über die Datenspeicherung und -verwaltung bis hin zur Datenauswertung abdecken. Diese Systeme sollen sich den Methoden des Knowledge Management bedienen, um „intelligente“ Datenanalysen und -berichte an das Management zu liefern.

Auch die SAP AG führt eine Softwarelösung im Angebot, die mit dem Begriff „Business Intelligence“ bezeichnet wird:

„mySAP Business Intelligence stellt mit Hilfe von Knowledge Management die Verbindung zwischen ‚denen, die etwas wissen‘ und ‚denen, die etwas wissen müssen‘ her. mySAP Business Intelligence integriert Daten und Informationen aus der gesamten Lösungspalette der E-Business-Plattform mySAP.com. Dazu zählen beispielsweise Komponenten und Werkzeuge zur Analyse der Wertschöpfungskette, der Kundenbeziehungen und des elektronischen Handels – die Ergebnisse werden jeweils über rollenbasierte mySAP Enterprise Portals Unternehmensportale bereitgestellt. mySAP Business Intelligence beinhaltet folgende Komponenten: SAP Business Information Warehouse (SAP BW), SAP Knowledge Management (SAP KM), SAP Strategic Enterprise Management (SAP SEM)“¹.

In der vorliegenden Arbeit sollen zuerst die theoretischen Grundlagen der Problematik erläutert werden, wofür insbesondere auf die Begriffe Business Intelligence und Data Warehouse eingegangen wird. Desweiteren wird die wichtigste Komponente der SAP-Lösung, das Modul Business Information Warehouse (SAP BW) beschrieben. Abschließend folgen eine Beurteilung und ein Ausblick.

2 Theoretischer Grundriß

In der zunehmend vernetzten Ökonomie ist der Umgang mit Informationen nicht mehr taktisches Instrument, sondern strategischer Differenzierungsansatz, so Grothe/Gentsch. Wenn die Anforderungen durch Ausweitung und Beschleunigung des Unternehmensumfeldes drastisch zunehmen, muß auch die methoden- und instrumentenbezogene Unterstützung weiterentwickelt werden. Dem Entscheidungsträger müssen intelligente Instrumente und Infrastrukturen zur Verfügung gestellt

¹ SAP (2002)

werden, damit eine hohe Qualität der Entscheidungsfindung gewährleistet werden kann, meinen die Autoren.²

2.1 Geschichtlicher Abriss

In den 1960er Jahren entstand eine erste Generation von Systemen, die das Management bei seiner alltäglichen Arbeit sowie bei wichtigen Entscheidungen unterstützen sollten – die sog. Management-Informationssysteme (MIS), Führungsinformationssysteme (FIS) oder Führungsunterstützungssysteme (FÜS). Nach der Auffassung von Grothe/Gentsch, gelang den Systemen jedoch aufgrund technischer Defizite, zu euphorischen Versprechungen der Anbieter und überzogener Erwartungen der Anwender kein Durchbruch. Neuer Schwung kam Mitte der 1970er Jahre, und vor allem Anfang der 1980er Jahre, mit der Einführung der Personal Computers auf. Zu dieser Zeit wurden entscheidungsorientierte Informationssysteme, die sog. Decision Support Systems (DSS) und Executive Information Systems (EIS) entwickelt, die durch Interaktionsmöglichkeiten die Bearbeitung individueller Entscheidungsprobleme erlaubt haben. Mitte der 1990er Jahre wurde eine dritte Generation von MIS eingeführt. Diese wurden speziell für die Problematik der Entscheidungsunterstützung entwickelt. Ein wichtiger Ansatz zu dieser Unterstützung wurde 1992 von W. H. Inmon unter dem Namen Data Warehouse³ vorgestellt. Ende der 1990er Jahre wurde der Begriff Business Intelligence eingeführt, der Systeme zur Durchführung komplexer betriebswirtschaftlicher Analysen beschreibt.⁴

2.2 Entscheidungsorientierte Informationssysteme (EIS)

Entscheidungsorientierte Informationssysteme (EIS) setzen sich aus verschiedenen Komponenten zusammen. Es wird von operativen Daten ausgegangen, die sowohl aus betrieblichen Vordaten als auch aus externen Informationsquellen bezogen und in ein Data Warehouse eingeführt werden. Dies geschieht in aufwendigen Prozessen der Extraktion, Transformation und des Ladens (ETL). Mit Hilfe des OLAP-Ansatzes wird eine mehrdimensionale Abbildung dieser Datenbasis erstellt, die anschließend mit Hilfe von Business Intelligence-Werkzeugen ausgewertet wird (vgl. Abbildung 1).⁵ Die Komponenten der Systeme werden in den folgenden Abschnitten erläutert.

² vgl. Grothe/Gentsch (2000), S. 10f.

³ vgl. Inmon (1992)

⁴ vgl. Grothe/Gentsch (2000), S. 13ff.

⁵ vgl. Grothe/Gentsch (2000), S. 19ff., Hashmi (2000), S. 20f.

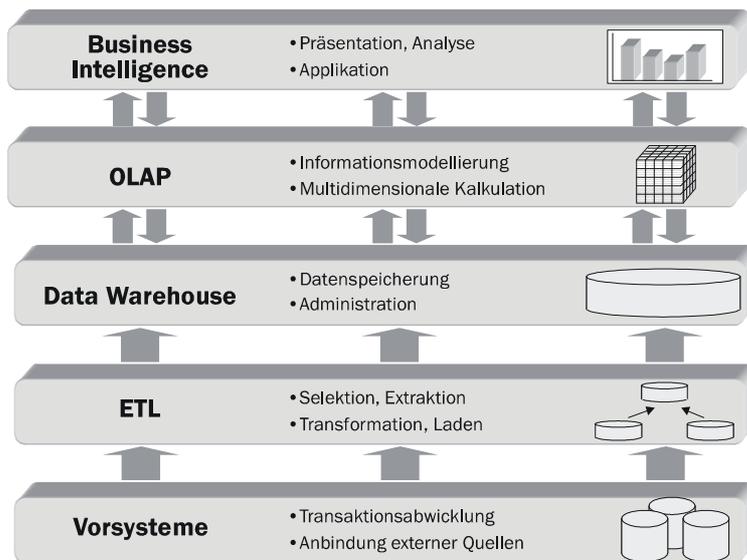


Abbildung 1: Architektur entscheidungsorientierte Informationssysteme ⁶

2.3 Data Warehouse (DW)

Inmon definiert den Begriff Data Warehouse folgendermaßen:

“A data warehouse is a subject-oriented, integrated, time-varying, non-volatile collection of data that is used primarily in organizational decision making.”
(Ein Data Warehouse ist eine themenorientierte, integrierte, zeitbezogene und dauerhafte Ansammlung von Informationen, die vor allem in bei organisatorischen Entscheidungen verwendet wird.) ⁷

Nach Scheer gehört zu einem Data-Warehouse eine integrierte Datenbank mit entscheidungsrelevanten Informationen über die einzelnen Unternehmensbereiche; diese Informationen werden wiederum aus operativen Datenbanken und externen Datenquellen entsprechend dem internen Informationsbedarf herausgefiltert.⁸ Groffman erläutert, daß die Bezeichnung „Warehouse“ auf die Grundidee zurückzuführen ist, nach welcher dem Entscheidungsträger die relevanten Daten wie in einem Selbstbedienungsladen in strukturierter Form zur Verfügung stehen.⁹ Königer/Reithmayer heben hervor, daß ein DW einen einheitlichen Blick auf die Daten des gesamten Unternehmens ermöglicht und Grundlage für umfassende Auswertungen bietet.¹⁰ Inmon betont und erläutert die folgenden vier Aspekte des Begriffes.¹¹

⁶ nach Bange/Schinzer (2001)

⁷ vgl. [14] Inmon (1992)

⁸ vgl. Scheer (1996), S. 74f.

⁹ vgl. Groffmann (1997), S. 10

¹⁰ vgl. Königer/Reithmayer (1998), S. 271

¹¹ zusammengefaßt nach Inmon (1992)

Themenorientierung. Das DW enthält nicht alle Daten des Unternehmens, sondern nur Daten, die der Entscheidungsunterstützung dienen.

