

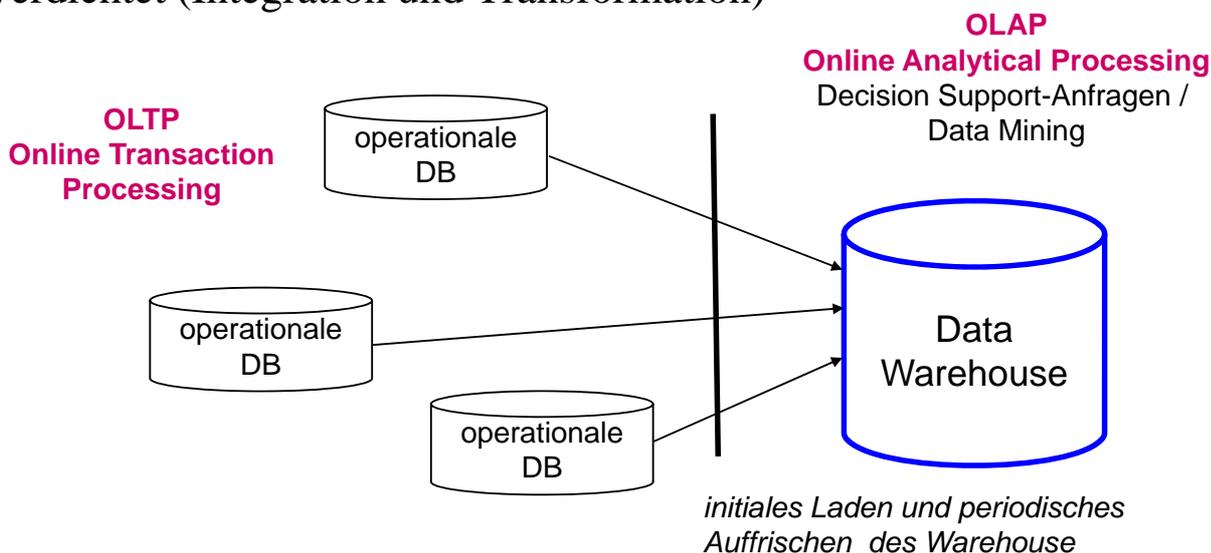
# 1. Data Warehouses - Einführung

- Definition *Data Warehouse*
- Einsatzbeispiele
- OLTP vs. OLAP
- Grobarchitektur
- Virtuelle vs. physische Datenintegration
- Mehrdimensionale Datensicht
- Star-Schema, -Anfragen
- Data Mining

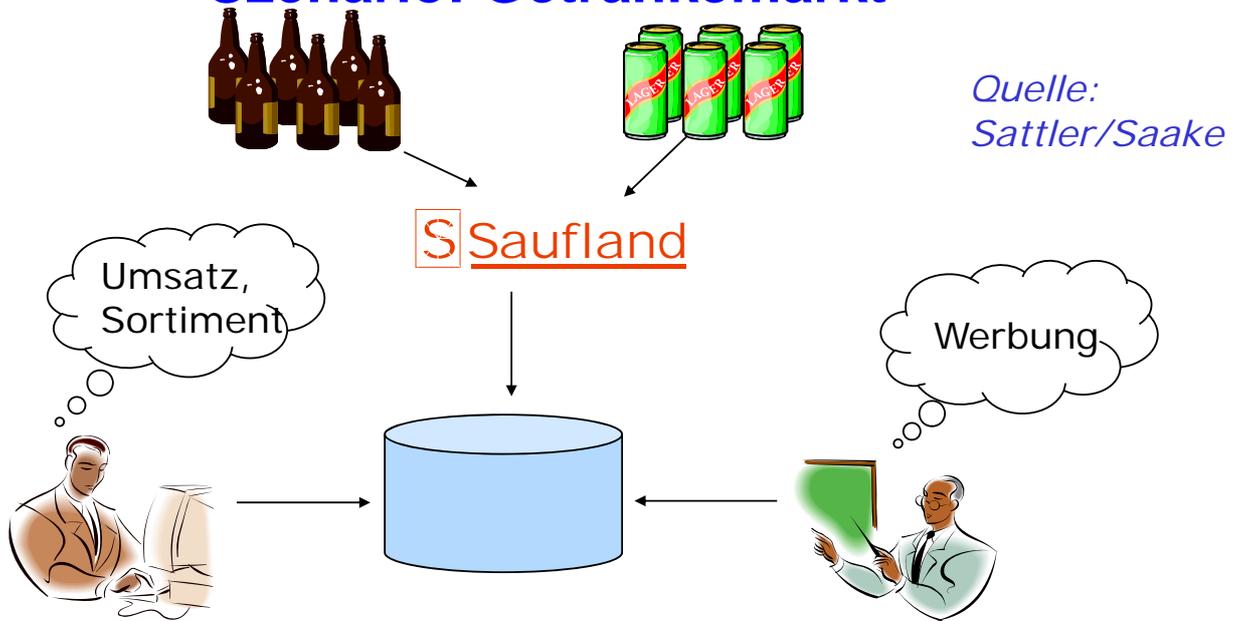


## Data Warehouses

- Ausgangsproblem
  - viele Unternehmen haben Unmengen an Daten, ohne daraus ausreichend Informationen und Wissen für kritische Entscheidungsaufgaben ableiten zu können
- **Data Warehouse (Def.):** für Analysezwecke optimierte zentrale Datenbank, die Daten aus mehreren, i.a. heterogenen Quellen zusammenführt und verdichtet (Integration und Transformation)



# Szenario: Getränkemarkt



Quelle:  
Sattler/Saake

## ■ Anfragen:

- Wie viele Flaschen Cola wurden letzten Monat verkauft?
- Wie hat sich der Verkauf von Rotwein im letzten Jahr entwickelt?
- Wer sind unsere Top-Kunden?
- Von welchem Lieferanten beziehen wir die meisten Kisten?



# Szenario (2)



Quelle:  
Sattler/Saake

## ■ Anfragen

- Verkaufen wir in Ilmenau mehr Bier als in Erfurt?
- Wie viel Cola wurde im Sommer in ganz Thüringen verkauft?
- Mehr als Wasser?



