

## Datenmodelle und Anfragesprachen

- Entity-Relationship-Modell
- Relationale Datenbanken
  - ◆ Relationenmodell
  - ◆ SQL
- Semistrukturierte Daten
  - ◆ Graphenbasierte Modelle und XML
  - ◆ XML-Anfragesprachen und XML-DOM
- Multimedia-Datenbanken
  - ◆ Anfragesprachen

Kai-Uwe Sattler  
Uni Magdeburg

Vorlesung Internet-Datenbanken

4-1

---

---

---

---

---

---

---

---

## Datenbankmodell

- Datenbankmodell :=
  - ◆ System von Konzepten zur Beschreibung von Datenbanken
  - ◆ legt Syntax und Semantik von Datenbankbeschreibungen fest
- Datenbankbeschreibung = Datenbankschema

Kai-Uwe Sattler  
Uni Magdeburg

Vorlesung Internet-Datenbanken

4-2

---

---

---

---

---

---

---

---

## Datenbankmodell

- Datenbankmodell legt fest
  - ◆ statische Eigenschaften
    - Objekte
    - Beziehungen
    - inkl. Standard-Datentypen, die Daten über Beziehungen und Objekte darstellen können
  - ◆ dynamische Eigenschaften
    - Operationen
    - Beziehungen zwischen Operationen
  - ◆ Integritätsbedingungen an
    - Objekte und Operationen

Kai-Uwe Sattler  
Uni Magdeburg

Vorlesung Internet-Datenbanken

4-3

---

---

---

---

---

---

---

---

## Entity-Relationship-Modelle [Chen 1976]

- **Entity:**
  - ♦ Objekt der realen oder der Vorstellungswelt über das Informationen zu speichern sind
  - ♦ Bsp.: Vorlesungsveranstaltung, Buch, Lehrperson, Prüfung
- **Relationship:**
  - ♦ Beziehungen zwischen Entities
  - ♦ Bsp.: Lehrperson hält Vorlesung
- **Attribut:**
  - ♦ Eigenschaft von Entities oder Beziehungen
  - ♦ Bsp.: ISBN eines Buches, Titel einer Vorlesung

---

---

---

---

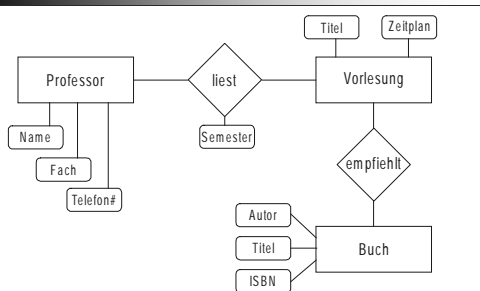
---

---

---

---

## ER-Modell: Beispiel



---

---

---

---

---

---

---

---

## Erweiterungen des ER-Modells

- **Spezialisierung**
  - ♦ IST-Beziehung, Vererbung von Attributen
  - ♦ Bsp.: Professor als Spezialisierung von Mitarbeiter
- **Generalisierung**
  - ♦ Entities in einen allgemeineren Kontext
  - ♦ Bsp: Person oder Institut als Ausleiher
- **Partitionierung**
  - ♦ Spezialfall der Spezialisierung, mehrere disjunkte Entity-Typen
  - ♦ Bsp: Partitionierung von Büchern in Monographien und Sammelbänden

---

---

---

---

---

---

---

---

## Erweiterungen des ER-Modells

- Komplexe Objekte
  - ♦ Aggregation
    - Entity aus einzelnen Instanzen anderer Entity-Typen zusammengesetzt
    - Bsp.: Fahrzeug aus Motor, Karosserie
  - ♦ Sammlung oder Assoziation
    - Mengenbildung
    - Team als Gruppe von Personen
- Beziehungen höheren Typs
  - ♦ Spezialisierung, Generalisierung für Beziehungstypen

Kai-Uwe Sattler  
Uni Magdeburg

Vorlesung Internet-Datenbanken

4-7

---

---

---

---

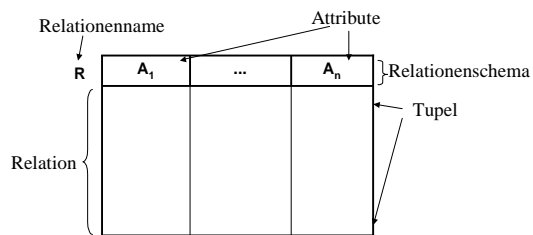
---

---

---

---

## Relationenmodell [Codd 1970]



Kai-Uwe Sattler  
Uni Magdeburg

Vorlesung Internet-Datenbanken

4-8

---

---

---

---

---

---

---

---

## Begriffe des Relationenmodells

- **Attribut:** Spalte einer Tabelle
- **Wertebereich (Domäne):** mögliche Werte eines Attributs
- **Attributwert:** Element eines Wertebereichs
- **Relationenschema:** Menge von Attributen
- **Relation:** Menge von Zeilen einer Tabelle
- **Tupel:** Zeile einer Tabelle
- **Datenbankschemata:** Menge von Relationenschemata
- **Datenbank:** Menge von Relationen