Integration. Die Daten werden bei der Übernahme in das DW in dem ETL-Prozeß¹² vereinheitlicht. Trotz großer Heterogenität der Datenquellen erhält man einen konsistenten Datenbestand.

Zeitorientierung. Ein DW ist auf die Analyse von Zeitreihen über längere Zeiträume spezialisiert, um so Trends aufspüren zu können. Eine zeitpunktgenaue Betrachtung spielt für analytische Fragestellungen eine untergeordnete Rolle.

Beständigkeit. Die Daten des DW sind unveränderlich und können meistens nur lesend benutzt werden. Die Wiederholbarkeit der Analyseergebnisse wird dadurch gewährleistet.

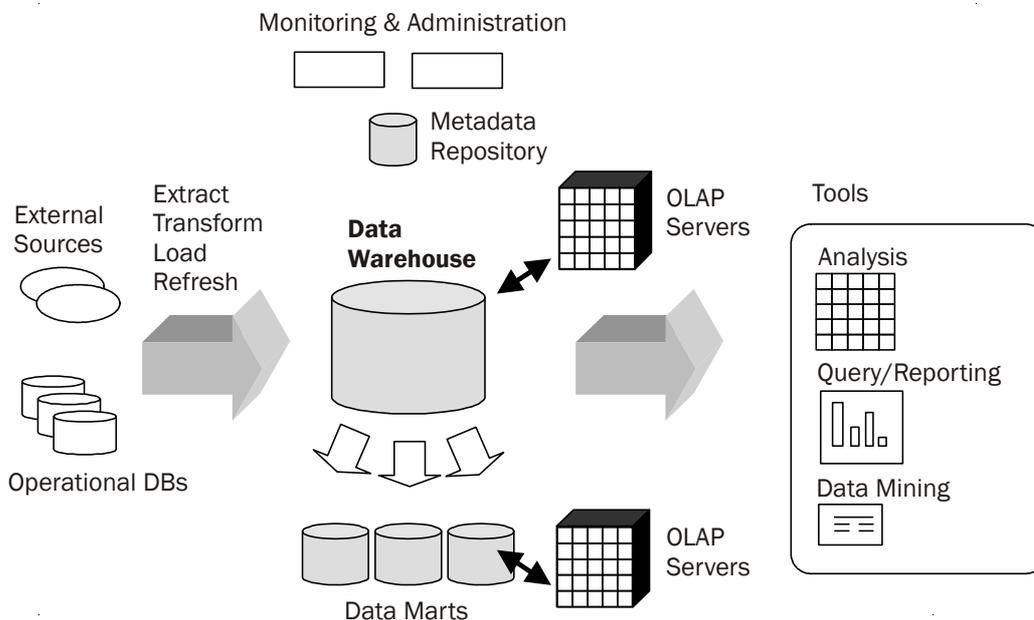


Abbildung 2: Architektur eines Data Warehouse¹³

Chaudhuri/Umesh zeigen einen häufig realisierten Aufbau eines Data Warehouse, der sich in Quellen, Data Warehouse-Speicher, Zugriffsserver, Tools und Administration gliedert (vgl. Abbildung 2).¹⁴

2.4 Extract, Transform & Load (ETL)

Wie Shilakes/Tylman und Chaudhuri/Umeshwar erläutern, wird die Überführung von Daten aus internen und externen Quellen in ein Data Warehouse unter dem Begriff ETL (Extract, Transform and Load) zusammengefaßt. Der Prozeß setzt sich aus

¹² vgl. 2.4

¹³ vgl. Chaudhuri/Umesh (1997), S. 66.

¹⁴ vgl. Chaudhuri/Umesh (1997), S. 66.

der Extraktion, Filterung, Harmonisierung, Verdichtung, Anreicherung und Überführung der Daten zusammen (vgl. Abbildung 3).¹⁵

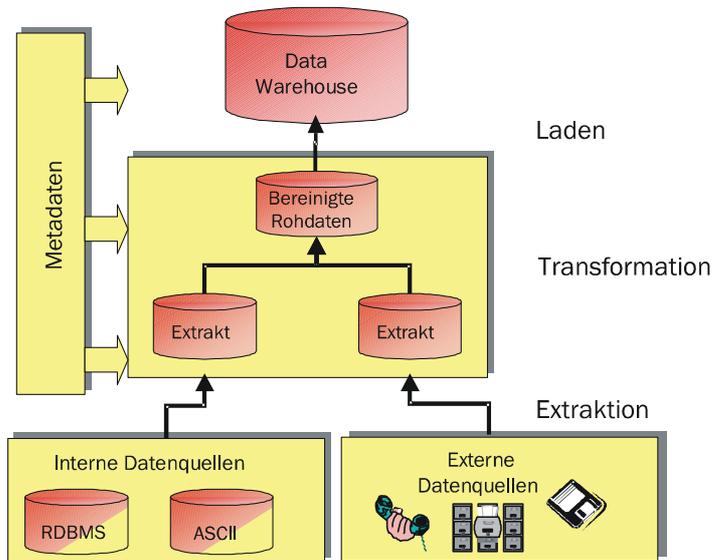


Abbildung 3: ETL-Prozeß¹⁶

Im Rahmen der Extraktion erfolgt zunächst die Anbindung der unterschiedlichen Datenquellen. Anschließend werden vorhandene Fehler in den Datenbeständen in einem Prozeß der Filterung beseitigt, wobei zwischen einfachen (z.B. Sonderzeichen, die von dem Datenbanksystem falsch dargestellt werden) und logischen Fehlern (z.B. referenzielle Integritätsfehler) differenziert werden kann. Desweiteren werden die Daten harmonisiert, das heißt, themenbezogen (z.B. nach Kunden, Produkten oder Organisationseinheiten) gruppiert. Im Anschluß werden die Daten verdichtet, das bedeutet, nach bestimmten Kriterien (z.B. nach Monaten oder Jahren) aggregiert. Im letzten Schritt können die Daten durch zusätzliche betriebswirtschaftliche Kennzahlen (z.B. Plan/Ist-Abweichung oder Deckungsbeitrag) angereichert werden.¹⁷

2.5 Online Analytical Processing (OLAP)

Wie Codd bemerkt, hat die Menge an Daten, die im Unternehmen anfallen, in den letzten Jahren rapide zugenommen. Um diese Daten analysieren zu können, sind neue Datenspeicherungsansätze erforderlich. Man benötigt neue Verfahren. Vor allem die mehrdimensionale Betrachtungsweise der aggregierten Daten gewann in der letzten Zeit an Verbreitung. Das bekannteste diesem Zweck dienende Verfahren, OLAP (Online Analytical Processing) wurde 1993 von Codd et al. vorgestellt.¹⁸

¹⁵ vgl. Shilakes/Tylman (1998), S. 40f. und Chaudhuri/Umesh (1997), S. 67ff.

¹⁶ nach Chaudhuri/Umesh (1997), S. 67ff.

¹⁷ vgl. Shilakes/Tylman (1998), S. 40f. und Chaudhuri/Umesh (1997), S. 3ff.

¹⁸ vgl. Clausen (1998), S. 11ff.

