

## Datenbank-Grundlagen

SS 2005

### 1. Einführung in das Thema

**Prof. Dr. Stefan Böttcher**  
**Universität Paderborn**

mit Material von  
**Prof. Dr. Gregor Engels**

Agenda:

(Relationale) Datenbank   Schreiboperationen   Anfragen   Datenbank-Schema   SQL   Warum Datenbanken?  
 Datenbank-Grundlagen - SS 2005 - Prof. Dr. Stefan Böttcher - Folie 1 - 1

### Verschiedene Definitionen des Begriffs Datenbank(system)

- Eine Datenbank ist eine Sammlung von Informationen zu einem bestimmten Thema oder Zweck, wie z.B. dem Verfolgen von Bestellungen oder dem Verwalten einer Musiksammlung. Wenn Ihre Datenbank nicht oder nur teilweise in einem Computer gespeichert ist, müssen Sie die Informationen aus den verschiedenen Quellen selbst koordinieren und organisieren.
  - [MS-Access-Online-Hilfe]

(Relationale) Datenbank   Schreiboperationen   Anfragen   Datenbank-Schema   SQL   Warum Datenbanken?  
 Datenbank-Grundlagen - SS 2005 - Prof. Dr. Stefan Böttcher - Folie 1 - 4

### Anwendungen mit komplexer Datenverwaltung Beispiele und Probleme

- PHP-Skript zur Anmeldung in den Übungsgruppen
  - Name, Matrikelnummer, Gruppe, ...
- Klausur- und Übungsgruppenverwaltung
  - Name, Matrikelnummer, Gruppe, Punkte, Klausurtermin, ...
- CASE-Tool
  - Diagramme, Modellelemente, Java-Klassen und -Pakete, ...
- Lagerverwaltung des Kreiskrankenhauses Heidenheim
  - Waren, Aufträge, Kommissionier-vorgänge, ...
- Verwaltung großer Datenmengen
- Paralleler Zugriff mehrerer Benutzer
- Datenschutz vor unberechtigten Zugriffen
- Datensicherheit bei Absturz von Anwendungen, Stromausfall, ...
- Datenunabhängigkeit durch Verstecken interner Datenformate vor Anwendung und Benutzern
- Vermeiden von Datenredundanz zwischen versch. Anwendungen
  - Verschwendung von Speicherplatz
  - Vergessen von Änderungen
  - Uneinheitliche Speicherung

(Relationale) Datenbank   Schreiboperationen   Anfragen   Datenbank-Schema   SQL   Warum Datenbanken?  
 Datenbank-Grundlagen - SS 2005 - Prof. Dr. Stefan Böttcher - Folie 1 - 2

### Verschiedene Definitionen des Begriffs Datenbank(system)

- Eine Datenbank (auch Datenbanksystem) ist ein System zur Beschreibung, Speicherung und Wiedergewinnung umfangreicher Datenmengen, die von mehreren Anwendungsprogrammen oder Anwendern benutzt werden. Es besteht aus einer Datenbasis, in der die Daten abgelegt werden und dem Verwaltungsprogramm (Datenbasismanagement), das die Daten entsprechend der vorgegebenen Beschreibung abspeichern, auffinden oder weitere Operationen durchführen kann.
  - [Informatikduden]

(Relationale) Datenbank   Schreiboperationen   Anfragen   Datenbank-Schema   SQL   Warum Datenbanken?  
 Datenbank-Grundlagen - SS 2005 - Prof. Dr. Stefan Böttcher - Folie 1 - 5

### Lösung: Datenverwaltung als Teil der System-Software aus Anwendungen auslagern

*Softwareschichten*

*Datenbanksystem*

(Relationale) Datenbank   Schreiboperationen   Anfragen   Datenbank-Schema   SQL   Warum Datenbanken?  
 Datenbank-Grundlagen - SS 2005 - Prof. Dr. Stefan Böttcher - Folie 1 - 3

### Datenbank/Datenbank(-Management)system

- DBMS: Datenbank-Management-System
- DBS: Datenbanksystem (DBMS + Datenbank)

(Relationale) Datenbank   Schreiboperationen   Anfragen   Datenbank-Schema   SQL   Warum Datenbanken?  
 Datenbank-Grundlagen - SS 2005 - Prof. Dr. Stefan Böttcher - Folie 1 - 6