Kai-Uwe Sattler  
Uni Magdeburg

Vorlesung Internet-Datenbanken

4-9

---

---

---

---

---

---

---

---

## Begriffe des Relationenmodells

- **Schlüssel:** minimale Menge von Attributen, deren Werte ein Tupel einer Tabell eindeutig identifizieren
- **Primärschlüssel:** ein beim Datenbankentwurf ausgezeichneter Schlüssel
- **Fremdschlüssel:** Attributmenge, die in einer anderen Relation Schlüssel ist
- **Fremdschlüsselbedingung:** alle Attributwerte des Fremdschlüssels tauchen in der anderen Relation als Werte des Schlüssels auf

Kai-Uwe Sattler  
Uni Magdeburg

Vorlesung Internet-Datenbanken

4-10

---

---

---

---

---

---

---

---

## Relationenalgebra

- Grundlage des Relationenmodells
- Operationen
  - ♦ Selektion  $\sigma$ : Auswahl von Tupeln aus einer Relation
  - ♦ Projektion  $\pi$ : Auswahl bestimmter Spalten
  - ♦ Verbund: Verknüpfung von zwei Relationen über alle gemeinsamen Attribute
  - ♦ Mengenoperationen:  $\cap$ ,  $\cup$ ,  $-$
  - ♦ Umbenennung  $\beta$ : Veränderung von Attributen

Kai-Uwe Sattler  
Uni Magdeburg

Vorlesung Internet-Datenbanken

4-11

---

---

---

---

---

---

---

---

## Anfragen und Änderungen

- Bisher:
  - ♦ Relationenschemata mit Basisrelationen, die in der Datenbank gespeichert sind
- Jetzt:
  - ♦ „abgeleitete“ Relationenschemata mit virtuellen Relationen die aus Basisrelationen berechnet werden
  - ♦ Basisrelationen bleiben unverändert

Kai-Uwe Sattler  
Uni Magdeburg

Vorlesung Internet-Datenbanken

4-12

---

---

---

---

---

---

---

---

## Anfragen und Änderungen

- **Anfrage:** Folge von Operationen, die aus den Basisrelationen eine Ergebnisrelation berechnet
- **Sicht:** Folge von Operationen, die unter einem Sichtnamen langfristig abgespeichert wird und unter diesem Namen wieder aufgerufen werden kann; ergibt Sichtrelation
- **Snapshot:** Ergebnisrelation einer Anfrage, die unter einem Snapshot-Namen abgelegt wird, aber nie ein zweites Mal (mit geänderten Basisrelationen) berechnet wird

Kai-Uwe Sattler  
Uni Magdeburg

Vorlesung Internet-Datenbanken

4-13

---

---

---

---

---

---

---

---

## Kriterien für Anfragesprachen

- **Ad-hoc-Formulierung:** Formulierung einer Anfrage ohne vollständiges Programm zu schreiben
- **Deskriptivität:** „Was“ soll formuliert werden, nicht „Wie“
- **Mengenorientiertheit:** jede Operation soll auf Mengen von Daten gleichzeitig arbeiten, nicht navigierend auf einzelnen Elementen
- **Abgeschlossenheit:** Ergebnis ist wieder Relation und kann als Eingabe für nächste Anfrage verwendet werden
- **Adäquatheit:** Unterstützung aller Konstrukte des zugrundeliegenden Datenmodells
- **Orthogonalität:** Sprachkonstrukte in ähnlichen Situationen auch ähnlich anwendbar

Kai-Uwe Sattler  
Uni Magdeburg

Vorlesung Internet-Datenbanken

4-14

---

---

---

---

---

---

---

---

## Kriterien für Anfragesprachen

- **Optimierbarkeit:** Sprache besteht aus wenigen Konstrukten, für die es Optimierungsregeln gibt
- **Effizienz:** jede Operation ist effizient ausführbar
- **Sicherheit:** keine syntaktisch korrekte Anfrage darf in Endlosschleife geraten oder ein unendliches Ergebnis liefern
- **Eingeschränktheit:** keine komplette Programmiersprache
- **Vollständigkeit:** muß mind. Anfragen einer Standardsprache (z.B. Relationenalgebra) ausdrücken können

Kai-Uwe Sattler  
Uni Magdeburg

Vorlesung Internet-Datenbanken

4-15

---

---

---

---

---

---

---

---

## SQL-Kern

- SELECT**
  - Projektionsliste
  - arithmetische Operationen und Aggregatfunktionen
- FROM**
  - zu verwendende Relationen
  - eventuelle Umbenennungen (Tupelvariable, Alias)
- WHERE**
  - Selektionsbedingungen
  - Verbundbedingungen
  - Geschachtelte Anfragen (SFW-Block)
- GROUP BY**
  - Gruppierung für Aggregatfunktionen
- HAVING**
  - Selektionsbedingung an Gruppen

Kai-Uwe Sattler  
Uni Magdeburg

Vorlesung Internet-Datenbanken

4-16

---

---

---

---

---

---

---

---

## FROM-Klausel

- Syntax:  
**select \***  
**from** relationenliste
- Beispiel:  
**select \***  
**from** Bücher

liefert die gesamte Relation Bücher

Kai-Uwe Sattler  
Uni Magdeburg

Vorlesung Internet-Datenbanken

4-17

---

---

---

---

---

---

---

---

## Kartesisches Produkt

- FROM-Klausel mit mehr als einer Relation  
**select \* from** Bücher, Ausleih
- Berechnung des kartesischen Produktes
- Einführung von Tupelvariablen (mehrfacher Zugriff auf eine Relation)  
**select \* from** Bücher eins, Bücher zwei
- Ergebnis mit acht Spalten  
eins.Invnr, eins.Titel, eins.ISBN, eins.Autor  
zwei.Invnr, zwei.Titel, zwei.ISBN, zwei.Autor
- Selbst-Verbund für tupelübergreifende Selektionen