Codd et al. definieren den Begriff OLAP anhand von 12 Regeln:

*“Multidimensional Conceptual View, Transparency, Accessibility, Consistent Reporting Performance, Client-Server Architecture, Generic Dimensionality, Dynamic Sparse Matrix Handling, Multi-User Support, Unrestricted Cross-dimensional Operations, Intuitive Data Manipulation, Flexible Reporting, Unlimited Dimensions and Aggregation Levels”*¹⁹

Wie Clausen erklärt, hat 1994 Pendse eine vereinfachte sog. FASMI-Definition von OLAP formuliert, die aus fünf Punkten besteht:

- **Fast** – die geforderte Antwort des Systems auf Abfragen muß schnell erfolgen.
- **Analysis** – die Analyse vorhandener Datenbestände soll intuitiv und anwenderfreundlich gestaltet sein.
- **Shared** – die Datenbestände sollen im gemeinsamen Zugriff für mehrere Benutzer verfügbar sein.
- **Multidimensional** – über Hierarchisierungen und deren Kombinationen wird die logische Sichtweise von Organisationen und deren Verfahren multidimensional präsentiert und analysiert. Einheiten von Hierarchien, die im Zusammenhang stehen, werden in Dimensionen zusammengefaßt; bei einer Abfrage können diese kombiniert werden.
- **Information** – OLAP-Datenbanken können aus Daten Informationen erzeugen.²⁰

Dem OLAP-Ansatz wird der traditionelle OLTP-Ansatz (On-Line Transaction Processing) gegenübergestellt (bsp. relationale Datenbanken). Zwischen den Ansätzen besteht ein bedeutender Unterschied. Beim OLTP wiederholen sich die Datenbankprozesse ständig, sind strukturiert und bestehen aus isolierten, atomaren Transaktionen. Diese arbeiten mit aktuellsten Daten, greifen lesend sowie schreibend meist nur auf wenige Datensätze über Primärschlüssel zu. Beim OLAP steht die historische, aggregierte Information im Vordergrund. Die Analysen bestehen aus komplexen Abfragen, der Zugriff erfolgt meist nur lesend (vgl. Tabelle 1).²¹

¹⁹ Codd et al. (1993), S. 10f.

²⁰ vgl. Pendse (2002), Grothe/Gentsch (2000), S.59

²¹ vgl. Chaudhuri/Umesh (1997), S. 2f.

Gesichtspunkt	operative Datenbanken	Data Warehouse
Benutzer	Angestellte, Systemadministratoren	leitende Angestellte, Entscheidungsträger
Funktion	OLTP, alltägliche Prozesse	OLAP, Unterstützung bei Entscheidungen
Design	applikationsorientiert	subjektorientiert
Daten	auf einem aktuellen Stand, atomar, isoliert, relational	historisch, zusammengefaßt, multidimensional integriert
Verwendung	sich wiederholend	ad hoc
Zugriff	lesend/schreibend, einfache Transaktionen über meist wenige Tabellen	meistens nur lesend, komplexe Abfragen meist über viele Tabellen hinweg
Systemanforderungen	hoher Durchsatz an Transaktionen, Datenkonsistenz	hoher Durchsatz an Abfragen, Genauigkeit der Daten

Tabelle 1: Unterschiede zwischen operativen Datenbanken und Data Warehouses²²

2.6 Data Cubes

Im Gegensatz zu operativen Datenbanksystemen, welche zweidimensionale tabellarische Darstellungen verwenden, bedient sich der OLAP-Ansatz multidimensionaler Strukturen, die meistens in Form von Würfeln (sog. Data Cubes) dargestellt werden.²³

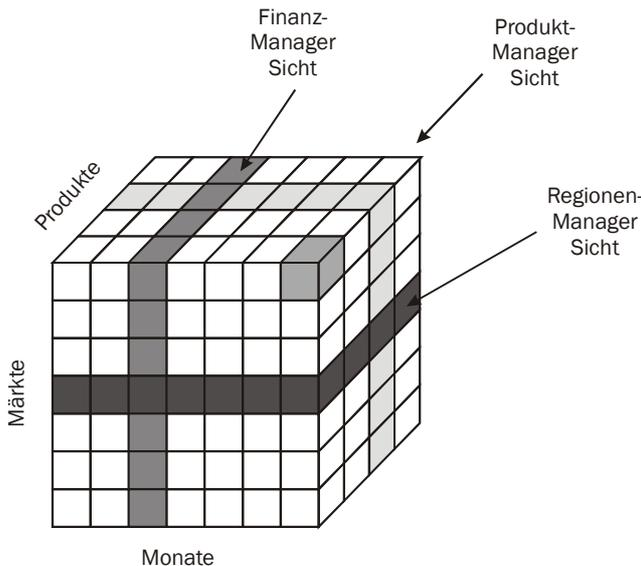


Abbildung 4: Datenstruktur eines Data Cube²⁴

Die Abbildung 4 illustriert ein Beispiel eines Data Cube, bei dem der zeitliche Verlauf auf der X-Achse, die regionalen Märkte auf der Y-Achse und die Produkte auf der Z-Achse abgebildet werden. Mit Hilfe von OLAP-Operationen wie z.B. rotate (Drehen eines Cubes), slice (Ausschneiden von Ebenen) oder dice (Ausschneiden von Teilwürfeln), können Mitarbeiter diverse Übersichten anfordern. Bspw. könnte ein

²² nach Hyperion (2001), S. 7

²³ vgl. Tresch/Rys (1997), S. 56, Prosser/Ossimitz (2001), S. 67ff.

²⁴ Tresch/Rys (1997), S. 66

Produktmanager einen Überblick über die Verkaufszahlen eines bestimmten Produkts über alle regionalen Märkte sowie Monate anfordern.²⁵

2.7 Metadaten

Wie Pantelic/Nohr erklären, werden Angaben zur Definition der enthaltenen Daten bzw. der Data-Warehouse-Objekte als Metadaten bezeichnet. Dies sind z.B. Informationen zur Herkunft der Daten, Angaben über die Transformationsprozesse, semantische Beschreibungen der Daten (Metadaten i.e.S.) sowie gegebene Auswertungsmöglichkeiten.²⁶

Meyers bemerkt dazu:

“Finally, metadata is extremely valuable in data access for aggregate navigation, making the use of the data warehouse easier for business users. (...) Many times, the most powerful use of metadata is when it is invisible to the business user, allowing an intuitive interaction with the content of the data warehouse without having to worry about how the information requested is being gathered.”²⁷

2.8 Data Mining

Wie bereits erwähnt, wird das OLAP-Verfahren als Werkzeug zur Analyse des strukturierten Datenbestandes angewandt. Ein zweites Verfahren, das sich mit dieser Aufgabe beschäftigt, wird als Data Mining bezeichnet.²⁸

Shilakes/Tylman definieren:

“Data Mining uses advanced algorithms to discover meaningful relationships, patterns and trends from data.”²⁹

Die Daten werden auf der atomaren Ebene (d.h. im nichtaggregierten Zustand) untersucht. Technologien der Mustererkennung, sowie statistische und mathematische Modellierungstechniken werden angewandt.³⁰

Während OLAP Antworten auf gezielte Fragen gibt, versuchen Data Mining-Verfahren bislang unbekannte Zusammenhänge innerhalb der Unternehmensdaten zu erkennen, so Bauer. Sie geben keine Antwort auf gezielte Fragen.³¹

²⁵ vgl. Tresch/Rys (1997), S. 56, Prosser/Ossimitz (2001), S. 67ff.

²⁶ vgl. Pantelic/Nohr (2000), S. 6f.

²⁷ Meyers (1998), zitiert nach Pantelic/Nohr (2000), S. 6

²⁸ vgl. Bauer (1999), Shilakes/Tylman (1998), S. 30ff., Grothe/Gentsch (2000), S. 178f.

²⁹ Shilakes/Tylman (1998), S. 30

³⁰ vgl. ebenda

³¹ vgl. Bauer (1999)

2.9 Business Intelligence (BI)

Das Gebiet, das sich mit dem Aufbereiten der Daten für das Management befaßt, wird auch als Business Intelligence (BI) bezeichnet. ³² Shilakes/Tylman erklären dazu:

*“We define the Business Intelligence software as those products that enable companies to unlock structured, transactional data and transform it into actionable business information.”*³³

Nach Grothe/Gentsch wiederum, bezeichnet Business Intelligence:

*„den analytischen Prozeß, der – fragmentierte – Unternehmens- und Wettbewerbsdaten in handlungsgerichtetes Wissen über die Fähigkeiten, Positionen, Handlungen und Ziele der betrachteten internen oder externen Handlungsfelder (Akteure und Prozesse) transformiert.“*³⁴

Diesen Prozeß unterteilt Grothe in drei Prozeßphasen:

1. Bereitstellung quantitativer und qualitativer, strukturierter oder unstrukturierter Basisdaten.
2. Entdeckung relevanter Zusammenhänge, Muster und Musterbrüche oder Diskontinuitäten gemäß vorbestimmter Hypothesen oder hypothesenfrei.
3. Teilen und Nutzung der gewonnenen Erkenntnisse zur Stützung von Maßnahmen und Entscheidungen.

