Ludwig Maximilians Universität München
Institut für Informatik
Lehr- und Forschungseinheit für Datenbanksysteme



Skript zur Vorlesung

# Datenbanksysteme II

Sommersemester 2006

# Kapitel 1: Einführung

Vorlesung: Christian Böhm
Übungen: Elke Achtert, Peter Kunath, Alexey Pryakhin



http://www.dbs.informatik.uni-muenchen.de/Lehre/DBSII

Datenbanksysteme II
Kapitel 1: Einführung

# Inhalt der Vorlesung (1)

## Teil I :
## Implementierung von Datenbanksystemen

1. Einführung
2. Synchronisation
3. Logging & Recovery
4. Relationale Anfragebearbeitung

# Inhalt der Vorlesung (2)

## Teil II:
## Multimedia-Datenbanksysteme

1. Einführung in Multimedia-Datenbanken
2. Ähnlichkeitsmodelle für Multimediadaten
3. Algorithmen zur Ähnlichkeitssuche
4. Hochdimensionale Räume

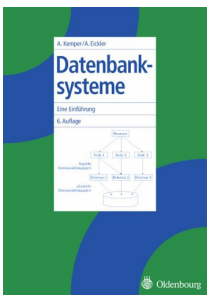


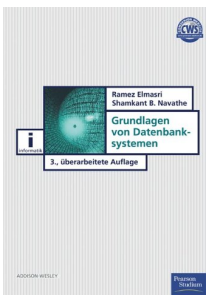


# Literaturliste, Teil 1

Die Vorlesung orientiert sich nicht an einem bestimmten Lehrbuch. Empfehlenswert sind aber u.a...

- A. Kemper, A. Eickler:
  **Datenbanksysteme. Eine Einführung**
  Oldenbourg, 6. Auflage (2006). 39,80 €
- R. Elmasri, S. B. Navathe:
  **Grundlagen von Datenbanksystemen**
  Pearson Studium, 3. Auflage (2004). 59,95 €
- G. Saake, A. Heuer , K.-U. Sattler:
  **Datenbanken: Implementierungstechniken**
  mitp, 2. Auflage (2005). 40,95 €



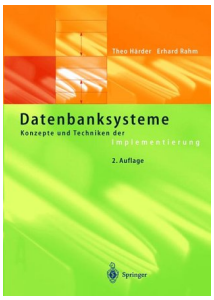




# Literaturliste, Teil 2

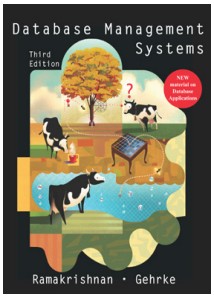


Die Vorlesung orientiert sich nicht an einem bestimmten Lehrbuch. Empfehlenswert sind aber u.a...

- T. Härder, E. Rahm:
  **Datenbanksysteme - Konzepte und Techniken der Implementierung**
  Springer, 2. Auflage (2001). 39,95 €
- C. Faloutsos:
  **Searching Multimedia Databases by Content**
  Kluwer, 1. Auflage (1996). 168,50 €
- R. Ramakrishnan, J. Gehrke:
  **Database Management Systems**
  McGraw Hill, 3. Auflage (2002).
  94,90 €