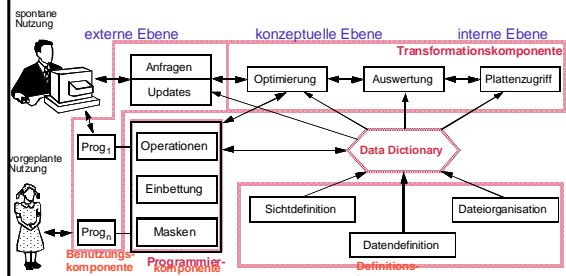
## Grund-Prinzipien von DBS I

- verwalten persistente (langfristig zu haltende) Daten
- verwalten große Datenmengen effizient
- Datenbankmodell: alle Daten einheitlich beschrieben (Integration)
- Operationen und Sprachen deskriptiv (= getrennt von einer Programmiersprache)
- Transaktionskonzept, Concurrency Control: logisch zusammenhängende Operationen atomar (unteilbar), Auswirkungen langlebig, können parallel durchgeführt werden
- Datenschutz, Datenintegrität (Konsistenz), Datensicherheit

(Relationale) Datenbank Schreiboperationen Anfragen Datenbank-Schema SQL Warum Datenbanken?  
Datenbank-Grundlagen - SS 2005 - Prof. Dr. Stefan Böttcher - Folie 1 - 7

## Komponenten eines Datenbanksystems

Systemarchitektur gemäß ANSI-SPARC-Standard von 1978  
(SPARC = Standards Planning and Requirements Engineering Committee)



(Relationale) Datenbank Schreiboperationen Anfragen Datenbank-Schema SQL Warum Datenbanken?  
Datenbank-Grundlagen - SS 2005 - Prof. Dr. Stefan Böttcher - Folie 1 - 10

## Grund-Prinzipien von DBS II

- 3-Ebenen-Architektur  
→ physische Datenunabhängigkeit +  
logische Datenunabhängigkeit
- Trennen zwischen Schema (etwa Tabellenstruktur)  
und Instanz (etwa Tabelleninhalt)
- Angelehnt an die 9 Codd'schen Regeln ...

(Relationale) Datenbank Schreiboperationen Anfragen Datenbank-Schema SQL Warum Datenbanken?  
Datenbank-Grundlagen - SS 2005 - Prof. Dr. Stefan Böttcher - Folie 1 - 8

## Komponenten eines Datenbanksystems

- **Datendefinition:** konzeptuelle Definition aller Daten (konzeptuelles Schema)
- **Sichtdefinition:** Definition von Benutzersichten (externes Schema)
- **Dateioorganisation:** Definition des (internen) Dateiaufbaus und Zugriffsstrukturen (internes Schema)
- **Masken:** Entwurf der Benutzeroberfläche für Datenbanknutzender
- **Operationen:** Anfragen und Änderungsoperationen (Updates) in Programmen
- **Einbettung:** Einbettung von Datenbankoperationen in Programme
- **Prog.:** verschiedene Anwendungsprogramme
- **Optimierung:** Umformung von Anfragen (Updates) in effiziente Gestalt
- **Auswertung:** Durchführung der umgeformten Anfragen (Updates)
- **Plattenzugriff:** effiziente Ablage der Daten im Sekundärspeicher

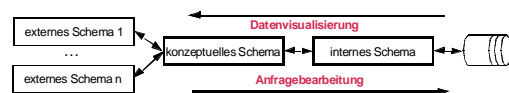
(Relationale) Datenbank Schreiboperationen Anfragen Datenbank-Schema SQL Warum Datenbanken?  
Datenbank-Grundlagen - SS 2005 - Prof. Dr. Stefan Böttcher - Folie 1 - 11

## 9 Codd'sche Anforderungen an DBS

1. **Integration:** einheitliche nichtredundante Datenverwaltung
2. **Operationen:** Speichern, Suchen, Ändern, Löschen (ad hoc und "fest verdrahtet")
3. **Katalog:** Zugriffe auf DB-Beschreibung im "Data Dictionary"
4. **Benutzersichten:** verschiedene Sichten auf Datenbankschnitte
5. **Konsistenzüberwachung:** Datenbankinhalt entspricht Schema
6. **Datenschutz:** Ausschluss unautorisierter Zugriffe
7. **Transaktionen:** mehrere Operationen als Funktionseinheit
8. **Synchronisation:** parallele Transaktionen koordinieren
9. **Datensicherung:** Daten-Wiederherstellung nach Systemfehlern

(Relationale) Datenbank Schreiboperationen Anfragen Datenbank-Schema SQL Warum Datenbanken?  
Datenbank-Grundlagen - SS 2005 - Prof. Dr. Stefan Böttcher - Folie 1 - 9