# Einsatzbeispiele

## ■ Warenhauskette

- Verkaufszahlen und Lagerbestände aller Warenhäuser
- mehrdimensionale Analysen: Verkaufszahlen nach Produkten, Regionen, Warenhäusern
- Ermittlung von Kassenschlagern und Ladenhütern
- Analyse des Kaufverhaltens von Kunden (Warenkorbanalyse)
- Erfolgskontrolle von Marketing-Aktivitäten
- Minimierung von Beständen
- Optimierung der Produktpalette
- Optimierung der Preisgestaltung •••

## ■ Versicherungsunternehmen

- Bewertung von Filialen, Vertriebsbereichen, Schadensverlauf, ...
- automatische Risikoanalyse
- schnellere Entscheidung über Kreditkarten, Lebensversicherung; Krankenversicherung ...

## ■ Banken, Versandhäuser, Restaurant-Ketten

## ■ wissenschaftliche Einsatzfälle (z.B. Bioinformatik) •••

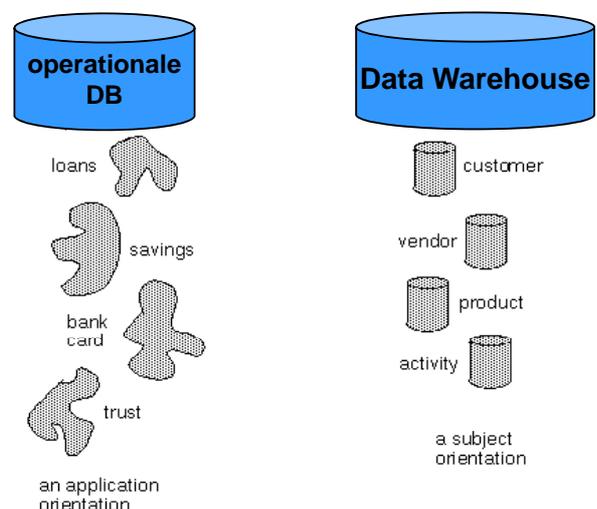


## DW-Eigenschaften nach Inmon

*A Data Warehouse is a subject-oriented, integrated, non-volatile, and time variant collection of data in support of managements decisions (W. H. Inmon, Building the Data Warehouse, 1996)*

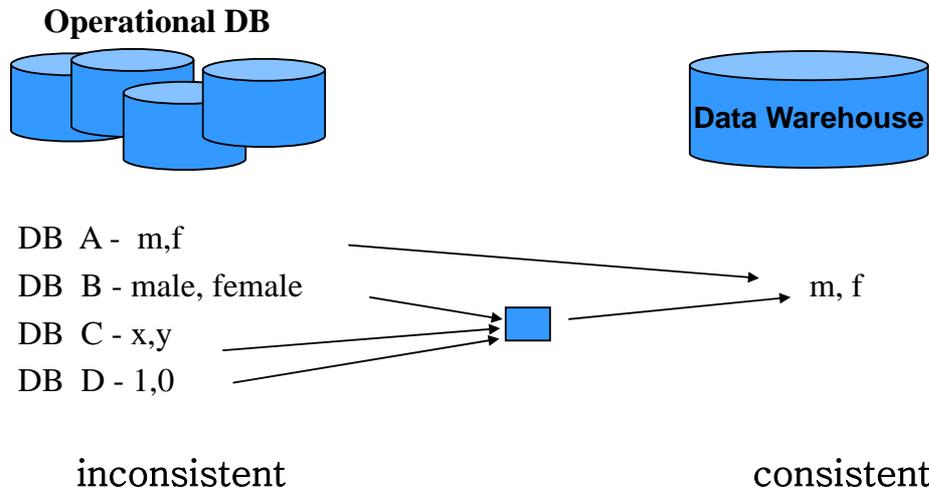
### ■ Themenorientiert (subject-oriented):

- Zweck des Systems ist nicht Erfüllung einer dedizierten Aufgabe (z.B. Personaldatenverwaltung), sondern Unterstützung übergreifender Auswertungsmöglichkeiten aus verschiedenen Perspektiven
- alle Daten - unternehmensweit - über ein Subjekt (Kunden, Produkte, Regionen ...) und nicht „versteckt“ in verschiedenen Anwendungen



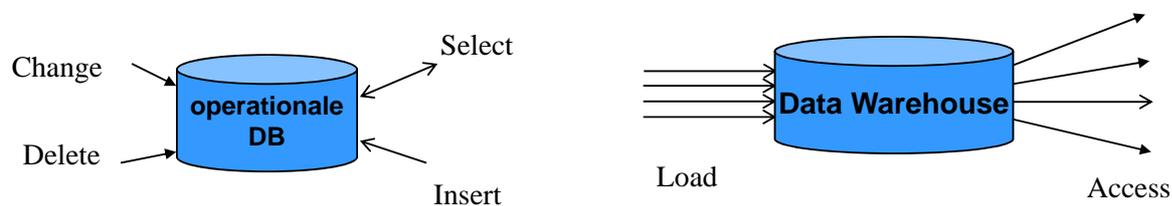
## DW-Eigenschaften nach Inmon (2)

- Integrierte Datenbasis (integrated): Daten aus mehreren verschiedenen Datenquellen



## DW-Eigenschaften nach Inmon (3)

- Nicht-flüchtige Datenbasis (non-volatile):
  - Daten im DW werden i.a. nicht mehr geändert
  - stabile, persistente Datenbasis



regelmäßige Änderungen von Sätzen



# DW-Eigenschaften nach Inmon (4)

## ■ Historische Daten (time-variant):

- Vergleich der Daten über Zeit möglich (Zeitreihenanalyse)
- Speicherung über längeren Zeitraum



*Time Variancy*



### aktuelle Datenwerte:

- Zeitbezug optional
- Zeithorizont: 60-90 Tage
- Daten änderbar

### Schnappschuß-Daten

- Zeitbezug aller Objekte
- Zeithorizont: 2-10 Jahre
- keine Änderung nach Schnappschuß-Erstellung