Shilakes/Tylman erläutern, daß Business Intelligence-Anwendungen die Informationsbasis des Unternehmens erweitern, um zeitgerechte, genaue und zielgerichtete Informationen über das ganze Unternehmen zu liefern. BI-Systeme führen nach Ansicht der Autoren folgende Aufgaben aus: *“Query & Reporting, OLAP, Data Mining, Enterprise Reporting and Analytical Applications”* ³⁵

Die Instrumente, die von Herstellern für die Durchführung dieser Prozesse angeboten werden, unterteilt Grothe in zwei Gruppen und stellt sie in einem „Business Intelligence Portfolio“ dar. Einerseits finden sich dort die Werkzeuge zur hypothesengestützten Untersuchung (OLAP) wieder, andererseits die Lösungen der hypothesenfreien Analyse (Data Mining). ³⁶

³² vgl. Behme (1996)

³³ Shilakes/Tylman (1998), S. 19

³⁴ Grothe/Gentsch (2000), S. 19

³⁵ Shilakes/Tylman (1998), S. 19

³⁶ Weiterführendes dazu vgl. Grothe (1999), S. 178 und Grothe/Gentsch (2000), S. 21

3 mySAP Business Intelligence (BI) und SAP Business Information Warehouse (BW)

Als einer der Marktführer im Bereich von betriebswirtschaftlicher Software, bietet die SAP AG eine Softwarelösung an, die die Bezeichnung „Business Intelligence“ trägt. Dabei handelt es sich um eine Ansammlung von Modulen und Anwendungen, die im Rahmen der Geschäftsplattform mySAP.com funktionieren und sich auch in das komponentenbasierte System R/3 integrieren.³⁷

Die Zielsetzung der Business Intelligence-Plattform von SAP sei

*„die Bereitstellung umfangreicher branchenspezifischer Inhalte sowie die Möglichkeit, Strategien visuell greifbar zu machen und in konkrete Aktionen umzusetzen, Ziele allen Mitgliedern unternehmensübergreifender Teams verständlich zu machen, Strategien schnell an sich ändernde Marktbedingungen anzupassen, erfolgskritische Faktoren durch externe und interne Benchmarks zu überwachen, die Leistung einzelner Unternehmensbereiche nach einheitlichen Kriterien zu analysieren und zu optimieren sowie das Bedürfnis nach Wissen befriedigen“.*³⁸

mySAP Business Intelligence beinhaltet folgende Komponenten:

- SAP Business Information Warehouse (SAP BW),
- SAP Knowledge Management (SAP KM),
- SAP Strategic Enterprise Management (SAP SEM)³⁹

Die BI-Lösung bietet laut SAP AG folgende Leistungsmerkmale: Data Warehousing, Reporting und Analyse, Planung und Simulation, Balanced Scorecard (visualisiert zukünftige Herausforderungen und Chancen zur Unternehmenssteuerung; überwacht die Umsetzung von vorgegebenen Strategien), Web-Content-Management, Internetgestützte Information Cockpits (stellen im Internet einzelnen Benutzergruppen entsprechend ihres Informationsbedarf Informationen zur Verfügung) und analytische Anwendungen.⁴⁰

Der Software-Hersteller betont, daß die zentrale und wichtigste Komponente der Business-Intelligence-Lösung das Softwarepaket des SAP Business Information Warehouse (SAP BW) ist.⁴¹ Aus diesem Grund wird im folgenden Kapitel diese Komponente ausführlicher dargestellt.

³⁷ vgl. SAP (2002)

³⁸ ebenda

³⁹ vgl. Seemann et al. (2001), S. 16, SAP (2002)

⁴⁰ vgl. SAP (2002)

⁴¹ vgl. ebenda

3.1 Überblick von SAP BW

SAP BW wird als eigenständiges Produkt vermarktet, welches an das R/3-System angebunden werden kann. SAP definiert die Applikation Business Information Warehouse als ein System zur analytischen Aufbereitung der Unternehmensdaten und zur Entscheidungsunterstützung.⁴²

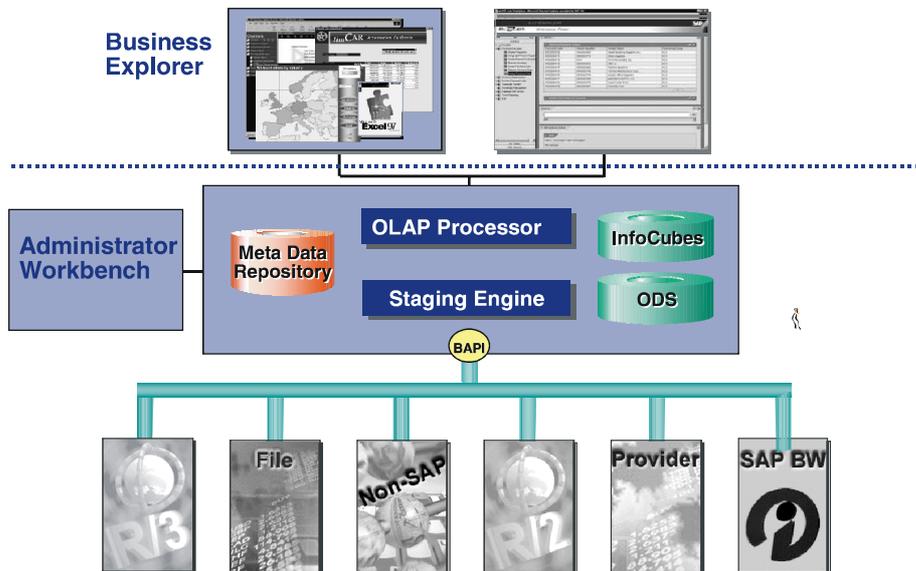


Abbildung 5: Architektur von SAP BW⁴³

Wenn SAP BW parallel zu R/3 betrieben wird, können Informationen über Datenbestände und Abläufe im Unternehmen direkt aus R/3 bezogen werden; es können auch Daten aus Fremdsystemen überführt werden. SAP BW verfügt über vordefinierte Analyse- und Berichtsmodelle (sog. Business Content), die von SAP auf Grundlage der Geschäftsmodelle von R/3 entworfen wurden. Für den Datenimport existieren Standard-Extraktionswerkzeuge (für Daten aus R/3-Systemen). Über eine speziell definierte BAPI-Schnittstelle können auch Tools von Drittanbietern für den Datenimport aus anderen Systemen benutzt werden. Die importierten Daten werden in der Datenbereitstellungskomponente (sog. Staging Engine) überprüft und aufbereitet. Darüberhinaus werden auch Metadaten importiert, die anschließend in die Metadaten-Repository überführt werden. Die Abfragen der importierten Daten erfolgen über den OLAP-Prozessor, der die physisch gespeicherten relationalen Tabellen zu mehrdimensionalen Strukturen, sog. InfoCubes, zusammenführt und dann auswertet. Als Benutzerschnittstelle für SAP BW zur Darstellung und Analyse der Daten dient der Business Explorer (BEx), der sich aus einem Analyzer und einem Browser zusamm-

⁴² vgl. Seemann et al. (2001), S. 18 und 25, SAP (2002)

⁴³ SAP (2000a)

mensetzt (vgl. Abbildung 5). Darüberhinaus können Berichte über einen WWW-Browser abgefragt werden.⁴⁴ Die o.g. Komponenten werden im folgenden beschrieben. Bange et al. bemerken, daß der Data Warehouse-Ansatz der SAP einige spezifischen Eigenschaften aufweist, die das SAP BW von allen anderen Data Warehouse-Produkten unterscheiden. Auf diese wird im folgenden ebenfalls verwiesen.⁴⁵