# Inhalt



1. Grundbegriffe
2. Architekturen von DBMS
3. Transaktionen

# Inhalt







# Komponenten eines DBS

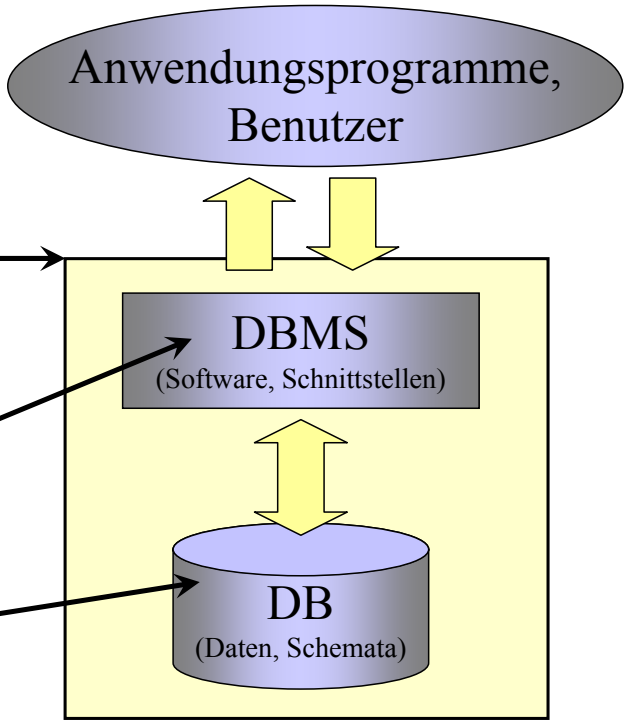
Ein Datenbanksystems (DBS) besteht aus…

**DB-Anwendungen**
(kommunizieren mit DBMS)

**DBS: Datenbanksystem**
(DB + DBMS)

**DBMS: Datenbank-Management-System**
(Software zur Verwaltung)

**DB: Datenbank**
(eigentliche Datensammlung)



# Aufgaben eines DBS

Primäre Aufgabe eines DBS ist die ...

- Beschreibung
- Speicherung und Pflege
- und Wiedergewinnung

umfangreicher Datenmengen, die von verschiedenen Anwendungsprogammen dauerhaft (persistent) genutzt werden





# Anforderungen an ein DBS (1)

Liste von 9 Anforderungen (Edgar F. Codd, 1982)

- **Integration**
  Einheitliche Verwaltung aller von Anwendungen benötigten Daten. Redundanzfreie Datenhaltung des gesamten Datenbestandes
- **Operationen**
  Operationen zur Speicherung, zur Recherche und zur Manipulation der Daten müssen vorhanden sein
- **Data Dictionary**
  Ein Katalog erlaubt Zugriffe auf die Beschreibung der Daten
- **Benutzersichten**
  Für unterschiedliche Anwendungen unterschiedliche Sicht auf den Bestand
- **Konsistenzüberwachung**
  Das DBMS überwacht die Korrektheit der Daten bei Änderungen

# Anforderungen an ein DBS (2)

- **Zugriffskontrolle**
  Ausschluss unautorisierter Zugriffe
- **Transaktionen**
  Zusammenfassung einer Folge von Änderungsoperationen zu einer Einheit, deren Effekt bei Erfolg permanent in DB gespeichert wird
- **Synchronisation**
  Arbeiten mehrere Benutzer gleichzeitig mit der Datenbank dann vermeidet das DBMS unbeabsichtigte gegenseitige Beeinflussungen
- **Datensicherung**
  Nach Systemfehlern (d.h. Absturz) oder Medienfehlern (defekte Festplatte) wird die Wiederherstellung ermöglicht (im Gegensatz zu Datei-Backup Rekonstruktion des Zustands der letzten erfolgreichen TA)