## Drei-Schichten-Schemaarchitektur (nach ANSI-SPARC)



- **Datenbankschema besteht aus**
  - internen Schema (Datenverwaltung auf Platte, Indexstrukturen, ...)
  - einem konzeptuellen Schema (Beschreibung der Gesamtstruktur, Integritätsbedingungen, ...)
  - i.a. mehreren externen Schemata (Sichten für verschiedene Anwendungen, Benutzergruppen, ...)
- **Trennung Schema - Instanz**
  - Schema = Beschreibung der Daten (Metadaten)
  - Instanz = Anwenderdaten (Datenbankzustand, -ausprägung)

(Relationale) Datenbank Schreiboperationen Anfragen Datenbank-Schema SQL Warum Datenbanken?  
Datenbank-Grundlagen - SS 2005 - Prof. Dr. Stefan Böttcher - Folie 1 - 12

## Was ist eine Datenbank?

Dauerhafter Speicher für (ein große Menge von) Daten  
→ Daten sind morgen noch da

Speicher ist strukturiert und organisiert

Daten leichter (und effizienter) zu finden  
und zu ändern als im Datei-System

Constraints (=Integritätsbedingungen)  
verhindern Speicherung "falscher" Daten in Datenbank

Transaktionen garantieren Korrektheit, Dauerhaftigkeit, ...

(Relationale) Datenbank Schreiboperationen Anfragen Datenbank-Schema SQL Warum Datenbanken?  
Datenbank-Grundlagen - SS 2005 - Prof. Dr. Stefan Böttcher - Folie 1 - 13

## Grundkonzepte relationaler Datenbanken

Attribute und ihre Werte alleine geben auch noch keinen Sinn,  
erst der **Zusammenhang** (= die Datenbeziehung = die Relation)  
in Tabelle Bestellungen ergibt Sinn:

datum=22.6.04  $\wedge$  teil=13  $\wedge$  kunde='Reich'

"am 22.6.04  
bestellt  
der Kunde Reich  
das Teil mit der Nummer 13"

Attributwerte jeweils einer Zeile  
gehören zusammen und sind  
implizit UND-Verknüpft

Bestellungen

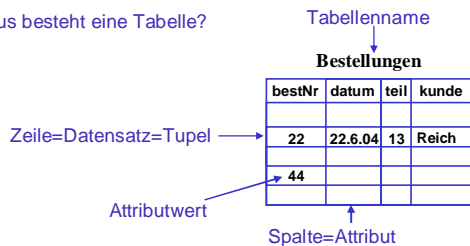
bestNr	datum	teil	kunde
22	22.6.04	13	Reich

(Relationale) Datenbank Schreiboperationen Anfragen Datenbank-Schema SQL Warum Datenbanken?  
Datenbank-Grundlagen - SS 2005 - Prof. Dr. Stefan Böttcher - Folie 1 - 16

## Was ist eine relationale Datenbank?

Menge von Relationen (=Tabellen) und  
Constraints (=Integritätsbedingungen)

Woraus besteht eine Tabelle?



(Relationale) Datenbank Schreiboperationen Anfragen Datenbank-Schema SQL Warum Datenbanken?  
Datenbank-Grundlagen - SS 2005 - Prof. Dr. Stefan Böttcher - Folie 1 - 14

## Schreib-Operationen auf Relationen

Tabelle anlegen Spalten-Namen und -Typ angeben

Tabelle löschen Tabellennamen angeben

Tupel einfügen Werte angeben

Tupel ändern Schlüsselwert und neue Werte angeben

Tupel löschen Schlüsselwert  
angeben

Bestellungen

bestNr	datum	teil	kunde
22	22.6.04	13	Reich

(Relationale) Datenbank Schreiboperationen Anfragen Datenbank-Schema SQL Warum Datenbanken?  
Datenbank-Grundlagen - SS 2005 - Prof. Dr. Stefan Böttcher - Folie 1 - 17

## Grundkonzepte relationaler Datenbanken

Attributwerte: 13, 22, 'Reich', ...

Attributwerte alleine ergeben keine Bedeutung (Sinn),  
wir brauchen eine Interpretation

Attribute (=Namen für Speicherplätze für bestimmte Werte):  
**bestNr, datum, teil, kunde**

Attribute haben eine Bedeutung  
bestNr → Bestellnummer  
datum → Bestelldatum  
teil → Teilenummer  
kunde → Kundennummer  
einer Bestellung

Bestellungen

bestNr	datum	teil	kunde
22	22.6.04	13	Reich

(Relationale) Datenbank Schreiboperationen Anfragen Datenbank-Schema SQL Warum Datenbanken?  
Datenbank-Grundlagen - SS 2005 - Prof. Dr. Stefan Böttcher - Folie 1 - 15