3.2 Business Content

Wie Bange et al. erläutern, ist der Ausgangspunkt für den Einsatz von SAP BW der sog. Business Content. Dieser besteht aus sog. InfoObjects: vordefinierten Vorlagen für Berichte (Reports), Abfragen (Queries), Anwendergruppen (sog. Rollen, Roles) sowie Extraktions- und Transformationsroutinen. Die Vorlagen sind nach Themengebieten oder Anwendergruppen sortiert. Aus diesen wählt der Administrator des Systems, die Objekte, welche er aktivieren will, wobei die Definitionen für die benötigten Objekte im SAP BW angelegt werden.⁴⁶

In Version 2.0A des SAP BW stehen circa 2.500 InfoObjects, darunter circa 450 Berichts- und Abfragenvorlagen für 60 Rollen bereit. Eine Version 3.0 mit einer erweiterten Funktionspalette soll ab Anfang 2002 erhältlich sein.⁴⁷

Dank einem teilweise vorkonfigurierten Data Warehouse gestaltet sich die Einführung des Systems schneller und kostengünstiger.⁴⁸ Bange et al. bemerken jedoch:

„Das Bestreben, weitere Anwenderkreise mit immer mehr vordefinierten Berichtsvorlagen zu erreichen, kann sich im Laufe der Zeit bei Auswahl und Pflege der Würfel als administrativ immer schwieriger zu handhaben herausstellen.“⁴⁹

3.3 Datenquellen und -extraktoren

Als Datenquelle für SAP BW können zwei Arten von Systemen eingesetzt werden:

- SAP-eigene Datenquellen (SAP R/3-Systeme; andere SAP Business Information Warehouses),
- SAP-fremde Datenquellen (sog. Flat-Files, d.h. ASCII-Dateien; XML-Dateien; Fremdsysteme, d.h. andere Datenbanken bzw. ERP-Systeme).

⁴⁴ vgl. SAP (1997), S. 5ff., Prosser/Ossimitz (2001), S. 94ff., Curran et al. (2000), S.53f.

⁴⁵ vgl. SAP (1997), S. 5ff., Bange et al. (2000), S. 73ff.

⁴⁶ vgl. Hashmi (2000), S. 45ff. und 173ff., Seemann et al. (2001), S. 18 und 30f., SAP (2002)

⁴⁷ vgl. SAP (2002)

⁴⁸ vgl. SAP (2002)

⁴⁹ Bange et al. (2000), S. 76

Die Daten aus R/3-Systemen werden mit Hilfe von sog. Datenextraktoren übernommen. Diese werden als Plug-ins im R/3-Applikationsserver installiert. Die Extraktoren sind genau auf den Business Content abgestimmt.⁵⁰

SAP-fremde Daten können aus ASCII-Dateien bzw. XML-Dateien überführt werden. Eine offene Schnittstelle des SAP BW (die sog. Staging Business Application Programming Interface, BAPI) ermöglicht ETL-Werkzeugen und eigenentwickelten Extraktionsprogrammen, eigene Überführungsprozeduren zu erstellen. Drittanbieter, die solche Extraktionprogramme bereitstellen, werden von der SAP AG zertifiziert (z.Zt. z.B. Informatica, ETI, Prism). Diese Werkzeuge – welche, wie Bange et al. bemerken, in der Regel kostenintensiv sind – unterstützen das Laden von SAP-fremden Daten über die BAPI-Schnittstelle.⁵¹

Nach der Einschätzung von Bange et al., bieten viele andere Data Warehouse-Werkzeuge (z.B. IBM, Oracle oder SAS) im Bereich der Anbindung von Quellsystemen deutlich umfangreichere Funktionalität.⁵²

Verknüpfungen zu Datenbeständen in R/3-Systemen werden über sog. DataSources geschaffen. Über diese werden in das SAP BW Metadaten geladen, welche dann die tatsächliche Datenbewegung während eines ETL-Prozesses steuern.⁵³

Die o.g. Autoren bemerken dazu, daß – falls Daten aus R/3-Systemen angebunden werden – die Verwendung der Metadaten eine sehr schnelle Implementierung eines Data Warehouse ermöglicht, jedoch:

„Eine Integration von anderen als SAP R/3 Datenquellen wird Fremdanbietern überlassen, die Daten in bestimmten Strukturen aufbereiten und über die proprietäre Schnittstelle in das BW laden.“⁵⁴

3.4 Staging Engine

Die aus den Quellsystemen extrahierten Datensätze werden im Datenbereitstellungssystem (sog. Staging Engine) mit Hilfe von ETL-Prozessen zusammengeführt, aufbereitet, überprüft und in die multidimensionalen Datenstrukturen des BW überführt. Dadurch erlangen die Daten schrittweise Unabhängigkeit gegenüber der Datenrepräsentation im Quellsystem. Daten aus verschiedenen Vorsystemen werden konsolidiert (vgl. Abbildung 6).⁵⁵

⁵⁰ vgl. SAP (1997), S. 7, Seemann et al. (2001), S. 139ff., SAP (2002)

⁵¹ vgl. Hashmi (2000), S.216ff. und 290ff.

⁵² vgl. Bange et al. (2000) , S. 76

⁵³ vgl. Seemann et al. (2001), S. 141f., SAP (2002), Bange et al. (2000) , S. 73ff.

⁵⁴ Bange et al. (2000), S. 76

⁵⁵ vgl. SAP (1997), S. 8f., Hashmi (2000), S. 48f., Seemann et al. (2001), S. 139ff., SAP (2002)

