

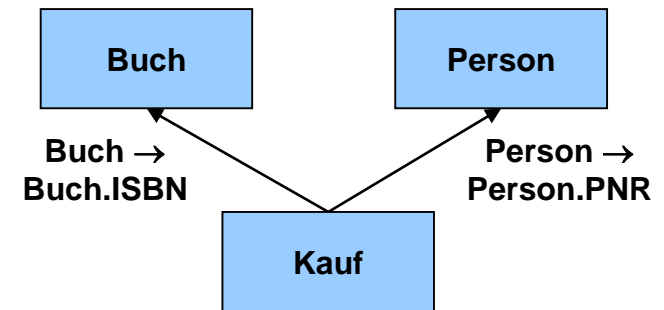
Grundlagen von Datenbanken

Referentielle Aktionen, Sichten,
Serialisierbarkeit und Locking



SQL DDL: Referentielle Aktionen (1/3)

- Potentielle Gefährdung der referentiellen Integrität durch Änderungsoperationen
- Referentielle Integrität:
Einfügen/Ändern von FS-Attributen an der Sohn-Relation (*Kauf*)
 - Prüfung ob PS zu FS-Wert vorhanden ist
 - Operation wird verhindert falls referentielle Integrität verletzt
- Reaktion auf Einfügen/Ändern/Löschen an den Vater-Relationen (*Person/Buch*) falls abhängige Tupel in der Sohn-Relation existieren
 - Operation verbieten?
 - Tupel rekursiv ändern/löschen?
 - FS-Wert in der Sohn-Relation auf NULL setzen?



SQL DDL: Referentielle Aktionen (2/3)

■ Syntax

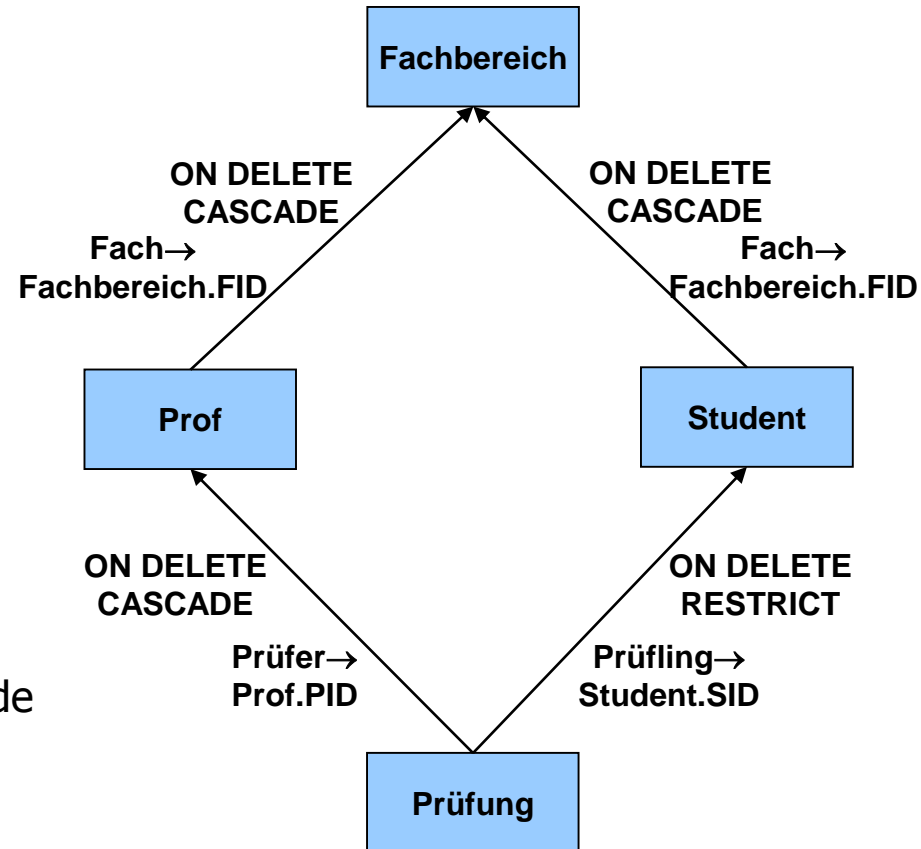
```
<referential triggered action> ::=  
    <update rule> [ <delete rule> ] | <delete rule> [ <update rule> ]  
  
<update rule> ::= ON UPDATE <referential action>  
<delete rule> ::= ON DELETE <referential action>  
  
<referential action> ::=  
    CASCADE | SET NULL | SET DEFAULT | NO ACTION | RESTRICT
```