Kai-Uwe Sattler  
Uni Magdeburg

Vorlesung Internet-Datenbanken

4-18

---

---

---

---

---

---

---

---

## SQL-92-Spezialitäten

- Verbunde als explizite Operatoren
  - ♦ Kartesisches Produkt  
**select \* from** Bücher, Ausleih  
**select \* from** Bücher **cross join** Ausleih
  - ♦ Verbund über Verbundbedingungen  
**select \* from** Bücher, Ausleih  
**where** Bücher.Invnr = Ausleih.Invnr
  - ♦ Join-Operator:  $\theta$ -Verbund  
**select \* from** Bücher **join** Ausleih  
**on** Bücher.Invnr = Ausleih.Invnr

---

---

---

---

---

---

---

---

## Weitere Verbunde in SQL-92

- Gleichverbund  
**select \* from** Bücher **join** Ausleih  
**using** (Invnr)
- Natürlicher Verbund  
**select \* from** Bücher **natural join** Ausleih
- Nach FROM: jeder SFW-Block (Orthogonalität in SQL-92)

---

---

---

---

---

---

---

---

## Äußere Verbunde

- Statt **inner join** nun **outer join**
  - ♦ *Dangling tuples* übernehmen
  - ♦ Mit Nullwerten auffüllen
- **full outer join**: in beiden Operanden
- **left outer join**: im linken Operanden
- **right outer join**: im rechten Operanden

---

---

---

---

---

---

---

---

## Äußere Verbunde

LINKS	<table border="1"><tr><th>A</th><th>B</th></tr><tr><td>1</td><td>2</td></tr><tr><td>2</td><td>3</td></tr></table>	A	B	1	2	2	3	RECHTS	<table border="1"><tr><th>B</th><th>C</th></tr><tr><td>3</td><td>4</td></tr><tr><td>4</td><td>5</td></tr></table>	B	C	3	4	4	5	NATURAL JOIN	<table border="1"><tr><th>A</th><th>B</th><th>C</th></tr><tr><td>2</td><td>3</td><td>4</td></tr></table>	A	B	C	2	3	4												
A	B																																		
1	2																																		
2	3																																		
B	C																																		
3	4																																		
4	5																																		
A	B	C																																	
2	3	4																																	
OUTER	<table border="1"><tr><th>A</th><th>B</th><th>C</th></tr><tr><td>1</td><td>2</td><td>⊥</td></tr><tr><td>2</td><td>3</td><td>4</td></tr><tr><td>⊥</td><td>4</td><td>5</td></tr></table>	A	B	C	1	2	⊥	2	3	4	⊥	4	5	LEFT	<table border="1"><tr><th>A</th><th>B</th><th>C</th></tr><tr><td>1</td><td>2</td><td>⊥</td></tr><tr><td>2</td><td>3</td><td>4</td></tr></table>	A	B	C	1	2	⊥	2	3	4	RIGHT	<table border="1"><tr><th>A</th><th>B</th><th>C</th></tr><tr><td>2</td><td>3</td><td>4</td></tr><tr><td>⊥</td><td>4</td><td>5</td></tr></table>	A	B	C	2	3	4	⊥	4	5
A	B	C																																	
1	2	⊥																																	
2	3	4																																	
⊥	4	5																																	
A	B	C																																	
1	2	⊥																																	
2	3	4																																	
A	B	C																																	
2	3	4																																	
⊥	4	5																																	

Kai-Uwe Sattler  
Uni Magdeburg

Vorlesung Internet-Datenbanken

4-22

---

---

---

---

---

---

---

---

## SELECT-Klausel

- Relationalenalgebra: abschließende Projektion  
**select** [distinct] { attribut | arithmetischer-ausdruck | aggregat-funktion }
- **from ...**
- Attribute aus FROM-Relationen
- Arithmetische Ausdrücke über Attribute und Konstanten
- Aggregatfunktionen über Attributen

Kai-Uwe Sattler  
Uni Magdeburg

Vorlesung Internet-Datenbanken

4-23

---

---

---

---

---

---

---

---

## Projektionsergebnis

- Ergebnismenge statt Multimenge: **distinct**  
**select** Name  
**from** Ausleih
- | Name   |
|--------|
| Meyer  |
| Schulz |
| Müller |
| Meyer  |
- 
- **select distinct** Name  
**from** Ausleih
- | Name   |
|--------|
| Meyer  |
| Schulz |
| Müller |

Kai-Uwe Sattler  
Uni Magdeburg

Vorlesung Internet-Datenbanken

4-24

---

---

---

---

---

---

---

---

## Tupelvariablen und Relationennamen

- Angabe der Attributnamen durch Präfix ergänzen  
**select** ISBN **from** Bücher  
**select** Bücher.ISBN **from** Bücher
- Benutzung von Tupelvariablen  
**select** eins.ISBN, zwei.Titel  
**from** Bücher eins, Bücher zwei

---

---

---

---

---

---

---

---

## WHERE-Klausel

- Selektionsbedingung der Relationenalgebra oder Verbundbedingung  
**select ... from ... where** bedingung
- Bedingung:
  - ♦ Konstanten-Selektion  
attribut  $\theta$  konstante
  - ♦ Attribut-Selektion zwischen zwei Attributen mit kompatiblen Wertebereichen  
attribut1  $\theta$  attribut2
  - ♦ wie folgt