## Anfrage-Operationen auf Relationen (1)

**Projektion** Spalten nach Namen auswählen

Selektion Zeilen nach Inhalten auswählen

Vereinigung von 2 Tabellen mit gleichen Spaltennamen

Differenz von 2 Tabellen mit gleichen Spaltennamen

kartesisches  
Produkt alle Kombinationen  
von Tupeln  
beider Tabellen

Bestellungen

bestNr	datum	teil	kunde
22	22.6.04	13	Reich

(Relationale) Datenbank Schreiboperationen Anfragen Datenbank-Schema SQL Warum Datenbanken?  
Datenbank-Grundlagen - SS 2005 - Prof. Dr. Stefan Böttcher - Folie 1 - 18

## Anfrage-Operationen auf Relationen (2)

Projektion Spalten nach Namen auswählen

**Selektion** Zeilen nach Inhalten auswählen

Vereinigung von 2 Tabellen mit gleichen Spaltennamen

Differenz von 2 Tabellen mit gleichen Spaltennamen

kartesisches Produkt alle Kombinationen von Tupeln beider Tabellen

**Bestellungen**

bestNr	datum	teil	kunde
22	22.6.04	13	Reich
			Reich

(Relationale) Datenbank / Schreiboperationen / Anfragen Datenbank-Schema SQL Warum Datenbanken? Datenbank-Grundlagen - SS 2005 - Prof. Dr. Stefan Böttcher - Folie 1 - 19

## Kartesisches Produkt B x K

= alle Kombinationen von Tupeln beider Tabellen B und K

Bestellungen				Kunden-Stammdaten					
bestNr	datum	teil	kunde	kundenNr	name	plz	ort	str	nr
22	22.6.04	13	1	1	Reich				
29	29.6.04	26	1	2	Meier				
32	29.6.04	13	2						

**Bestellungen x Kunden-Stammdaten**

bestNr	datum	teil	kunde	kundenNr	name	plz	ort	str	nr
22	22.6.04	13	1	1	Reich				
29	29.6.04	26	1	1	Reich				
32	29.6.04	13	2	1	Reich				
22	22.6.04	13	1	2	Meier				
29	29.6.04	26	1	2	Meier				
32	29.6.04	13	2	2	Meier				

(Relationale) Datenbank / Schreiboperationen / Anfragen Datenbank-Schema SQL Warum Datenbanken? Datenbank-Grundlagen - SS 2005 - Prof. Dr. Stefan Böttcher - Folie 1 - 22

## Anfrage-Operationen auf Relationen (3)

Vereinigung, Schnitt und Differenzen erfordern 2 Tabellen mit gleichen Spaltennamen

**R**

bestNr	datum	teil	kunde
21	21.6.04	13	Reich
22	22.6.04	13	Reich

**R ∪ S**

bestNr	datum	teil	kunde
21	21.6.04	13	Reich
22	22.6.04	13	Reich
23	23.6.04	13	Reich

**S**

bestNr	datum	teil	kunde
22	22.6.04	13	Reich
23	23.6.04	13	Reich

**R - S**

bestNr	datum	teil	kunde
21	21.6.04	13	Reich

**R ∩ S**

bestNr	datum	teil	kunde
22	22.6.04	13	Reich

**S - R**

bestNr	datum	teil	kunde
23	23.6.04	13	Reich

(Relationale) Datenbank / Schreiboperationen / Anfragen Datenbank-Schema SQL Warum Datenbanken? Datenbank-Grundlagen - SS 2005 - Prof. Dr. Stefan Böttcher - Folie 1 - 20

## Join B |x| K

kunde = kundenNr

= alle Kombinationen von Tupeln beider Tabellen B und K, die eine Join-Bedingung erfüllen

Bestellungen				Kunden-Stammdaten					
bestNr	datum	teil	kunde	kundenNr	name	plz	ort	str	nr
22	22.6.04	13	1	1	Reich				
29	29.6.04	26	1	2	Meier				
32	29.6.04	13	2						

**Bestellungen |x| Kunden-Stammdaten**  
kunde = kundenNr

bestNr	datum	teil	kunde	kundenNr	name	plz	ort	str	nr
22	22.6.04	13	1	1	Reich				
29	29.6.04	26	1	1	Reich				
32	29.6.04	13	2	2	Meier				

(Relationale) Datenbank / Schreiboperationen / Anfragen Datenbank-Schema SQL Warum Datenbanken? Datenbank-Grundlagen - SS 2005 - Prof. Dr. Stefan Böttcher - Folie 1 - 23