## Operationale Datenbanken vs. Data Warehouses (OLTP vs. OLAP)

	Operationale Datenbanken /OLTP	Data Warehouses/OLAP
<i>Entstehung</i>	jeweils für eine Applikation oder aus einer bestimmten Perspektive heraus	
<i>Bedeutung</i>	Tagesgeschäft	
<i>Nutzer</i>	Sachbearbeiter, Online-Nutzer	
<i>Datenzugriff</i>	sehr häufiger Zugriff; kleine Datenmengen pro Operation; Lesen, Schreiben, Modifizieren, Löschen	
<i>Änderungen/Aktualität</i>	sehr häufig / stets aktuell	
<i>#Datenquellen</i>	meist eine	
<i>Datenmerkmale</i>	nicht abgeleitet, zeitaktuell, autonom, dynamisch	
<i>Optimierungsziele</i>	hoher Durchsatz, sehr kurze Antwortzeiten (ms .. s), hohe Verfügbarkeit	



# Warum separates Data Warehouse?

## ■ Unterschiedliche Nutzung und Datenstrukturierung

## ■ Performance

- OLTP optimiert für kurze Transaktionen und bekannte Lastprofile
- komplexe OLAP-Anfragen würden gleichzeitige OLTP-Transaktionen des operationalen Betriebs drastisch verschlechtern
- spezieller physischer und logischer Datenbankentwurf für multidimensionale Sichten/Anfragen notwendig
- Transaktionseigenschaften (ACID) nicht wichtig

## ■ Funktionalität

- historische Daten
- Konsolidierung (Integration, Bereinigung und Aggregation) von Daten aus heterogenen Datenquellen

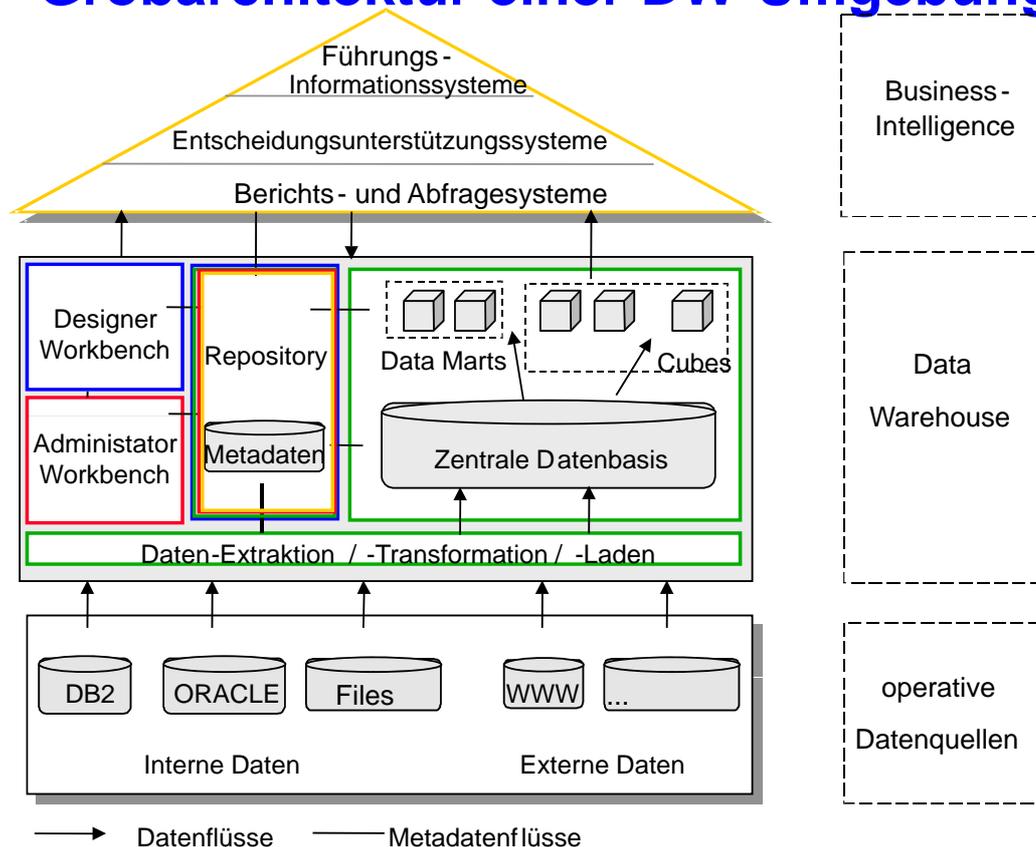
## ■ Sicherheit

## ■ Nachteile der separaten Lösung

- Datenredundanz
- Daten nicht vollständig aktuell
- hoher Administrationsaufwand
- hohe Kosten



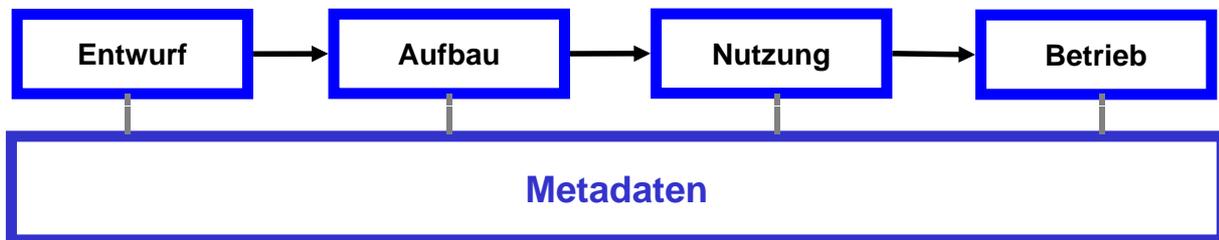
## Grobarchitektur einer DW-Umgebung



# DW-Prozesse

## ■ Data Warehousing umfaßt mehrere Teilprozesse

- Entwurf (“design it”),
- Aufbau (“build it”, „populate“),
- Nutzung (“use it”, „analyze“) sowie
- Betrieb und Administration („maintain it“ / „administer“)