---

---

---

---

---

---

---

---

## Verbundbedingung

- Angabe der Bedingung für Verknüpfung der Tupel  
relation1.attribut = relation2.attribut
- Bsp.: natürlicher Verbund  
**select** Bücher.Titel, Buch\_Stichwort.Stichwort  
**from** Bücher, Buch\_Stichwort  
**where** Bücher.ISBN = Buch\_Stichwort.ISBN
- Auch Gleichverbund und  $\theta$ -Verbund erlaubt

---

---

---

---

---

---

---

---

## Bereichs- und Ungewißheitsselektion

- Bereichsselektion  
attribut **between** konstante1 **and** konstante2
  - ♦ Abkürzung für  
attribut  $\geq$  konstante1 **and** attribut  $\leq$  konstante2
- Ungewißheitsselektion mit **like**
  - ♦ Abkürzung für disjunktiv verknüpfte Bedingungen
  - ♦ Spezialkonstante mit
    - % - kein oder beliebig viele Zeichen
    - \_ - genau ein Zeichen

Kai-Uwe Sattler  
Uni Magdeburg

Vorlesung Internet-Datenbanken

4-28

---

---

---

---

---

---

---

---

## Weitere Bedingungen

- Null-Selektion  
attribut **is null**
- Quantifizierte Bedingungen
  - ♦ wenn ein Argument in Vergleich Menge liefert  
(**all**, **any**, **some** und **exists**)
- Boolesche Ausdrücke mit Konnektoren
  - ♦ **or**, **and** und **not**

Kai-Uwe Sattler  
Uni Magdeburg

Vorlesung Internet-Datenbanken

4-29

---

---

---

---

---

---

---

---

## Schachtelung von Anfragen

- WHERE-Klausel kann geschachtelt werden
- SFV-Blöcke liefern im allgemeinen mehrere Werte
- Vergleich mit Wertemengen
  - ♦ Standardvergleiche in Verbindung mit Quantoren  
**all** ( $\forall$ ) oder **any** ( $\exists$ )
  - ♦ Spezielle Prädikate für den Zugriff auf Mengen:  
**in**, **exists**

Kai-Uwe Sattler  
Uni Magdeburg

Vorlesung Internet-Datenbanken

4-30

---

---

---

---

---

---

---

---

## IN-Prädikat

- Anwendung  
attribut **in** ( SFW-Block )
- Beispiel  
**select** Titel **from** Bücher  
**where** ISBN **in** (**select** ISBN **from** Empfiehl)
- Abarbeitung:
  - ♦ Ergebnis der inneren **select**-Anweisung hinter **in** als Liste von Konstanten einsetzen
  - ♦ Modifizierte Anfrage abarbeiten

Kai-Uwe Sattler  
Uni Magdeburg

Vorlesung Internet-Datenbanken

4-31

---

---

---

---

---

---

---

---

## Verzahnt geschachtelte Anfragen

- In der inneren Anfrage Relationen- oder Tupelvariablen-Namen aus dem FROM-Teil der äußeren Anfrage verwenden  
**select** Nachname  
**from** Personen  
**where** 1.0 **in**  
(**select** Note  
**from** Prüft  
**where** PANr = Personen.PANr)

Kai-Uwe Sattler  
Uni Magdeburg

Vorlesung Internet-Datenbanken

4-32

---

---

---

---

---

---

---

---

## Abarbeitung

- In der äußeren Anfrage erstes Personen-Tupel untersuchen; Ergebnis in innere Anfrage einsetzen
- Innere Anfrage auswerten  
**select** Note **from** Prüft **where** PANr = 4711 liefert Werteliste (2.0, 2.3)
- Ergebnis der inneren Anfrage in die äußere einsetzen  
1.0 **in** (2.0, 2.3)
- Nächstes Tupel untersuchen usw.

Kai-Uwe Sattler  
Uni Magdeburg

Vorlesung Internet-Datenbanken

4-33

---

---

---

---

---

---

---

---

## EXISTS-Prädikat

- Test, ob Ergebnis der inneren Anfrage leer ist  
**select** ISBN  
**from** Buch\_Exemplare  
**where exists**  
    (**select** \* **from** Ausleihe  
    **where** Invnr = Buch\_Exemplare.Invnr)

---

---

---

---

---

---

---

---

## Vereinigung, Durchschnitt, Differenz

- **union**, **intersect** und **except** orthogonal in andere Anfragen einsetzbar  
**select count**(\*)  
**from** ( **select** PANr **from** Professoren)  
    **union**  
    (**select** PANr **from** Studenten))
- **corresponding**-Klausel: zwei Relationen nur über ihre gemeinsamen Attribute vereinigen  
**select count**(\*)  
**from** (Professoren **union corresponding** Studenten)

---

---

---

---

---

---

---

---

## Kompatible Attribute

- Attribute sind kompatibel bei kompatiblen Wertebereichen
- Wertebereiche sind kompatibel, wenn sie
  - ♦ gleich sind oder
  - ♦ beide auf character basieren (unabhängig von der Länge)
  - ♦ beide numerisch sind (unabhängig vom genauen Typ)
- benutzbar in Vergleichen und Mengenoperationen