■ Beispiel

```
CREATE TABLE Kauf (  
    Person          int,  
    Buch            varchar(13),  
    CONSTRAINT pk_kauf PRIMARY KEY (Person, Buch),  
    CONSTRAINT fk_pers FOREIGN KEY (Person)  
        REFERENCES Person(PNR) ON DELETE CASCADE ON UPDATE CASCADE,  
    CONSTRAINT fk_buch FOREIGN KEY (Buch)  
        REFERENCES Buch (ISBN) ON DELETE RESTRICT ON UPDATE RESTRICT);
```

SQL DDL: Referentielle Aktionen (3/3)

- Löschen eines Fachbereichs
- "erst links":
 - Löschen in FB
 - Löschen in PROF
 - Löschen in PRUEFUNG
 - Löschen in STUDENT
 - Zugriff auf PRÜFUNG: Wenn ein Student bei einem FB-fremden Professor geprüft wurde → Rücksetzen
- "erst rechts":
 - Löschen in FB
 - Löschen in STUDENT
 - Zugriff auf PRÜFUNG: Wenn ein gerade gelöschter Student eine Prüfung abgelegt hatte → Rücksetzen
 - Löschen in PROF
 - Löschen in PRUEFUNG



**Reihenfolge-abhängiges Ergebnis
⇒ kein sicheres Schema**

Sichtendefinition

SQL DDL

```
CREATE TABLE Student (  
    MNR          int          PRIMARY KEY,  
    Vorname     varchar(50),  
    Nachname    varchar(50) NOT NULL,  
    Fach        varchar(50) NOT NULL,  
    Studiengang varchar(50) NOT NULL,  
    Semester    int          NOT NULL  
)
```

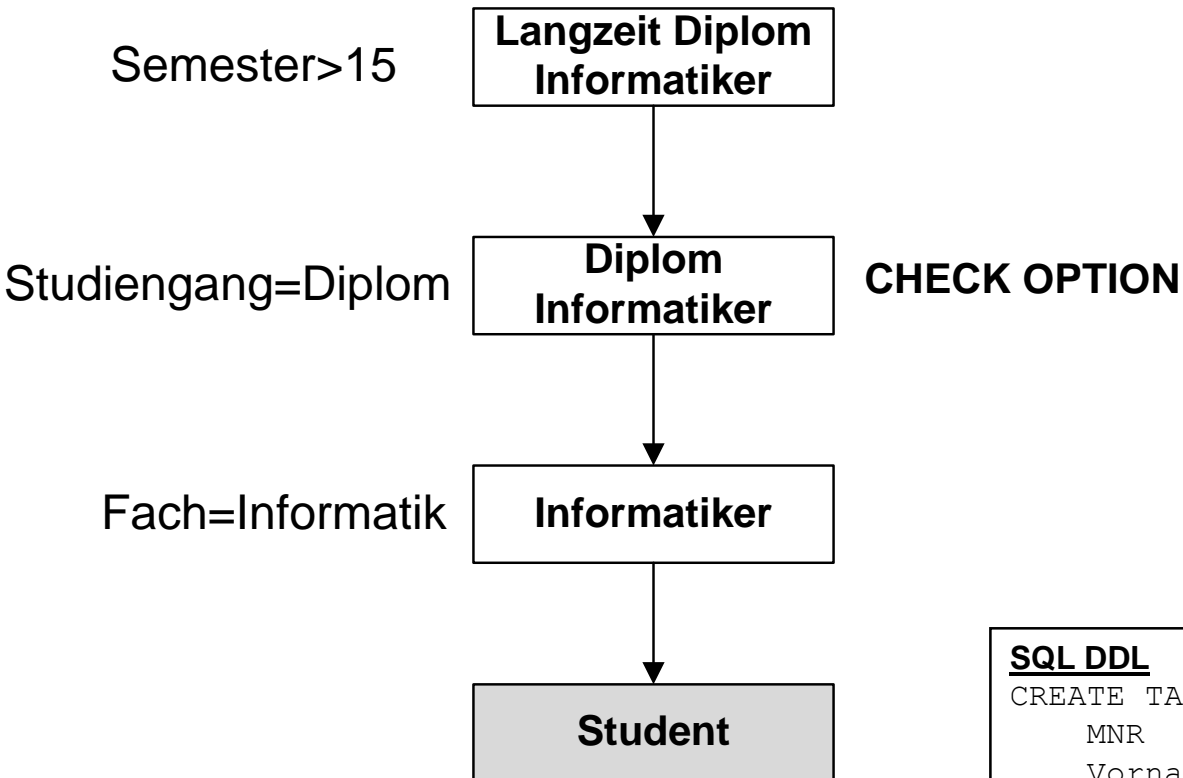
SQL DDL

```
CREATE VIEW Informatiker AS  
    SELECT *  
    FROM Student  
    WHERE Fach='Informatik'
```