## Kartesisches Produkt B x K

= alle Kombinationen von Tupeln beider Tabellen B und K

Bestellungen				Kunden-Stammdaten					
bestNr	datum	teil	kunde	kundenNr	name	plz	ort	str	nr
22	22.6.04	13	1	1	Reich				
29	29.6.04	26	1	2	Meier				
32	29.6.04	13	2						

(Relationale) Datenbank / Schreiboperationen / Anfragen Datenbank-Schema SQL Warum Datenbanken? Datenbank-Grundlagen - SS 2005 - Prof. Dr. Stefan Böttcher - Folie 1 - 21

## Schema der relationalen Datenbank

Zu jeder Spalte einer Tabelle gibt es einen **Datentyp (=Domäne)**, aus dem die Attributwerte gewählt werden dürfen, z.B. bestNr ist ganzzahlige Domänen der Spalten werden bei Tabellendefinition festgelegt, z.B.

Datensätze (=Tupel von Attributwerten) dürfen aus dem **Schema (= dem kartesischen Produkt der Domänen)** gewählt werden, z.B. aus int x Date x int x char(20).

**Bestellungen**

bestNr	datum	teil	kunde
int	Date	int	char(20)
22	22.6.04	13	Reich
44			

Zeile=Datensatz=Tupel →

Attributwert →

Spalte=Attribut ↑

(Relationale) Datenbank / Schreiboperationen / Anfragen Datenbank-Schema SQL Warum Datenbanken? Datenbank-Grundlagen - SS 2005 - Prof. Dr. Stefan Böttcher - Folie 1 - 24

## Schreib-Operationen in SQL

Tabelle anlegen Spalten-Namen und -Typ angeben  
 create table Bestellungen( bestNr int,  
 datum Date, teil int, Kunde char(20) );

Tupel einfügen Werte angeben  
 insert into Bestellungen values (  
 22, 22-06-04, 13, "Reich" );

...

eingefügte Tupel müssen zum Schema passen

Bestellungen			
bestNr int	datum Date	teil int	kunde char(20)
22	22.6.04	13	Reich
44			

(Relationale) Datenbank ✓ Schreiboperationen ✓ Anfragen ✓ Datenbank-Schema ✓ SQL ✓ Warum Datenbanken?  
Datenbank-Grundlagen - SS 2005 - Prof. Dr. Stefan Böttcher - Folie 1 - 25

## Warum Datenbanksysteme (2) ?

**Transaktionen** ( =mehrere Datenbank-Aktionen  
 zusammengefasst zu einer Einheit )

sind :

	Eigenschaft	Bedeutung	Beispiel
A	atomar	ganz oder garnicht	Überweisung
C	consistent	korrekt	Dateneingabe
I	isoliert	ungestört von parallelen Transaktionen	Flugbuchung
D	dauerhaft	Daten gesichert	Auszahlung

(Relationale) Datenbank ✓ Schreiboperationen ✓ Anfragen ✓ Datenbank-Schema ✓ SQL ✓ Warum Datenbanken?  
Datenbank-Grundlagen - SS 2005 - Prof. Dr. Stefan Böttcher - Folie 1 - 28

## Anfrage-Operationen in SQL

Projektion Spalten nach Namen auswählen  
 select \* from Bestellungen ; \* = alle Spalten  
 select Kunde, Teil from Bestellungen ;

Selektion Zeilen nach Inhalten auswählen  
 select \* from Bestellungen  
 where teil = 13

Bestellungen			
bestNr	datum	teil	kunde
22	22.6.04	13	Reich
44			

Projektion& Selektion select teil, datum from Bestellungen  
 where Kunde = "Reich"

(Relationale) Datenbank ✓ Schreiboperationen ✓ Anfragen ✓ Datenbank-Schema ✓ SQL ✓ Warum Datenbanken?  
Datenbank-Grundlagen - SS 2005 - Prof. Dr. Stefan Böttcher - Folie 1 - 26

## Warum Datenbanksysteme (1) ?

**Anfrageoptimierung:**  
**Zeitgewinn bei komplexen Anfragen**  
 (mit mehreren Tabellen-Verknüpfungen) :  
 bis zu Faktor 100 (und mehr)

Bestellungen				Kunden-Stammdaten					
bestNr	datum	teil	kunde	kundenNr	name	plz	ort	str	nr

(Relationale) Datenbank ✓ Schreiboperationen ✓ Anfragen ✓ Datenbank-Schema ✓ SQL ✓ Warum Datenbanken?  
Datenbank-Grundlagen - SS 2005 - Prof. Dr. Stefan Böttcher - Folie 1 - 27