## ■ DW ist meist kein monolithisches System

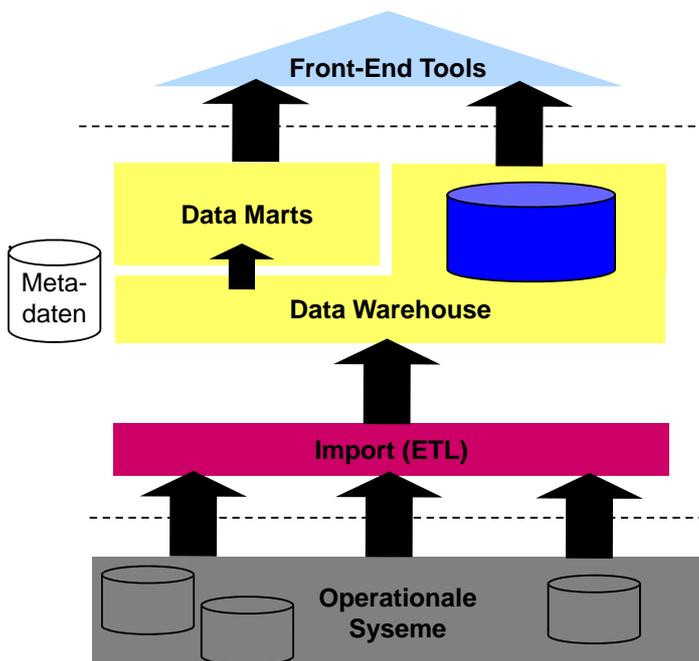
- meist Nutzung von Tools / Komponenten unterschiedlicher Hersteller sowie eigenprogrammierten Anteilen

## ■ zentrale Bedeutung der Metadaten, jedoch oft unzureichend unterstützt

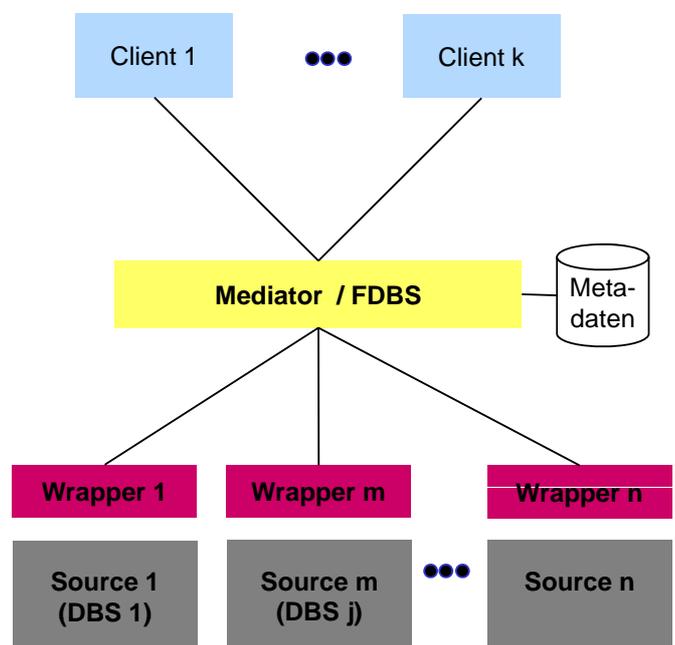


# Datenintegration: physisch vs. virtuell

## Physische (Vor-) Integration (Data Warehousing)



## Virtuelle Integration (Mediator/Wrapper-Architekturen, förderierte DBS)

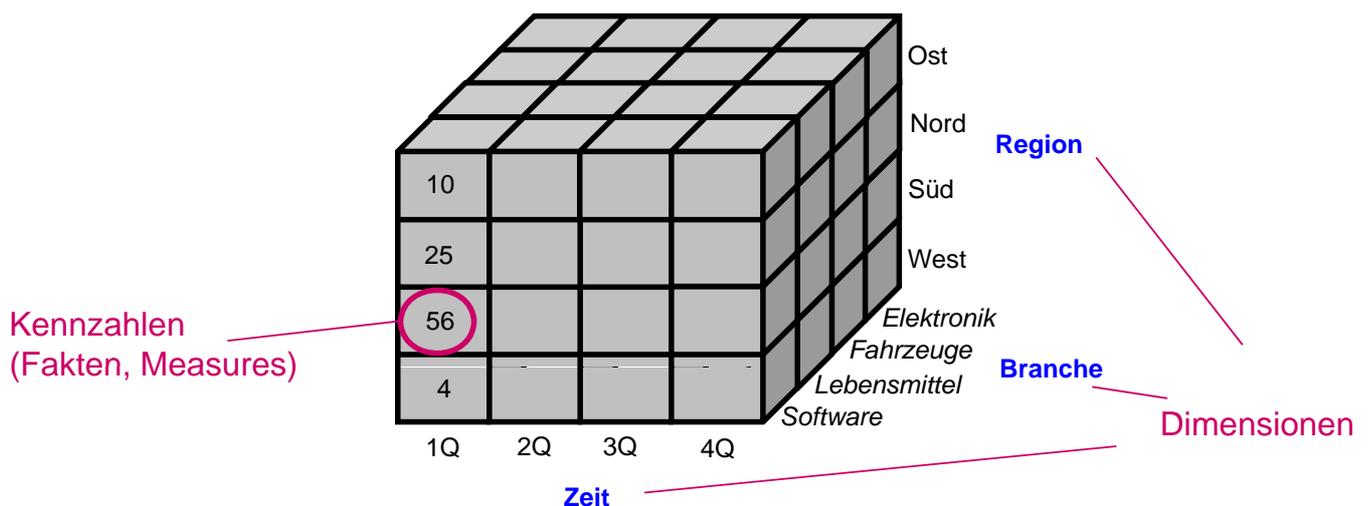


## Datenintegration: physisch vs. virtuell (2)

	Physisch (Data Warehouse)	Virtuell
Integrationszeitpunkt: Metadaten	Vorab (DW-Schema)	Vorab (globale Sicht)
Integrationszeitpunkt: Daten	vorab	Dynamisch (zur Anfragezeit)
Aktualität der Daten		
Autonomie der Datenquellen		
Erreichbare Datenqualität		
Analysezeitbedarf für große Datenmengen		
Hardwareaufwand		
Skalierbarkeit auf viele Datenquellen		