---

---

---

---

---

---

---

---

## Relationenalgebra vs. SQL

Relationenalgebra	SQL-92
Projektion	<b>select distinct</b>
Selektion	<b>where</b> ohne Schachtelung
Verbund	<b>from, where</b> <b>from</b> mit <b>join</b>
Umbenennung	<b>from</b> mit Tupelvariable <b>as</b>
Differenz	<b>where</b> mit Schachtelung <b>except corresponding</b>
Durchschnitt	<b>where</b> mit Schachtelung <b>intersect corresponding</b>
Vereinigung	<b>union corresponding</b>

Kai-Uwe Sattler  
Uni Magdeburg

Vorlesung Internet-Datenbanken

4-37

---

---

---

---

---

---

---

---

## Operationen auf Wertebereichen

- Innerhalb von SELECT und WHERE: statt Attribute auch skalare Ausdrücke
  - ♦ Numerische Wertebereiche: +, -, \*, /
  - ♦ Strings: **char\_length**, Konkatenation ||, **substring**
  - ♦ Datumsstypen, Zeitintervalle: **current\_date**, **current\_time**, +, -, \*
- Ausdrücke werden tupelweise ausgewertet

Kai-Uwe Sattler  
Uni Magdeburg

Vorlesung Internet-Datenbanken

4-38

---

---

---

---

---

---

---

---

## Aggregatfunktionen

- Tupelübergreifend
  - ♦ **count**: Anzahl der Werte einer Spalte (Spezialfall: **count(\*)**)
  - ♦ **sum**: Summe der Werte einer Spalte
  - ♦ **avg**: arithmetisches Mittel der Werte einer Spalte
  - ♦ **max** bzw. **min**: größter bzw. kleinster Wert einer Spalte
- Argumente einer Aggregatfunktion
  - ♦ Attribut der durch FROM spezifizierten Relation
  - ♦ gültiger skalarer Ausdruck
  - ♦ Bei **count** auch \*
  - ♦ Vor Argument: **distinct** oder **all** (Voreinstellung)

Kai-Uwe Sattler  
Uni Magdeburg

Vorlesung Internet-Datenbanken

4-39

---

---

---

---

---

---

---

---

## Aggregatfunktionen - Beispiele

```
select sum(Preis) from Buch_Versionen
```

```
select count(distinct PANr) from Prüft
```

```
select avg(all Note)
from Prüft
where V_Bezeichnung = 'Datenbanken I'
```

---

---

---

---

---

---

---

---

## Gruppierung

- Erzeugung virtuell geschachtelter Relationen  

```
select ... from ... [ where ... ]
[ group by attributliste ]
[ having bedingung ]
```
- Semantik:
  - ♦ Relationenschema R und Attributmenge hinter Gruppierung G schachteln nach Attributen R – G, d.h. für gleiche G-Werte werden Resttupel in Relation gesammelt
  - ♦ **having** ist Selektionsbedingung auf gruppierter Relation

---

---

---

---

---

---

---

---

## Gruppierung: Schema

1. Schritt:  
aus **from** und **where**  
resultierende Relation

A	B	C	D
1	2	3	4
1	2	4	5
2	3	3	4
3	3	4	5
3	3	6	7

2. Schritt:  
**group by** A, B

A	B	C	D
1	2	3	4
		4	5
2	3	3	4
3	3	4	5
		6	7

---

---

---

---

---

---

---

---

## Gruppierung: Schema

3. Schritt:  
**select A, sum (D)**

A	sum(D)	C	D
1	9	3	4
		4	5
2	4	3	4
3	12	4	5
		6	7

4. Schritt:  
**having A < 4 and  
sum(D) < 10 and  
max(C) = 4**

A	sum(D)
1	9

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## Quantoren und Mengenvergleiche

- Allquantor: **all**
- Existenzquantoren: **any, some**  
attribut  $\theta$  { **all** | **any** | **some** } (  
**select attribut from ... where ..**)
- Anwendbarkeit eingeschränkt
- Beispiel:  
**select** PANr, Immatrikulationsdatum  
**from** Studenten  
**where** Matrikelnummer = **any** (  
**select** Matrikelnummer **from** Prüft)

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## Selbst-Verbund

- Verbund über eine Relation  
*Gib alle Bücher aus, an denen 'Vossen' und  
'Witt' gemeinsam als Autoren beteiligt waren*

```
select B1.ISBN  
from Buch_Autor B1, Buch_Autor B2  
where B1.ISBN = B2.ISBN and  
B1.Autor='Vossen' and B2.Autor='Witt'
```

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## ORDER BY-Klausel

- Menge von Tupeln → Liste  
**order by** attributliste  
  
**select** Matrikelnummer, Note **from** Prüft  
**where** V\_Bezeichnung = 'Datenbanken I'  
**order by** Note **asc**
- Sortierung
  - ♦ Aufsteigend: **asc**
  - ♦ Absteigend: **desc**
  - ♦ Anwendung auf Ergebnis der vorangehenden SFW-Anfrage !!