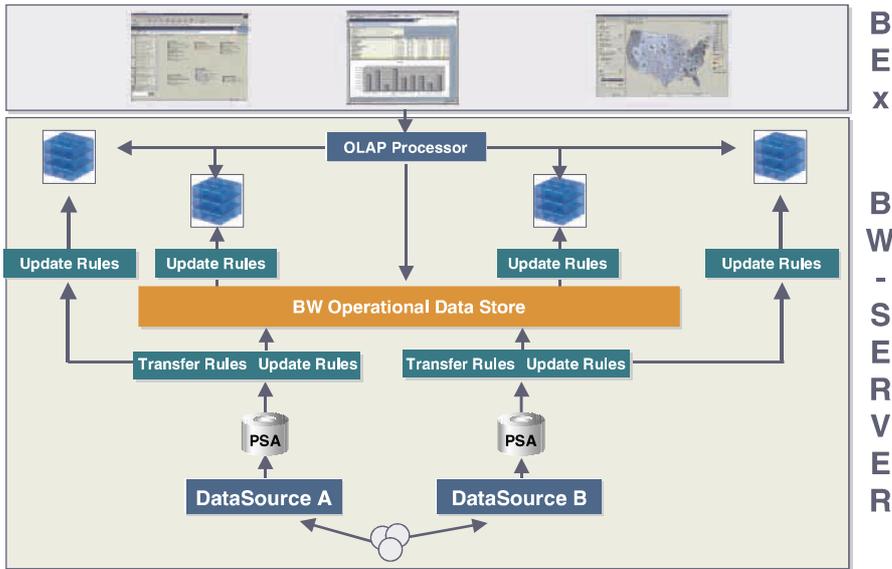


Abbildung 6: Data Staging⁵⁶

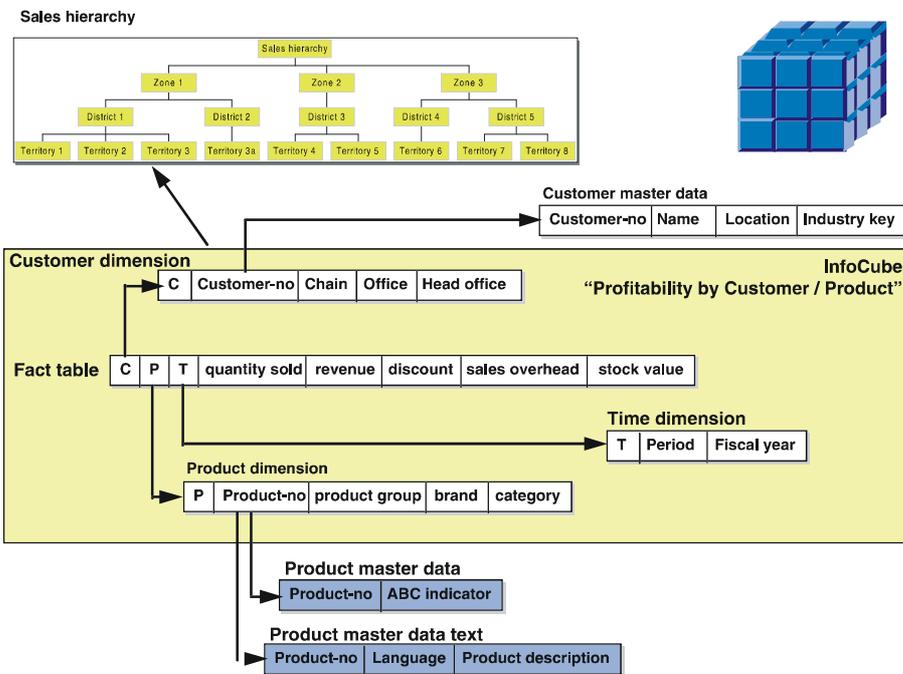


Abbildung 7: Beispiel eines InfoCube⁵⁷

3.5 InfoCubes

Die Datenbasis des SAP BW bilden multidimensionale Data Cube-Datenstrukturen, die bei SAP die Bezeichnung InfoCubes tragen. Ein InfoCube ist eine Anordnung von relationalen Tabellen, die entsprechend dem Sternschema aufgebaut sind: eine große Faktentabelle in der Mitte wird von einigen Dimensionstabellen umgeben. Die Fak-

⁵⁶ SAP (2000a)

⁵⁷ SAP (1997), S. 11

tentabelle wird benutzt, um die atomisierten Grunddaten zu speichern, während die Dimensionstabellen die Eigenschaften beschreiben, welche zum Analysieren der Grunddaten verwendet werden. Die Faktentabelle ist mit den Dimensionentabellen verlinkt; diese sind aber voneinander unabhängig (vgl. Beispiel in Abbildung 7).⁵⁸

Die physische Datenspeicherung im SAP BW erfolgt in Form eines gängigen RDBMS (relationalen Datenbanksystems).⁵⁹

3.6 Operational Data Store

Bei der Übertragung von Daten aus Vorsystemen wird angegeben, ob direkt in einen InfoCube oder in den Operational Data Store (ODS) gespeichert werden soll. Der ODS ist ein zweistufiger Zwischenspeicher, der detaillierte Daten enthält, auf die noch ETL-Prozesse angewendet werden können.⁶⁰

Die erste Stufe des ODS nimmt die extrahierten Daten in unveränderter Weise auf. Die zweite Stufe erlaubt eine weitergehende Vorverarbeitung und Zusammenführung der Daten. Nach Einschätzung des Herstellers bringt der Einsatz solcher Zwischenspeicher einige Vorteile mit sich, u.a.:

- Werden Daten aus mehreren verschiedenen Quellen importiert, wirkt der Zwischenspeicher synchronisierend.
- Die Folgeverarbeitung ist nicht von der Extraktionsmethode oder den eingesetzten Schnittstellen abhängig.
- Das Laden und das Fortschreiben der Daten in die InfoCubes sind voneinander getrennte Vorgänge und können gesondert durchgeführt werden.
- Der Zwischenspeicher bietet die Möglichkeit, die Daten vor der Weiterverarbeitung zu manipulieren.⁶¹

3.7 Metadata Repository

Alle Metadaten des SAP BW werden im Metadaten-Repository gespeichert. Die Beschreibung der Datenquellen, der Übertragungs- und der Fortschreibungsregeln für die Staging Engine werden unter der Bezeichnung InfoSource-Katalog verwaltet. Alle vordefinierten oder vom Anwender selbst definierten Berichtsdefinitionen werden

⁵⁸ vgl. SAP (1997), S. 10f., Hashmi (2000), S. 46 und 158ff., Prosser/Ossimitz (2001), S. 106ff., Bange et al. (2000), S. 73ff.

⁵⁹ vgl. SAP (1997), S. 10f., Hashmi (2000), S. 158ff., Seemann et al. (2001), S. 126ff.

⁶⁰ vgl. SAP (1997), S. 12f., Hashmi (2000), S. 350ff. und 412, SAP (2002), Bange et al. (2000), S. 73ff.

⁶¹ vgl. Seemann et al. (2001), S. 156f.

ebenfalls im Metadaten-Repository abgelegt. Der im folgenden beschriebene OLAP-Prozessor greift bei der Ausführung von Abfragen auf den Berichtskatalog zu.⁶²

3.8 OLAP-Prozessor

Zwischen den InfoCubes und der Abfragemöglichkeit über den Business Explorer (vgl. 3.10) wird ein OLAP-Prozessor geschaltet, der für eine hohe Abfragegeschwindigkeit sorgen soll. SAP verfolgt hier ein Konzept eines Applikationsservers, durch welchen die zugrundeliegende relationale Datenbank für die Anforderungen von analytischen Abfragen optimiert wird.⁶³ Bange et al. bemerken, daß sich diese Methode erheblich von den meisten Data Warehouse-Lösungen unterscheidet: in diesen findet eine sehr schnelle physisch-multidimensionale Speicherung statt (Beispiele dazu: DB2 OLAP-Server von IBM, OLAP-Services von Microsoft).⁶⁴

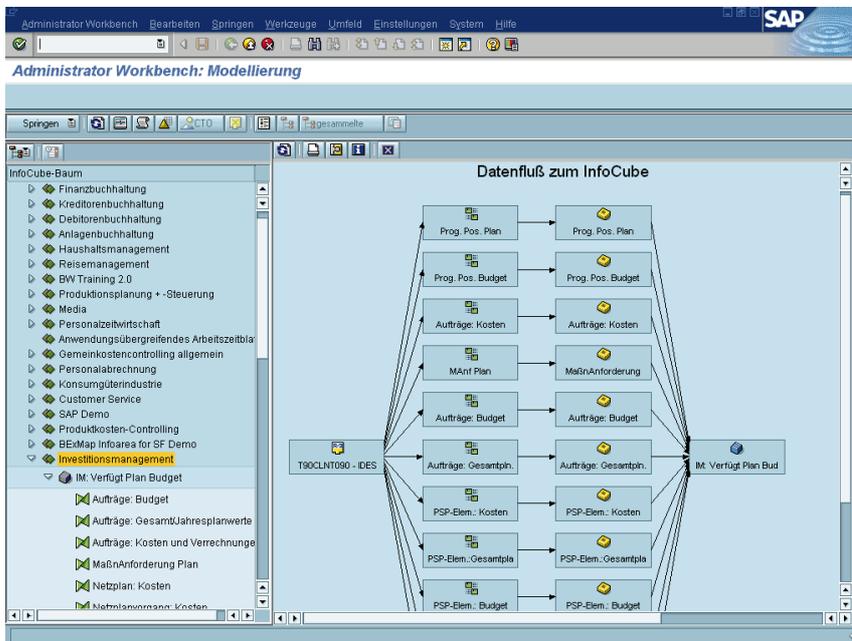


Abbildung 8: Beispiel einer Modellierung im Administrator Workbench⁶⁵

3.9 Administration

Für die Steuerung, Überwachung und Pflege des Extraktionsprozesses von Quelldaten ist die sog. Administrator Workbench zuständig, in der auch die Modellierung der Auswertungsobjekte vorgenommen wird (vgl. Abbildung 8).⁶⁶

⁶² vgl. SAP (1997), S. 12, Hashmi (2000), S. 170ff., Seemann et al. (2001), S. 202, SAP (2002)

⁶³ vgl. SAP (1997), S. 10ff., Hashmi (2000), S. 49, SAP (2002)

⁶⁴ vgl. Bange et al. (2000), S. 73ff.

⁶⁵ SAP (2002a)

⁶⁶ vgl. SAP (1997), S. 9f., Hashmi (2000), S. 128ff., SAP (2002), Bange et al. (2000), S. 73ff.