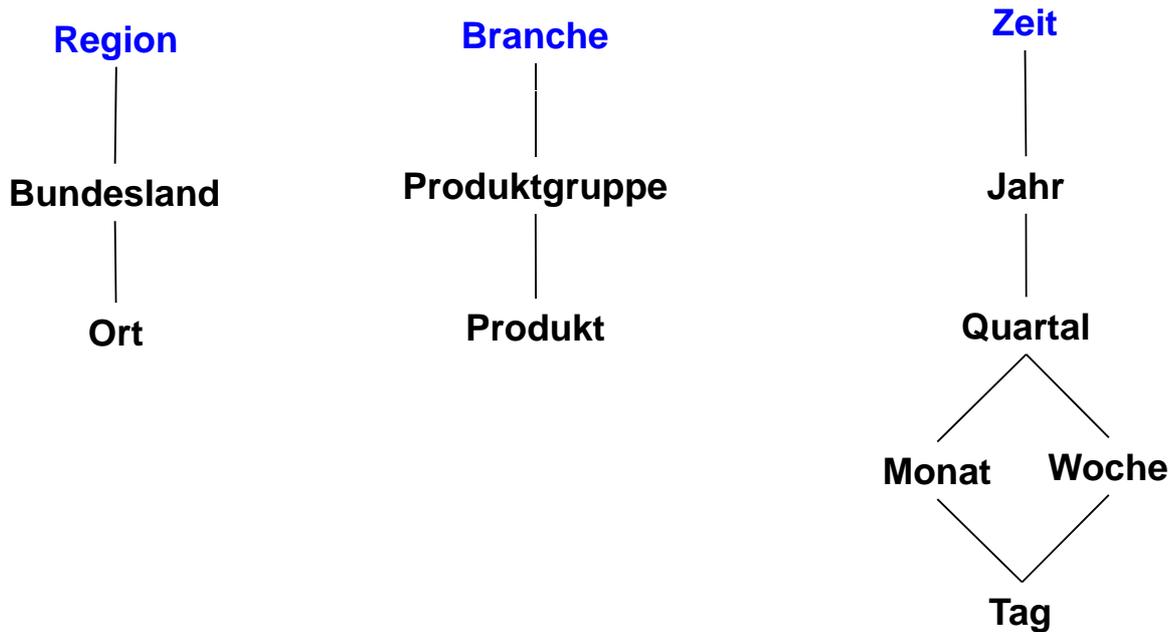
## Mehrdimensionale Datensicht



- Kennzahlen: numerische Werte als Grundlage für Aggregationen/Berechnungen (z.B. Absatzzahlen, Umsatz, etc.)
- Dimensionen: beschreibende Eigenschaften
- Operationen:
  - Aggregation der Kennzahlen über eine oder mehrere Dimension(en)
  - Slicing and Dicing: Bereichseinschränkungen auf Dimensionen



# Hierarchische Dimensionierung



- Operationen zum Wechsel der Dimensionsebenen
  - Drill-Down
  - Roll-Up

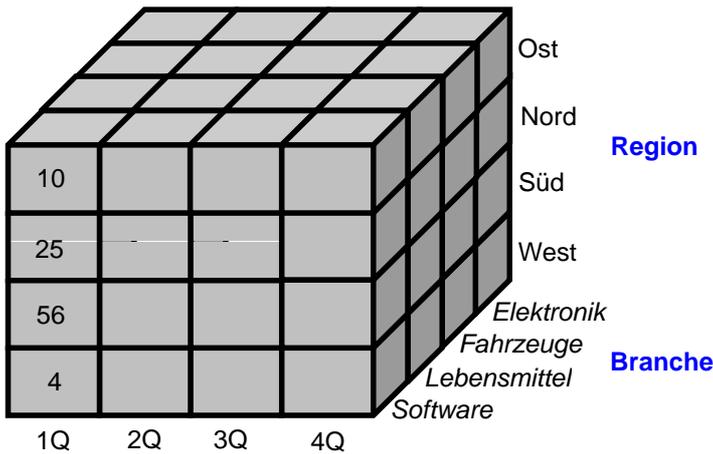


## OLAP (Online Analytical Processing)

- interaktive multidimensionale Analyse auf konsolidierten Unternehmensdaten
- Merkmale / Anforderungen
  - multidimensionale, konzeptionelle Sicht auf die Daten
  - unbegrenzte Anzahl an Dimensionen und Aggregationsebenen
  - unbeschränkte dimensionsübergreifende Operationen
  - intuitive, interaktive Datenmanipulation und Visualisierung
  - transparenter (integrierter) Zugang zu heterogenen Datenbeständen mit logischer Gesamtsicht
  - Skalierbarkeit auf große Datenmengen
  - stabile, volumenunabhängige Antwortzeiten
  - Mehrbenutzerunterstützung
  - Client/Server-Architektur