Kai-Uwe Sattler  
Uni Magdeburg

Vorlesung Internet-Datenbanken

4-46

---

---

---

---

---

---

---

---

## Änderungsoperationen

- **insert**: Einfügen von Tupeln in Basisrelationen oder Sichten
- **delete**: Löschen von Tupeln
- **update**: Ändern von Tupeln
  
- Operationen als
  - ♦ Eintupel-Operation
  - ♦ Mehrtuple-Operationen

Kai-Uwe Sattler  
Uni Magdeburg

Vorlesung Internet-Datenbanken

4-47

---

---

---

---

---

---

---

---

## UPDATE

```
update basisrelation  
set attribut_1 = ausdruck_1,  
...  
attribut_n = ausdruck_n  
[ where bedingung ]
```

```
update Angestellte  
set Gehalt = Gehalt + 1000  
where Gehalt < 5000
```

Kai-Uwe Sattler  
Uni Magdeburg

Vorlesung Internet-Datenbanken

4-48

---

---

---

---

---

---

---

---

## INSERT

**insert**  
**into** basisrelation [ ( attribut\_1, ..., attribut\_n ) ]  
**values** (konstante\_1, ..., konstante\_n)

**insert into** Buch (Invnr, Titel)  
**values** (4867, 'Wissensbanken')

**insert**  
**into** basisrelation [ ( attribut\_1, ..., attribut\_n ) ]  
SQL-Anfrage

**insert into** Kunde  
(**select** LName, LAdr, 0 **from** Lieferant)

Kai-Uwe Sattler  
Uni Magdeburg

Vorlesung Internet-Datenbanken

4-49

---

---

---

---

---

---

---

---

## DELETE

**delete from** basisrelation [ **where** bedingung ]

**delete from** Ausleihe **where** Invnr = 4711

- Standardfall: Löschen mehrerer Tupel  
**delete from** Ausleihe **where** Name = 'Meyer'
- Löschen der gesamten Relation:  
**delete from** Ausleihe

Kai-Uwe Sattler  
Uni Magdeburg

Vorlesung Internet-Datenbanken

4-50

---

---

---

---

---

---

---

---

## Semistrukturierte Daten

- **Semistrukturierte Daten/Dokumente**
  - ♦ Daten mit einer internen, oft wechselnden und nicht streng typisierten Struktur
- **Merkmale**
  - ♦ Kein zentrales Schema, sondern implizit in jedem Dokument
  - ♦ Wechselnde Struktur
  - ♦ Daten ohne weitere Struktur
  - ♦ Keine Datentypen bzw. Datentypen nicht als Integritätsbedingungen
  - ♦ große Anzahl (möglicher) Attribute
  - ♦ Unscharfe Trennung von Daten und Schema

Kai-Uwe Sattler  
Uni Magdeburg

Vorlesung Internet-Datenbanken

4-51

---

---

---

---

---

---

---

---

## Datenmodell für semistrukturierte Daten

- Graphenbasierte Modelle
  - ♦ Beispiele: OEM, XML
  - ♦ Dokument modelliert als **Graph** mit
    - **Kanten** bezeichnet mit Element-Tag-Bezeichnern
    - **Knoten** bezeichnet mit Attribut-Wert-Paaren
    - **Blätter** bezeichnet mit Werten (Strings)
    - **Wurzelknoten**
  - ♦ Knoten = Objekt

Kai-Uwe Sattler  
Uni Magdeburg

Vorlesung Internet-Datenbanken

4-52

---

---

---

---

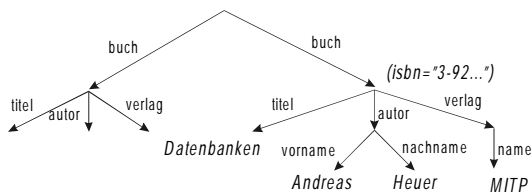
---

---

---

---

## Datenmodell für semistrukturierte Daten



Kai-Uwe Sattler  
Uni Magdeburg

Vorlesung Internet-Datenbanken

4-53

---

---

---

---

---

---

---

---

## XML – Überblick

- XML = Extensible Markup Language
  - ♦ Metasprache als Weiterentwicklung von SGML
  - ♦ Nachfolger von HTML ?
- Metasprache: Definition von Dokumenttypen
  - ♦ XML-Dokument = Definition (DTD) + Instanz
- DTD (Document Type Definition):
  - ♦ formale Grammatik zur Definition einer bestimmten XML-Sprache
  - ♦ Namen der in Instanzen erlaubten Tags sowie deren mögliche Schachtelung

Kai-Uwe Sattler  
Uni Magdeburg

Vorlesung Internet-Datenbanken

4-54

---

---

---

---

---

---

---

---

## XML – Strukturen

- Elemente (Tags), Attribute (Typ)
- Schachtelung von Elementen
  - ◆ Sequenz: (E<sub>1</sub>, E<sub>2</sub>)
  - ◆ Alternative: (E<sub>1</sub> | E<sub>2</sub>)
  - ◆ Iteration:
    - 0...n Wiederholungen: E\*
    - 1...n Wiederholungen: E+
    - Optionales Element: E?

Kai-Uwe Sattler  
Uni Magdeburg

Vorlesung Internet-Datenbanken

4-55

---

---

---

---

---

---

---

---

## XML – Beispiel einer DTD

```
<!element buch (titel, verlag, autor*, abstrakt?)>
<!attlist buch isbn cdata #required>
<!element titel (#PCDATA)>
<!element verlag (name, adresse)>
<!element name (#PCDATA)>
<!element adresse (#PCDATA)>
<!element autor (vorname?, nachname)>
<!element abstrakt (#PCDATA)>
```

Kai-Uwe Sattler  
Uni Magdeburg

Vorlesung Internet-Datenbanken

4-56

---

---

---

---

---

---

---

---

## XML-Instanzen

- **Instanz** = Dokument, dessen Inhalt mit Tags einer bestimmten DTD ausgezeichnet ist
  - ◆ Wohlgeformt: enthalten Tags, die XML-Regeln entsprechen
  - ◆ Gültig: enthalten DTD und dürfen Inhaltsmodell nicht verletzen
  - ◆ DTD **intern** (im Dokument definiert) oder **extern** (Verweis auf DTD)