3.10 Präsentation und Analyse

Zur Darstellung und Analyse der Daten des BW liefert SAP die Anwendung Business Explorer (BEx). BEx setzt sich aus zwei Komponenten zusammen: einem Analyzer und einem Browser. Der BEx Analyzer beinhaltet den Query Builder zur Auswahl von Berichten (vgl. Abbildung 9) und ein Add-in für Microsoft Excel zur Berichtsdefinition und interaktiven Analyse der Daten (vgl. Abbildung 10). Der BEx Browser fungiert als Navigationswerkzeug innerhalb des Berichtswesens (vgl. Abbildung 11).⁶⁷ Zusätzlich ist das Publizieren von Berichten über den sog. BW Cockpit in Form von WWW-Seiten möglich (vgl. Abbildung 12). Als Ergänzung bietet SAP ein geographisches Informationssystem (BEx Map) an.⁶⁸

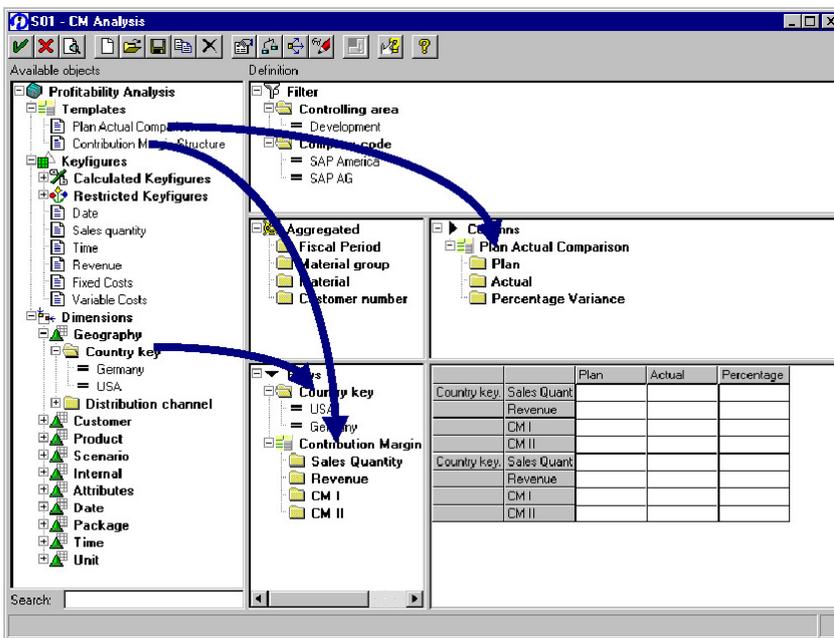


Abbildung 9: BEx Analyzer: Query Builder⁶⁹

Bange et al. bemerken, daß andere Softwarehersteller (Information Builders, MicroStrategy, Oracle oder SAS) in diesem Bereich deutlich fortgeschrittenere Lösungen anbieten:⁷⁰

„Auf Seiten der Auswertungswerkzeuge stehen nur rudimentäre Werkzeuge zur Verfügung, die daher entsprechend schlecht bewertet wurden.“⁷¹

⁶⁷ vgl. SAP (1997), S. 13ff., Hashmi (2000), S. 232ff., Seemann et al. (2001), S. 35ff., Prosser/Ossimitz (2001), S. 149ff., SAP (2002)

⁶⁸ vgl. SAP (1997), S. 13ff., Hashmi (2000), S. 414ff., Seemann et al. (2001), S. 87ff.

⁶⁹ SAP (2000a)

⁷⁰ vgl. Bange et al. (2000), S. 73ff.

⁷¹ Bange et al. (2000), S. 77

AppBeleginh.	Inhaltskürzel	Preis incl. MWST	Preis ohne MWST	Motivgröße Ist	Motivgröße Soll
Combo DEFC	BMW	\$ 287.414,07	\$ 287.414,07	0,000	17.876,000
	Engagement	\$ 210,00	\$ 210,00	0,000	0,000
	Sports	\$ 18.289,98	\$ 18.289,98	0,000	1.092,000
	Ergebnis	\$ 305.973,05	\$ 305.973,05	0,000	19.968,000
Combo DPNA	Local	\$ 1.018.011,28	\$ 1.018.011,28	0,000	82.316,000
	Sports	\$ 510.359,72	\$ 510.359,72	0,000	31.752,000
	Ergebnis	\$ 1.528.371,00	\$ 1.528.371,00	0,000	114.068,000
Combo DMY&OE	Business	\$ 981,75	\$ 981,75	0,000	51,100
	Houses	\$ 1.155,00	\$ 1.155,00	0,000	55,380
	Ergebnis	\$ 2.136,75	\$ 2.136,75	0,000	106,480
Combo WP WM	Fashion	\$ 0,00	\$ 0,00	0,000	0,000
	Ergebnis	\$ 0,00	\$ 0,00	0,000	0,000
Daily Paper NJ	Sports	\$ 15.739,89	\$ 15.739,89	0,000	881,000
	Ergebnis	\$ 15.739,89	\$ 15.739,89	0,000	881,000
Daily Paper NY	BMW	\$ 56,59	\$ 56,59	0,000	0,000
	Ergebnis	\$ 1,83	\$ 1,83	0,000	0,000
	Ergebnis	\$ 24,15	\$ 24,15	0,000	0,000
	Capital Invest.	\$ 712,95	\$ 712,95	0,000	21,000
	Engagement	\$ 9,83	\$ 9,83	0,000	0,000
	General	\$ 853,74	\$ 853,74	0,000	27,998
	Sports	\$ 65.488,50	\$ 65.488,50	0,000	2.786,000
	Ergebnis	\$ 67.145,59	\$ 67.145,59	0,000	2.344,998

Abbildung 10: BEx Analyzer: Excel-Add-in⁷²

Branch	Kunde	Artikel	Kundenauf	Erlöse ges	Ertr. Schmel	Sk. Ma. Std	ErDB I
FOOD	ANDYNA	KLASS1	31	237,50	10,00	150,00	
		CONS1	24	10.125,00	120,00	4.500,00	
	CONS1	28	5.825,00	350,00	2.500,00		
		48	2.900,00	34,00	1.800,00		
	CONS2	26	37.800,00	250,00	1.200,00		
		26	21.707,50	784,00	9.350,00		
BABBAGE	AUDIT	27	7.850,00	375,00	3.400,00		
		21	7.850,00	375,00	3.400,00		
BLUESTONE	CLASS1	21	0,00	220,00	0,00		
		28	2.835,00	275,00	850,00		
	WORKSP	21	0,00	50,00	0,00		
		28	5.977,50	375,00	3.750,00		
BLUESTONE	28	8.572,50	520,00	4.600,00			
FOOD				37.300,00	2.059,00	17.350,00	
LIFE	FOXBOX	KLASS1	130	7.800,00	380,00	4.800,00	

Abbildung 11: BEx Browser⁷³

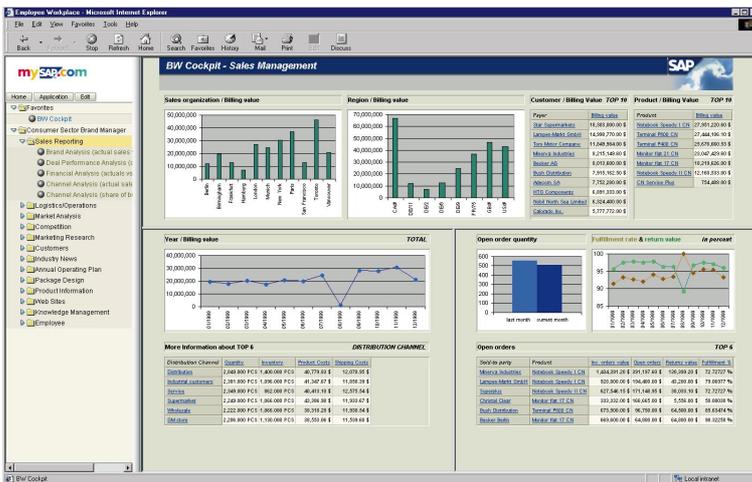


Abbildung 12: BW Cockpit⁷⁴

⁷² SAP (2000), S. 3

⁷³ SAP (2002a)

⁷⁴ SAP (2002a)

4 Schlußwort

Eine kritische Betrachtung des Themas in der vorliegenden Arbeit bereitete einige Schwierigkeiten. Vor allem ist die Auswahl der erhältlichen Veröffentlichungen – sowohl zu dem konkreten Thema der Umsetzung einer Business Intelligence-Lösung durch die SAP AG, als auch zu dem allgemeinen Grundriß der Problematik – recht klein und ziemlich einseitig. Der Literatur fehlt stets der wissenschaftliche Anspruch; sie wird vielmehr von dem Softwarehersteller SAP AG oder von kooperierenden Unternehmensberatungen stark dominiert.