# Multidimensional vs. relational



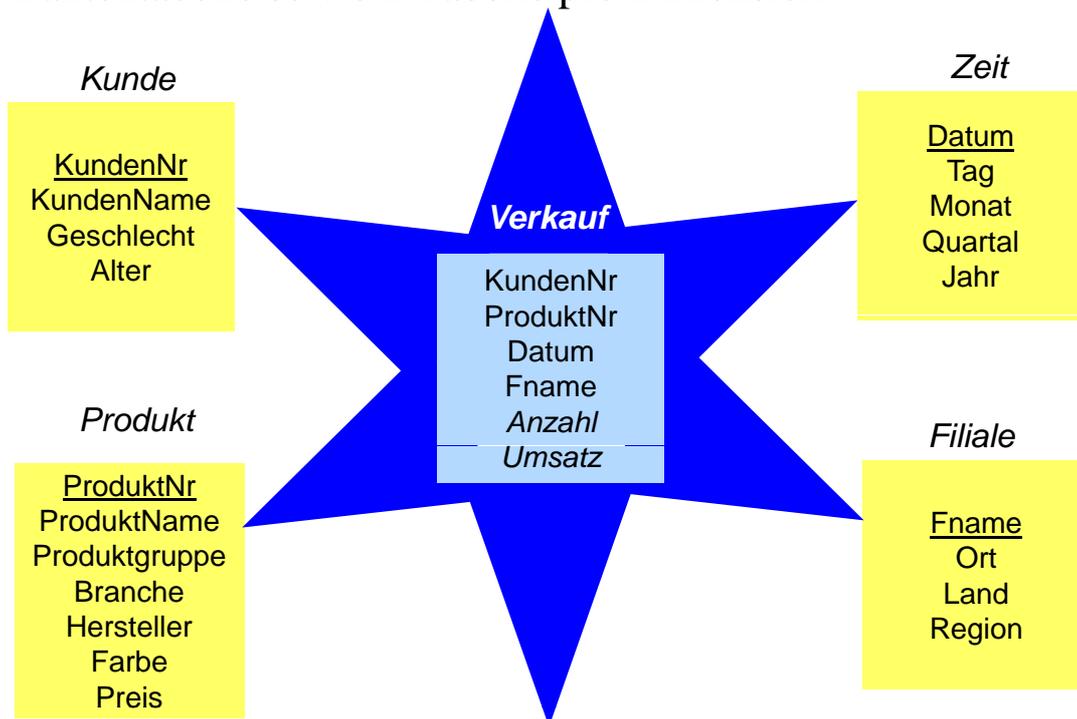
<u>Bestellnr</u>	Region	Branche	Zeit	Menge
1406	Ost	Fahrzeuge	2Q	5
4123	West	Elektronik	1Q	58
7829	Süd	Fahrzeuge	2Q	30
5327	Ost	Lebensmittel	4Q	3000
9306	Nord	Software	1Q	25
2574	Ost	Elektronik	4Q	2

- **multidimensionale Darstellung (MOLAP):** Kreuzprodukt aller Wertebereiche mit aggregiertem Wert pro Kombination
  - Annahme: fast alle Kombinationen kommen vor
- **relationale Darstellung (ROLAP):**
  - Relation: Untermenge des Kreuzproduktes aller Wertebereiche
  - nur vorkommende Wertekombinationen werden gespeichert (Tupel)
- **Hybrides OLAP (HOLAP):** ROLAP + MOLAP



# Star-Schema

- zentrale Faktentabelle sowie 1 Tabelle pro Dimension



# Anfragen

*Beispielfrage: Welche Auto-Hersteller wurden von weiblichen Kunden in Sachsen im 1. Quartal 2008 favorisiert?*

```
select p.Hersteller, sum (v.Anzahl)
from Verkauf v, Filialen f, Produkt p, Zeit z, Kunden k
where z.Jahr = 2008 and z.Quartal = 1 and k.Geschlecht = 'W' and
    p.Produkttyp = 'Auto' and f.Land = 'Sachsen' and
    v.Datum = z.Datum and v.ProduktNr = p.ProduktNr and
    v.Filiale = f.FName and v.KundenNr = k.KundenNr
group by p.Hersteller;
```

## ■ Star-Join

- sternförmiger Join der (relevanten) Dimensionstabellen mit der Faktentabelle
- Einschränkung der Dimensionen
- Verdichtung der Kennzahlen durch Gruppierung und Aggregation



# Analysewerkzeuge

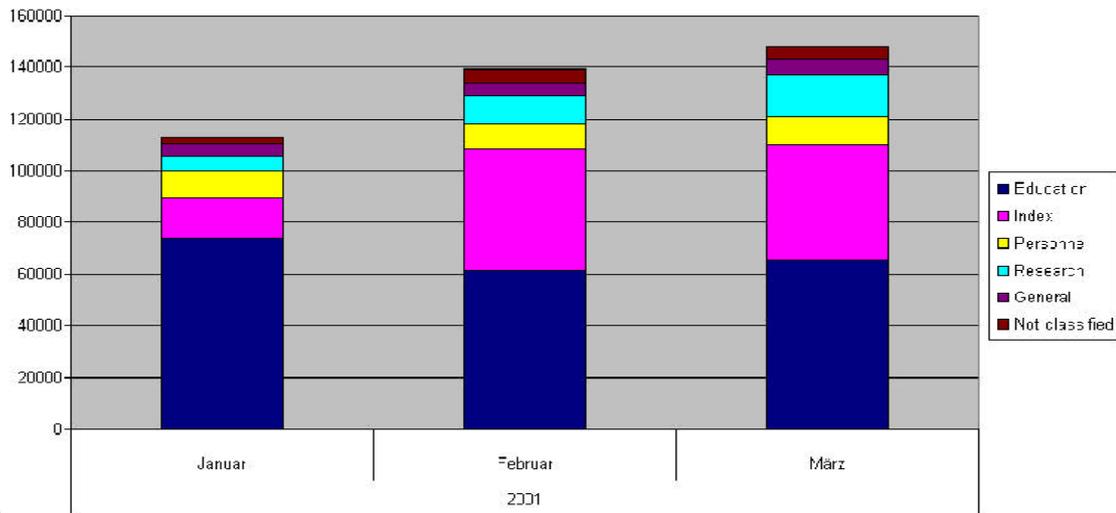
- (Ad Hoc-) Query-Tools
- Reporting-Werkzeuge, Berichte mit flexiblen Formatierungsmöglichkeiten
- OLAP-Tools
  - interaktive mehrdimensionale Analyse und Navigation (Drill Down, Roll Up, ...)
  - Gruppierungen, statistische Berechnungen, ...
- Data Mining-Tools
  
- Darstellung
  - Tabellen, insbesondere Pivot-Tabellen (Kreuztabellen)
  - Analyse durch Vertauschen von Zeilen und Spalten, Veränderung von Tabellendimensionen
  - Graphiken sowie Text und Multimedia-Elemente
- Nutzung über Web-Browser, Spreadsheets-Integration