Kai-Uwe Sattler  
Uni Magdeburg

Vorlesung Internet-Datenbanken

4-57

---

---

---

---

---

---

---

---

## XML – Beispieldokument

```
<?xml version="1.0" ?>
<!DOCTYPE buch SYSTEM "buch.dtd">
<buch isbn= "3-929821-31-1">
  <titel>Datenbanken</titel>
  <verlag>
    <name>MITP</name><adresse>Bonn</adresse>
  </verlag>
  <autor>
    <vorname>Andreas</vorname>
    <nachname>Heuer</nachname>
  </autor>
</buch>
```

---

---

---

---

---

---

---

---

## XML – Anwendungen

- (Semi-)strukturierte Dokumente
  - ♦ Dokumentation
  - ♦ Web-Inhalte (erfordert Stylesheets: Zuordnung der Präsentationsform)
- Datenaustausch
  - ♦ Import/Export von Daten aus Datenbanken
  - ♦ Austausch von Geschäftsdaten (Rechnungen, Bestellungen etc.)
  - ♦ Erfordert standardisierte DTDs
- Informationsintegration

---

---

---

---

---

---

---

---

## XML – Anfragesprachen

- Anfragen in XML-Datenbeständen (Dokumente, Repositories)
  - ♦ Extraktion
  - ♦ Transformation
  - ♦ Integration
- Vorschläge
  - ♦ XML-QL (AT&T, INRIA)
  - ♦ XQL (Microsoft)

---

---

---

---

---

---

---

---

## XML – Anfragesprachen

### ▪ XML-QL

- ◆ Anlehnung an klassische Anfragesprachen (SELECT-WHERE)

```
WHERE <buch>
  <verlag><name>MITP</name></verlag>
  <titel>${t}</titel>
  <autor>${a}</autor>
</buch> IN www.a.b.c/bib.xml
CONSTRUCT <result>
  <autor>${a}</autor> <titel>${t}</titel>
</result>
```

---

---

---

---

---

---

---

---

## XML – Anfragesprachen

### ▪ Ergebnis

```
<result>
  <autor>
    <vorname>Andreas</vorname>
    <nachname>Heuer</nachname>
  </autor>
  <titel>Datenbanken</titel>
</result>
```

---

---

---

---

---

---

---

---

## XML – Anfragesprachen

### ▪ XQL

- ◆ nutzt Elemente von XSL (Stylesheet-Sprache) zur Mustererkennung
- ◆ Konstrukte
  - Elemente in einem Kontext: buch
  - Pfadausdrücke: buch/titel, buch/\*
  - Filter (WHERE): buch[titel = 'XYZ']
  - Boolesche Ausdrücke: \$and\$, \$or\$
  - Vereinigung und Durchschnitt: \$union\$, \$intersect\$

---

---

---

---

---

---

---

---

## XML – Anfragesprachen

- XQL-Beispiele
  - ♦ Verlag mit Namen 'MITP'  
verlag[name = 'MITP']
  - ♦ Alle Autoren  
autor
  - ♦ Alle Bücher vom Verlag 'MITP'  
buch[verlag/name = 'MITP']

Kai-Uwe Sattler  
Uni Magdeburg

Vorlesung Internet-Datenbanken

4-64

---

---

---

---

---

---

---

---

## XML – Document Object Model

- API (Application Programming Interface) für XML und HTML-Dokumente
- Definiert logische Struktur und Mechanismen für Zugriff und Manipulation eines Dokumentes
- Unterstützt
  - ♦ Erzeugen von Dokumenten
  - ♦ Navigation über Struktur
  - ♦ Hinzufügen, Löschen und Modifizieren von Elementen

Kai-Uwe Sattler  
Uni Magdeburg

Vorlesung Internet-Datenbanken

4-65

---

---

---

---

---

---

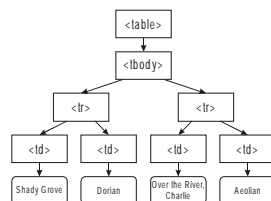
---

---

## DOM - Strukturmodell

- Hierarchie von Knoten (*Node*)
- Knotentypen: *Document*, *Element*, *Attr*, *Comment*, *Text*, ...

```
<table>  
<tbody>  
<tr>  
<td>Shandy Grove</td>  
<td>Aoelian</td>  
</tr>  
<tr>  
<td>Over the River, Charlie</td>  
<td>Dorian</td>  
</tr>  
</tbody>  
</table>
```



Kai-Uwe Sattler  
Uni Magdeburg

Vorlesung Internet-Datenbanken

4-66

---

---

---

---

---

---

---

---

## DOM - Spezifikation

- Schnittstellenspezifikation in IDL
- Sprachanbindungen für Java, JavaScript, ...
- Beispiel:

```
interface Node {  
    attribute unsigned short nodeType;  
    attribute DOMString nodeName;  
    attribute DOMString nodeValue;  
    attribute Node parentNode;  
    attribute NodeList childNodes;  
    ...  
};
```