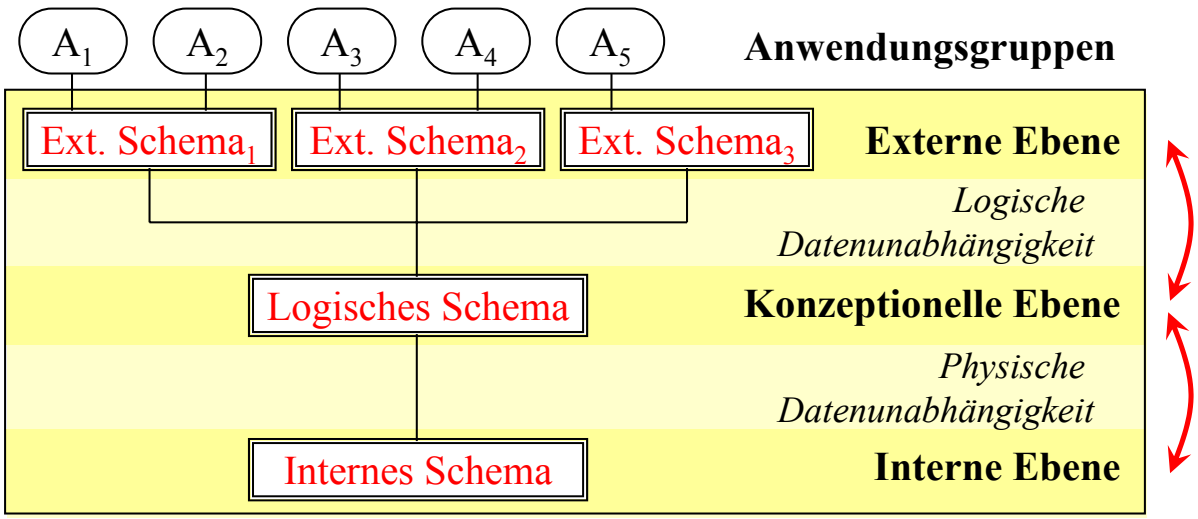




# Ebenenmodell (1)

Drei-Ebenen-Architektur zur Realisierung von
- **physischer**
- **und logischer**

Datenunabhängigkeit (nach ANSI/SPARC)



# Ebenenmodell (2)

## Externe Ebene

- Sammlung der individuellen Sichten aller Benutzer- bzw. Anwendungsgruppen in mehreren externen Schemata
- Benutzer soll keine Daten sehen, die er nicht sehen will (Übersichtlichkeit) oder nicht sehen darf (Datenschutz)
  - Beispiel: Klinik-Pflegepersonal benötigt andere Aufbereitung der Daten als die Buchhaltung
- Datenbank wird damit von Änderungen und Erweiterungen der Anwenderschnittstellen abgekoppelt (*logische Datenunabhängigkeit*)



# Ebenenmodell (3)

## Konzeptionelle Ebene

- Logische Gesamtsicht *aller* Daten der DB unabhängig von den einzelnen Applikationen
- Niedergelegt in konzeptionellem (logischem) Schema
- Ergebnis des (logischen) Datenbank-Entwurfs
- Beschreibung aller Objekttypen und Beziehungen
- Keine Details der Speicherung
- Formulierung im Datenmodell des Datenbanksystems
- Spezifikation mit Hilfe einer Daten-Definitionssprache (Data Definition Language, DDL)

# Ebenenmodell (4)

## Interne Ebene

- Beschreibung der systemspezifischen Realisierung der DB-Objekte (physische Speicherung), z.B.
  - Aufbau der gespeicherten Datensätze
  - Indexstrukturen wie z.B. Suchbäume
- Bestimmt maßgeblich das Leistungsverhalten des gesamten DBS
- Die Anwendungen sind von Änderungen des internen Schemas nicht betroffen (*physische Datenunabhängigkeit*)



# Inhalt

1. Grundbegriffe
2. Architekturen von DBMS
3. Transaktionen

# Schichtenmodell (1)

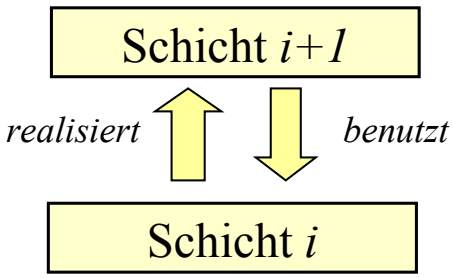
- Schichtenmodell aus dem SW-Engineering
  - Komponenten eines komplexen Systems sind hierarchisch strukturiert
  - Keine Schicht ruft Operationen aus einer höheren Schicht auf.

- Jede Schicht definiert eine abstrakte Maschine
  - Darüber liegende Schichten setzten auf dem jeweiligen Abstraktionsgrad auf
  - Darunter liegende Schichten stellen den jeweiligen Abstraktionsgrad zur Verfügung



# Schichtenmodell (2)

- Schnittstelle zwischen Schicht *i* und Schicht *i+1* besteht aus Operationen *O*:
  - Schicht *i* realisiert die Operationen *O* der Schnittstelle
  - Schicht *i+1* benutzt die Operationen *O* der Schnittstelle



# Schichtenmodell (3)



**Vorteile einer Schichtenarchitektur**

- Einfache Implementierung von Komponenten aus höheren Schichten: Sie können auf dem Abstraktionsgrad tiefer liegender Schichten aufbauen.
- Änderungen in höheren Ebenen wirken sich nicht auf tiefere Ebenen aus.
- Beim Entfernen höherer Ebenen bleiben tiefere Ebenen dennoch funktionsfähig.
- Tiefere Ebenen können getestet werden, bevor höhere Ebenen lauffähig sind.
- Verändert man auf einer tieferen Ebene die Implementierung, aber nicht die Schnittstelle (weder syntaktisch noch semantisch), so muss auch in höheren Schichten nichts geändert werden.