Zwar fällt die Definition des Begriffs Data Warehouse mittlerweile nicht schwer, dafür ist die Abgrenzung des Ausdrucks Business Intelligence umso komplizierter.

Die SAP AG scheint einen Grundsatz zu verfolgen, nach welchem ein Data Warehouse die Basis von Business Intelligence ist. Daher wurde in der vorliegenden Arbeit vor allem auf die Aspekte des Data Warehousing und auf das Modul SAP BW eingegangen. Da die Arbeit den Charakter einer Übersicht hat, wurde weitestgehend auf eine detaillierte Diskussion der zugrundeliegenden Begriffe, auf ausführliche Funktionsbeschreibung des Moduls BW bzw. auf weiterführende Erörterungen anderer Methoden und Werkzeuge, die die SAP AG unter dem Begriff Business Intelligence subsummiert, verzichtet. An den entsprechenden Stellen sind Verweise auf die themenspezifischen Quellen zu finden.

Des Ausblicks wegen sei darauf hingewiesen, daß die Implementierung einer Business Intelligence-Lösung, und insbesondere eines Data Warehouse (bspw. SAP BW) einen enormen Aufwand mit sich zieht.⁷⁵ Die Frage nach den Nutzenpotentialen kann nur ungenügend beantwortet werden, da sich die Abschätzung des konkreten Ertrages der zeitnahen Datenversorgung schwierig gestaltet. Die wachsende Komplexität der Märkte und der sich verschärfende Wettbewerb lassen trotzdem eine Business Intelligence-Lösung vor allem bei multinationalen Großunternehmen als erfolgversprechende Handlungsalternative vermuten. Es muß jedoch einerseits betont werden, daß viele Unternehmen an der Realisierung einer BI-Lösung scheitern, weil die Dauer, Größe, Komplexität und nicht zuletzt die Kosten des Implementierungsprojekts unüberschaubare Höhen erreichen können. Andererseits scheinen auch die sich heute auf dem Markt befindlichen BI-Lösungen (somit auch SAP BW) Frühentwicklungen zu sein, die noch einen langen Weg vor sich haben.

⁷⁵ vgl. Groffmann (1997), S. 16

5 Literaturverzeichnis

- [1] Bange, C. / Mertens, H. / Schinzer, H.: Data Warehouse: 12 Data-Warehouse-Suiten im Vergleich, o. Aufl. Würzburg 2000.
- [2] Bange, C. / Schinzer, H.: Hochwertige Datenbestände managen: Am Anfang steht die Datenqualität; in: Computerwoche, Nr. 44, 2001, München, S. 56–58.
- [3] Bauer, M.: Vom Data Warehouse zum Wissensmanagement: Prozesse und Methoden der zur Wissensanwendung; in: Computerwoche Focus, Nr. 1, 1999, S. 4–6.
- [4] Behme, W.: Business-Intelligence als Baustein des Geschäftserfolgs; in: Mucksch, H. / Behme, W. (Hrsg.): Das Data-Warehouse-Konzept, Wiesbaden 1996, S. 27–45.
- [5] Chaudhuri, S. / Umesh, D.: An Overview of Data Warehousing and OLAP Technology; in: Sigmod Record, 26. Jg., Nr. 1, 1997, Atlanta, S. 65–74.
- [6] Clausen, N.: OLAP – Multidimensionale Datenbanken: Produkte, Markt, Funktionsweise und Implementierung, o. Aufl. Bonn 1998.
- [7] Codd, E. F. / Codd, S. B. / Salley, C. T.: Providing OLAP (On-Line Analytical Processing) to User-Analysts: An IT Mandate, o. Aufl. Sunnyvale 1993.
- [8] Curran, T. A. / Ladd, A. / Ladd, D.: SAP R/3: Reporting & eBusiness Intelligence, o. Aufl. Upper Saddle River 2000.
- [9] Groffmann, H.-D.: Das Data Warehouse Konzept; in: HMD – Theorie und Praxis der Wirtschaftsinformatik, Heft 195, 1997, Heidelberg, S. 8–17.
- [10] Grothe, M.: Aufbau von Business Intelligence; in: krp Kostenrechnungspraxis, 43. Jg., Heft 3, 1999, Wiesbaden, S. 175–184
- [11] Grothe, M. / Gentsch, P.: Business Intelligence: Aus Informationen Wettbewerbsvorteile gewinnen, 1. Aufl. München et al. 2000.
- [12] Hashmi, N.: Business Information Warehouse for SAP, o. Aufl. Rocklin 2000.
- [13] Hyperion Solutions: The Role of the OLAP Server in a Data Warehousing Solution, o. Aufl. Sunnyvale 2001.
- [14] Inmon, W. H.: Building the Data Warehouse, o. Aufl. Boston 1992.
- [15] Inmon, W. H.: SAP and Data Warehousing, o. Aufl. Boston 1999.
- [16] Königer, P. / Reithmayer, W.: Management unstrukturierter Informationen: Wie Unternehmen die Informationsflut beherrschen können, o. Aufl. Frankfurt a. M. 1998.

- [17] Lusti, M.: Data warehousing und data mining: eine Einführung in entscheidungsunterstützende Systeme, o. Aufl. Berlin, Heidelberg 1999.
- [18] Meyers, R.: Metadata and Data Warehousing: Who, what, where, when, how, and why? in: Data Warehousing Career Newsletter, 17.07.1998.
- [19] Pantelic, M. / Nohr, H.: Data Warehousing; in: Arbeitspapiere Wissensmanagement, Nr. 9, 2000, Stuttgart.
- [20] Pendse, N.: What is OLAP?, <http://www.olapreport.com/fasmi.htm> [Abruf: 14.01.2002].
- [21] Prosser, A. / Ossimitz, M.-L.: Data Warehouse Management Using SAP BW, o. Aufl. Wien 2001.
- [22] SAP AG: Business Information Warehouse Technology, o. Aufl. Walldorf 1997.
- [23] SAP AG: mySAP.com Media und SAP BW – Eine perfekte Kombination,, o. Aufl. Walldorf 2000.
- [24] SAP AG: The mySAP Business Intelligence Conference [CD-ROM], Hamburg 2000a.
- [25] SAP AG: mySAP Business Intelligence, <http://www.sap.com/bi/> [Abruf: 10.01.2002].
- [26] SAP AG: SAP – Internet Demo and Evaluation System, <http://www.sap.com/ides/> [Abruf: 12.01.2002a].
- [27] Scheer A.-W.: Data Warehouse und Data Mining: Konzepte der Entscheidungsunterstützung; in: Information Management, 11. Jg., Nr. 1, 1996, S. 74-75.
- [28] Seemann A. / Schmalzridt, B. / Lehmann, P.: SAP Business Information Warehouse, 1. Aufl. Bonn 2001.
- [29] Shilakes, C. / Tylman, J.: Enterprise Information Portals, In-depth Report, o. Aufl. New York 1998.
- [30] Tresch, M. / Rys, M.: Data Warehousing Architektur; in: HMD – Theorie und Praxis der Wirtschaftsinformatik, Heft 195, 1997, Heidelberg, S. 56-75.
- [31] Wu, M.-C. / Buchmann, A. P.: Research Issues in Data Warehousing, o. Aufl. Ulm 1997.