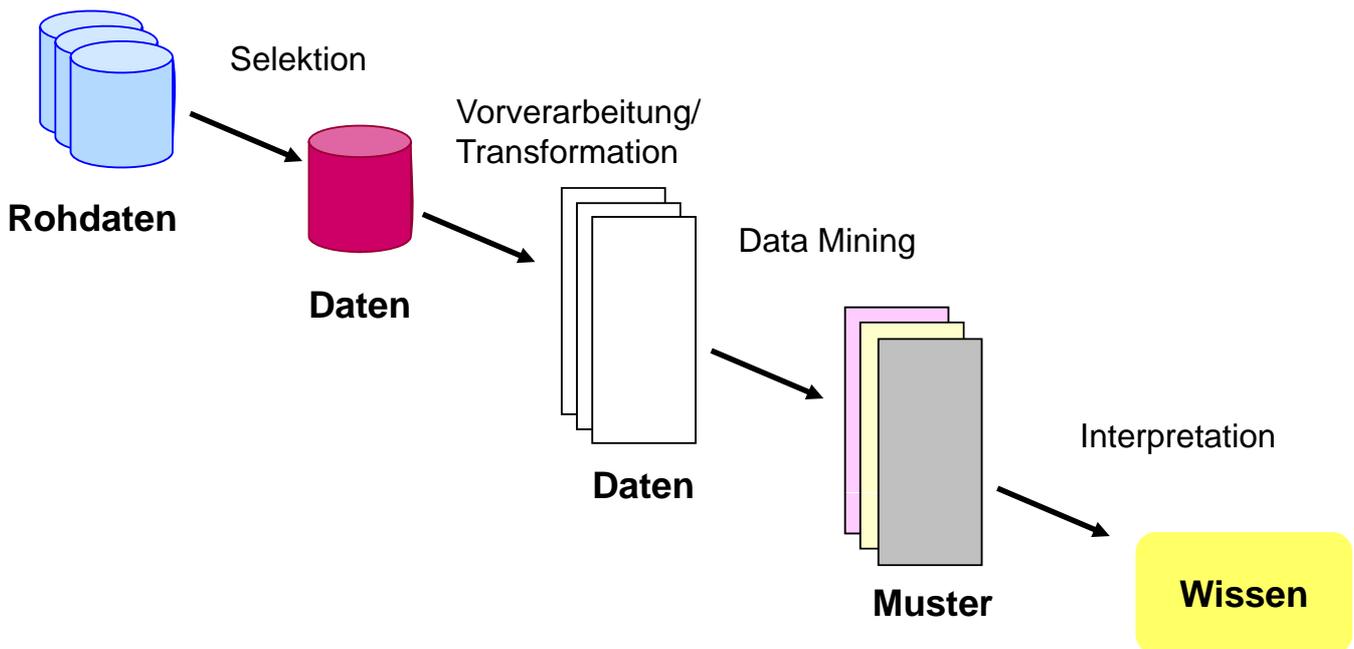
# Beispiel: OLAP-Ausgabe (Excel)

		Category						
		Education	Index	Personnel	Research	General	Not classified	
Jahr	Monat	Tag	Hits	Hits	Hits	Hits	Hits	
2001	Januar		70961	15494	10509	5079	4915	2060
	Februar		61697	46666	9880	10686	4558	5504
	März		65642	44708	10439	15837	5871	5334
	Total *		213494	115430	32867	33501	16054	14275
Gesamtergebnis *			1106493	189912	111213	84560	46708	39735

Monthly Report / Databases



## Knowledge Discovery



# Data Mining: Techniken

- Data Mining: Einsatz statistischer und wissensbasierter Methoden auf Basis von Data Warehouses
  - Auffinden von Korrelationen, Mustern und Trends in Daten
  - “Knowledge Discovery”: setzt im Gegensatz zu OLAP (“knowledge verification”) kein formales Modell voraus
- Clusteranalyse
  - Objekte werden aufgrund von Ähnlichkeiten in Klassen eingeteilt (Segmentierung)
  - Bsp.: ähnliche Kunden, ähnliche Website-Nutzer ...
- Assoziationsregeln
  - Warenkorbanalyse (z.B. Kunde kauft A und B => Kunde kauft C)
- Klassifikation
  - Klassifikation von Objekten
  - Erstellung von Klassifikationsregeln / Vorhersage von Attributwerten (z.B. “guter Kunde” wenn Alter > 25 und ... )
  - mögliche Realisierung: Entscheidungsbaum



## Beispiel Warenkorbanalyse



Data-Warehouse-Systeme Architektur, Entwicklung, Anwendung  
von [Andreas Bauer](#), [Holger Günzel](#)



Amazon-Preis: **EUR 49,00** Kostenlose Lieferung. [Siehe Details.](#)

Gewöhnlich versandfertig bei Amazon in 24 Stunden.

Nur noch 5 Stück verfügbar -- jetzt bestellen. (Warenneulieferung in **Sie möchten dieses Produkt morgen bis 12 Uhr geliefert bekommen** nächsten 2 Stunden und 9 Minuten und wählen Sie **DHL** **Overnig**

Kunden, die dieses Buch gekauft haben, haben auch diese Bücher gekauft:

- ◆ [The Data Warehouse Stag](#)
- ◆ [Der Data-Warehouse-Rah](#)

Kunden, die Bücher von /

- ◆ [Norbert Egger](#)
- ◆ [Ralph Kimball](#)
- ◆ [Hans-Georg Kemper](#)
- ◆ [Wolfgang Lehner](#)
- ◆ [Lothar Schirmer](#)

Kunden, die Artikel gekauft haben, welche Sie sich kürzlich angesehen haben, kauften auch:



📖 [Datenbanksysteme. Konzepte und Techniken der Implementierung.](#)  
von Theo Härder, Erhard Rahm



📖 [Grundlagen von Datenbanksystemen. Ausgabe Grundstudium](#)  
von Ramiz Elmasri, Shamkant B. Navathe