Kai-Uwe Sattler  
Uni Magdeburg

Vorlesung Internet-Datenbanken

4-67

---

---

---

---

---

---

---

---

## Anfragen in MMDBS

- **Inhaltsbasiert:** Suche anhand des Inhaltes der Medienobjekte
- **Räumlich:** Anfragen bzgl. der räumlichen Anordnung von Objekten
- **Zeitbezogen:** Suche über zeitliche Zusammenhänge innerhalb und zwischen den Medienobjekten
- **Unscharf:** unscharfe Formulierung einer Anfrage unter Ausnutzung von Methoden des Information Retrieval

Kai-Uwe Sattler  
Uni Magdeburg

Vorlesung Internet-Datenbanken

4-68

---

---

---

---

---

---

---

---

## Inhaltsbasierte Anfragen

- Abbildung des Inhaltes
  - ◆ **Schlüsselwort-basiert:** Benutzer-Kommentare
  - ◆ **Feature-basiert:** Menge von automatisch (d.h. aus dem Inhalt) abgeleiteten Features, z.B. Farbe, Textur, Gestalt, Position
  - ◆ **Konzept-basiert:** Interpretation des durch Features abgeleiteten Inhaltes mit Hilfe von Anwendungswissen (erfordert Benutzerunterstützung)

Kai-Uwe Sattler  
Uni Magdeburg

Vorlesung Internet-Datenbanken

4-69

---

---

---

---

---

---

---

---

## Inhaltsbasierte Anfragen

- Abschwächung bzw. Verschärfung von Anfragen bei leeren oder zu umfangreichen Ergebnissen
- Methoden
  - ◆ **Manuell:** iterativer Anfrageprozeß, Relevanz-Feedback
  - ◆ **Automatisch:** Ausführung durch DBMS, Hierarchie mit Beziehungen zwischen Objekten (Musik → Klassik → Beethoven)

---

---

---

---

---

---

---

---

## Räumliche Anfragen

- Repräsentation
  - ◆ Minimale umschreibende Rechtecke
  - ◆ Objekt als Punktmenge
- Beziehungen
  - ◆ Richtungsbeziehungen: räumliche Lage von Objekten zueinander (Referenzobjekt) (N, S, O, W usw.)
  - ◆ Topologische Beziehungen: Abbildung von Nachbarschaftsverhältnissen (equal, inside, cover, overlap, touch, disjoint)
  - ◆ Distanzbeziehungen: Beschreibung des räumlichen Abstands durch Prädikate

---

---

---

---

---

---

---

---

## Räumliche Anfragen

- Operationen
  - ◆ Testoperationen
    - equal, touch, inside, cover, ...
  - ◆ Operationen zur Berechnung numerischer Werte
    - Abstand, Länge, Fläche
  - ◆ Mengenoperationen zwischen Regionen
    - Durchschnitt, Vereinigung, Differenz

---

---

---

---

---

---

---

---

## Zeitbezogene Anfragen

- Für zeitabhängige Daten (Video, Audio):  
Berücksichtigung zeitlicher Abhängigkeiten
- Zeittypen
  - ◆ Zeitintervall
  - ◆ Zeitpunkt
  - ◆ Zeitspanne (Abstand zwischen Ober- und Untergrenze eines Intervalls)
- Operationen
  - ◆ Intervall-, Punkt- und Zeitspannebezogen

Kai-Uwe Sattler  
Uni Magdeburg

Vorlesung Internet-Datenbanken

4-73

---

---

---

---

---

---

---

---

## Unschärfe Anfragen

- Ergebnis: bezüglich der *Relevanz* geordnete Liste
- Beschreibung der Relevanz von Objekten in der Anfrage:
  - ◆ Prädikate zur Beschreibung von Ähnlichkeit oder Nähe von Objekten
    - Vorgabe eines Objektes, zu dem ähnliche Objekte zu suchen sind
    - Räumliche Umgebungssuche
    - Suche nach Texten, die Worte oder Terme in ähnlicher Weise enthalten
  - ◆ Verwendung unpräziser Ausdrücke und Prädikate
  - ◆ Zuordnung von Gewichten zu Anfragebedingungen

Kai-Uwe Sattler  
Uni Magdeburg

Vorlesung Internet-Datenbanken

4-74

---

---

---

---

---

---

---

---

## MM-Anfragesprachen: MOQL

- Erweiterung von OQL (Object Query Language)
  - select ...**
  - from ...**
  - where condition**
- WHERE-Bedingung
  - ◆ Beschreibung räumlicher Beziehungen
  - ◆ Beschreibung zeitlicher Beziehungen
  - ◆ Beschreibung von Beziehungen zwischen abgeleiteten Objekten und Mediendaten

Kai-Uwe Sattler  
Uni Magdeburg

Vorlesung Internet-Datenbanken

4-75

---

---

---

---

---

---

---

---

## MM-Anfragesprachen: MOQL

### Beispiele:

- ◆ „Suche alle Waldgebiete in Brandenburg und berechne deren Größe“

```
select wald, area(wald.region)
from Waldgebiet wald, Bundesland land
where wald.region inside land.region
and land.name.equal ("Brandenburg")
```

- ◆ „Suche alle Bilder mit Personen“

```
select b
from Bilder b, Personen p
where b contains p
```

---

---

---

---

---

---

---

---

## MM-Anfragesprachen: SQL/MM

- Zukünftiger ISO-Standard für Multimedia-Erweiterung zu SQL
- Definition abstrakter Datentypen und Funktionen für Repräsentation von Multimedia-Objekten
- Unterstützung (Repräsentation, Suche) von
  - ◆ Textdokumenten
  - ◆ räumlicher Daten
  - ◆ Bildern

---

---

---

---

---

---

---

---