# Schichtenmodell (4)



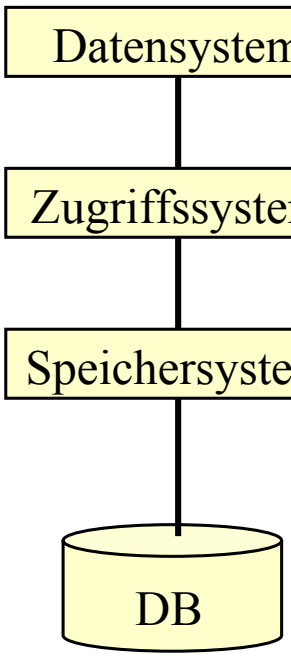
**Optimale Anzahl *n* von Schichten**

- zu wenige Schichten (z.B. $n=1$):
  *Nachteil*: komplexe monolithische Komponenten, schwer wartbar

- zu viele Schichten (z.B. $n>10$):
  - *Vorteil*: Reduktion der Komplexität einzelner Schichten; System gut erweiterbar
  - *Nachteil*: Hohe Anzahl zu durchlaufender Schnittstellen kann zu Leistungseinbußen führen; Fehlerbehandlung kann aufwändig sein

# Schichten des DBMS-Kerns



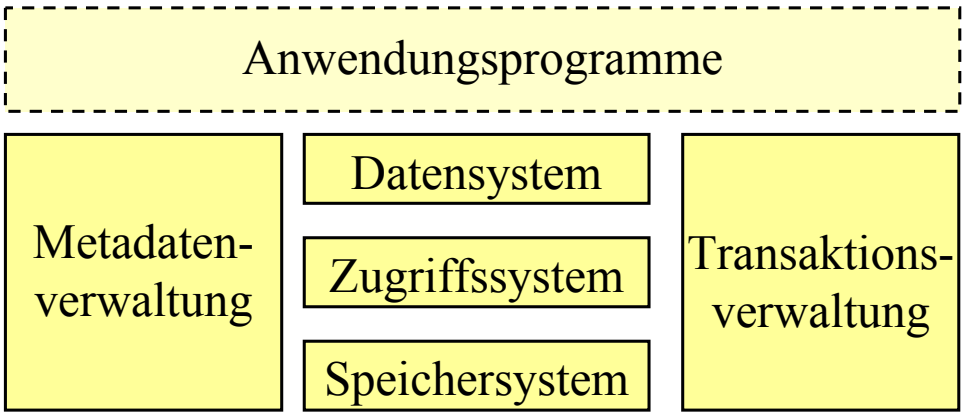



| | Aufgaben der Schicht | Art der Operationen |
|---|---|---|
| Datensystem | Übersetzung und Optimierung von Anfragen | deskriptive Anfragen, Mengenzugriffe |
| Zugriffssystem | Verwaltung physischer Sätze und Zugriffspfade | Satzzugriffe |
| Speichersystem | DB-Pufferverwaltung und Externspeicherverwaltung | Seitenzugriffe |
| DB | Physische Speicherung | Blocktransfer |