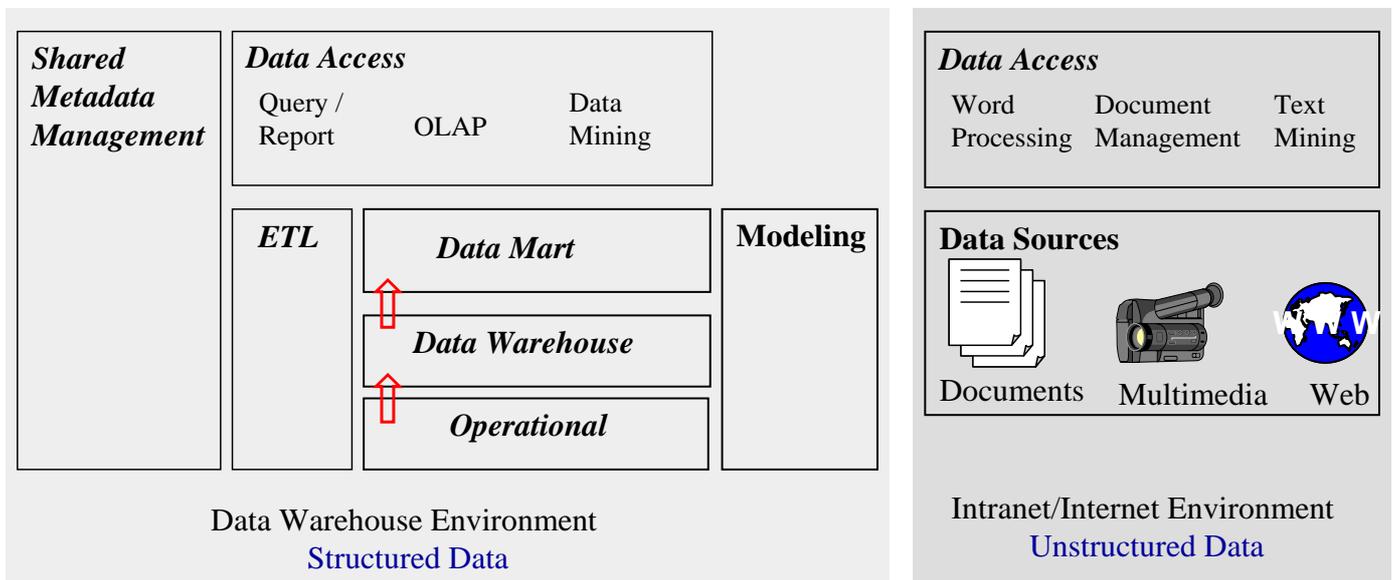
gekauft:



# Enterprise Information Portale

- einheitlicher unternehmensweiter Zugang zu strukturierten und unstrukturierten Daten

## Enterprise Information Portal



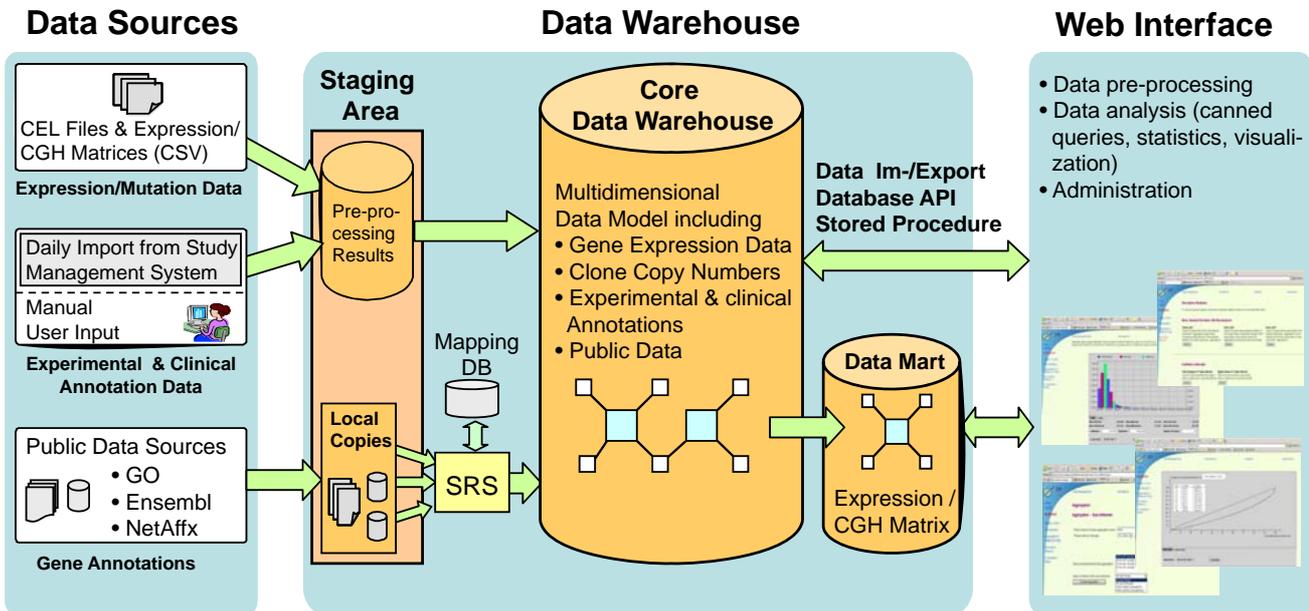
## Data Warehouse Hype & Realität

- “turning data into knowledge”
  - “360° view of customer”
  - “a single version of the truth”
  - “getting you closer to the customer”
  - “Better decision making”
- Fragen
- Wie werden welche Kundendaten genutzt?
  - Wie erfolgt die Sicherung der Datenqualität?



# GeWare: Expression Data Warehouse\*

- Verwaltung und Analyse großer Mengen von Genexpressionsdaten
- Integration weiterer Informationen zu Genen, Patienten, etc.



\*E. Rahm, T. Kirsten, J. Lange: *The GeWare data warehouse platform for the analysis of molecular-biological and clinical data.* Journal of Integrative Bioinformatics, 4(1):47, 2007.



## Zusammenfassung

- Data Warehousing: DB-Anfrageverarbeitung und Analysen auf integriertem Datenbestand für Decision Support (OLAP)
- riesige Datenvolumina
- Hauptschwierigkeit: Integration heterogener Datenbestände sowie Bereinigung von Primärdaten
- Physische Datenintegration ermöglicht aufwändige Datenbereinigung und effiziente Analyse auf großen Datenmengen
- Mehrdimensionale Datenmodellierung und -organisation
- Breites Spektrum an Auswertungs- und Analysemöglichkeiten
- Data Mining: selbständiges Aufspüren relevanter Muster in Daten
- *Data Warehouse ist weit mehr als Datenbank*