# Gesamtarchitektur eines DBMS



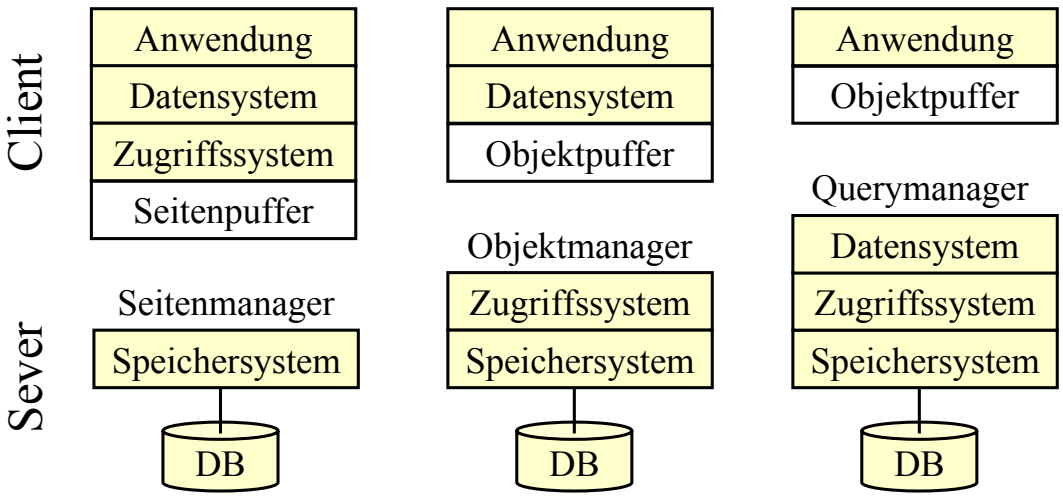



- **Daten-, Zugriffs- und Speichersystem** (wie oben) für die Grundfunktionalität
- **Metadatenverwaltung** für modellspezifische Daten (Schema, Indexe, Data Dictionary)
- **Transaktionsverwaltung** für Synchronisation und Datensicherheit

# Client/Server-Architekturen



- Die hierarchische Schichtung der Systemkomponenten bestimmt die **Aufrufstruktur**, nicht aber die **Prozessstruktur** (Zuordnung zu physischen Recheneinheiten)
- Folgende Client/Server-Modelle sind gebräuchlich:

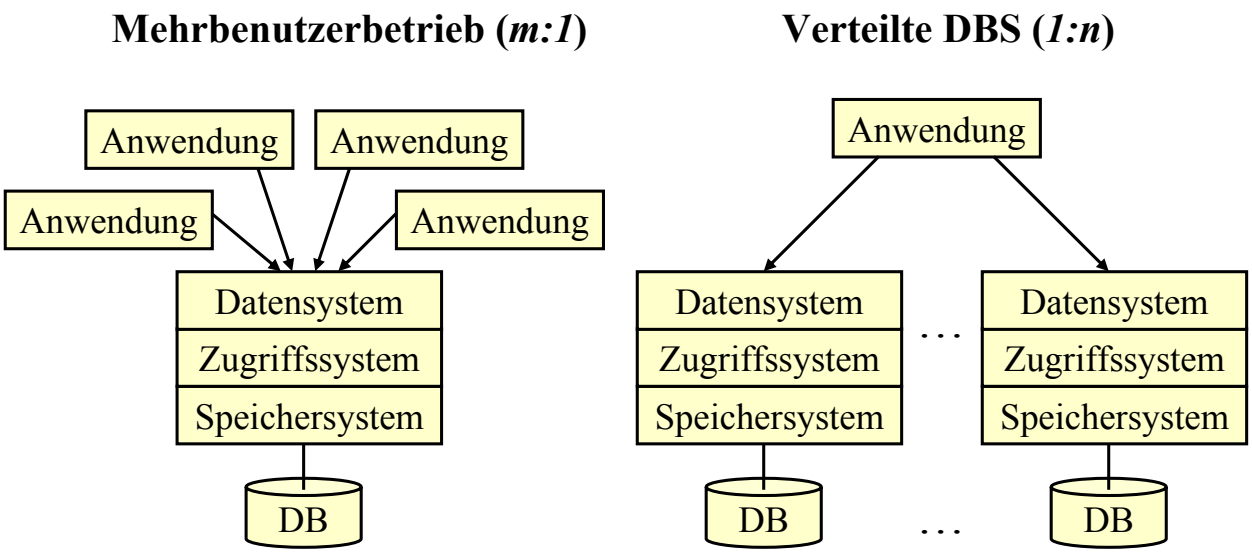





# Mehrbenutzer- und verteilte DBS



Verteilte Mehrbenutzer-DBS (*m*:*n*) vereinigen die folgenden beiden Prinzipien:



# Inhalt

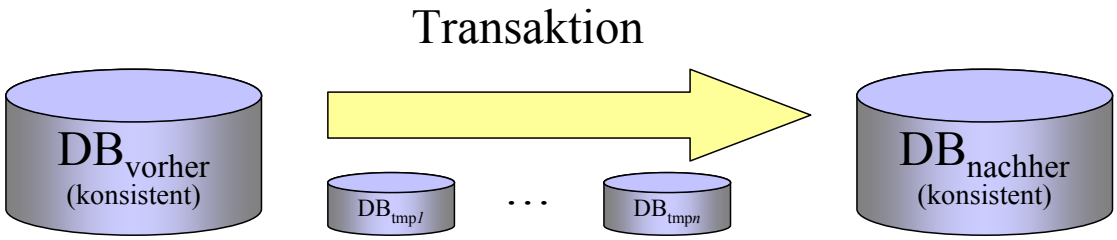






# Transaktionskonzept (1)

- Transaktion: Folge von Aktionen (*read, write*), die die DB von einen konsistenten Zustand in einen anderen konsistenten Zustand überführt
- Transaktionen: Einheiten integritätserhaltender Zustandsänderungen einer Datenbank
- Hauptaufgaben der Transaktions-Verwaltung
  - Synchronisation (Koordination mehrerer Benutzerprozesse)
  - Recovery (Behebung von Fehlersituationen)



# Transaktionskonzept (2)

Beispiel Bankwesen:

Überweisung von Huber an Meier in Höhe von 200 €

- Mgl. Bearbeitungsplan:
  - (1) Erniedrige Stand von Huber um 200 €
  - (2) Erhöhe Stand von Meier um200 €
- Möglicher Ablauf

| Konto | Kunde | Stand |
|---|---|---|
| | Meier | 1.000 € |
| | Huber | 1.500 € |

(1) ⇒

| Konto | Kunde | Stand |
|---|---|---|
| | Meier | 1.000 € |
| | Huber | 1.300 € |

(2) ⇒ **System-absturz**





# Eigenschaften von Transaktionen

- **ACID-Prinzip**
  - **Atomicity** (Atomarität)
    Der Effekt einer Transaktion kommt entweder ganz oder gar nicht zum Tragen.
  - **Consistency** (Konsistenz, Integritätserhaltung)
    Durch eine Transaktion wird ein konsistenter Datenbankzustand wieder in einen konsistenten Datenbankzustand überführt.
  - **Isolation** (Isoliertheit, logischer Einbenutzerbetrieb)
    Innerhalb einer Transaktion nimmt ein Benutzer Änderungen durch andere Benutzer nicht wahr.
  - **Durability** (Dauerhaftigkeit, Persistenz)
    Der Effekt einer abgeschlossenen Transaktion bleibt dauerhaft in der Datenbank erhalten.

# Steuerung von Transaktionen (1)



- **begin of transaction (BOT)**
  - markiert den Anfang einer Transaktion
  - Transaktionen werden implizit begonnen, es gibt kein `begin work` o.ä.
- **end of transaction (EOT)**
  - markiert das Ende einer Transaktion
  - alle Änderungen seit dem letzten BOT werden festgeschrieben
  - SQL: `commit oder commit work`
- **abort**
  - markiert den Abbruch einer Transaktion
  - die Datenbasis wird in den Zustand vor BOT zurückgeführt
  - SQL: `rollback oder rollback work`
- **Beispiel**

```
UPDATE Konto SET Stand = Stand-200 WHERE Kunde = 'Huber';
UPDATE Konto SET Stand = Stand+200 WHERE Kunde = 'Meier';
COMMIT;
```



# Steuerung von Transaktionen (2)



Unterstützung langer Transaktionen durch

- **define savepoint**
  - markiert einen zusätzlichen Sicherungspunkt, auf den sich die noch aktive Transaktion zurücksetzen lässt
  - Änderungen dürfen noch nicht festgeschrieben werden, da die Transaktion noch scheitern bzw. zurückgesetzt werden kann
  - SQL: `savepoint <identifier>`
- **backup transaction**
  - setzt die Datenbasis auf einen definierten Sicherungspunkt zurück
  - SQL: `rollback to <identifier>`

# Ende von Transaktionen

- COMMIT **gelingt**
  → der neue Zustand wird dauerhaft gespeichert.
- COMMIT **scheitert**
  → der ursprüngliche Zustand wie zu Beginn der Transaktion bleibt erhalten (bzw. wird wiederhergestellt). Ein COMMIT kann z.B. scheitern, wenn die Verletzung von Integritätsbedingungen erkannt wird.
- ROLLBACK
  → Benutzer widerruft Änderungen