Änderbarkeit in Sichten (1/2)

- Sichten gelten als NICHT änderbar, wenn:
 - der Primärschlüssel fehlt
 - eine Gruppierung und/oder Aggregation angewendet wird
 - mehrere Tabellen mit Join oder Kreuzprodukt verknüpft werden
- Um sicherzustellen, dass geänderte Tupel nicht aus der Sicht verschwinden, werden Check Options verwendet (wir betrachten nur den Typ CASCADED Check Option).
- Ist eine Sicht mit einer Check Option versehen, muss das geänderte Tupel
 - alle Bedingungen der betreffenden Sicht und
 - alle Bedingungen der Sichten, auf denen die betreffende Sicht aufbaut, erfüllen, damit die Änderungsoperation zulässig ist.

Änderbarkeit in Sichten (2/2)



SQL DDL

```
CREATE TABLE Student (  
    MNR          int          PRIMARY KEY,  
    Vorname      varchar(50),  
    Nachname     varchar(50) NOT NULL,  
    Fach         varchar(50) NOT NULL,  
    Studiengang  varchar(50) NOT NULL,  
    Semester     int          NOT NULL  
)
```

SQL-DML: Änderungen/Löschen/Einfügen

- Einfügen (Beispiel)

```
INSERT INTO Student (MNR, Vorname, Nachname, Fach, Studiengang, Semester)
VALUES (47, 'Müller', 'Hamburg', 'Japanologie', 'Diplom', 9);
```

- Ändern (Beispiel)

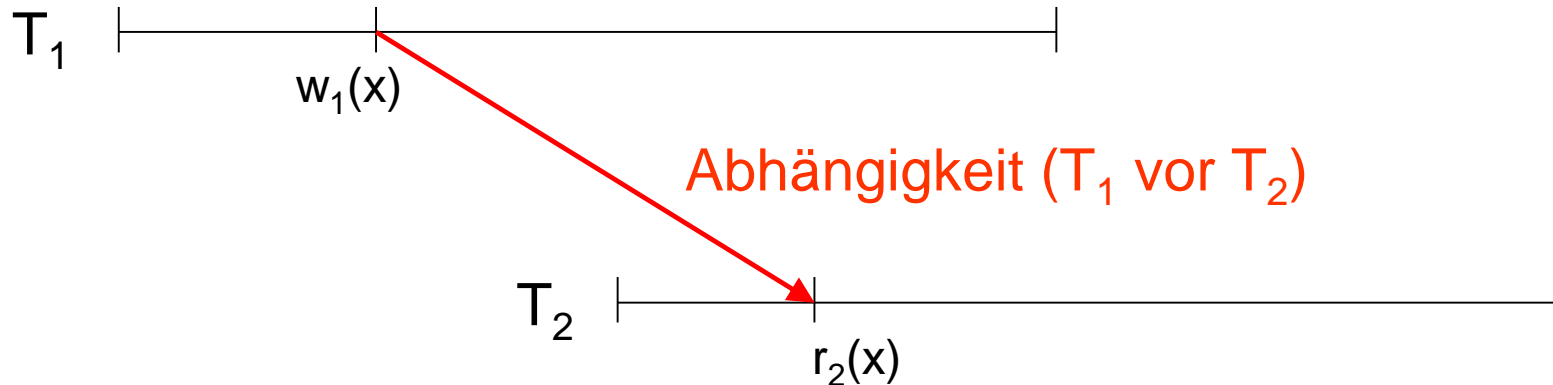
```
UPDATE Student
SET Fach = 'Informatik'
WHERE MNR = 47;
```

- Löschen (Beispiel)

```
DELETE FROM Student
WHERE MNR = 47;
```

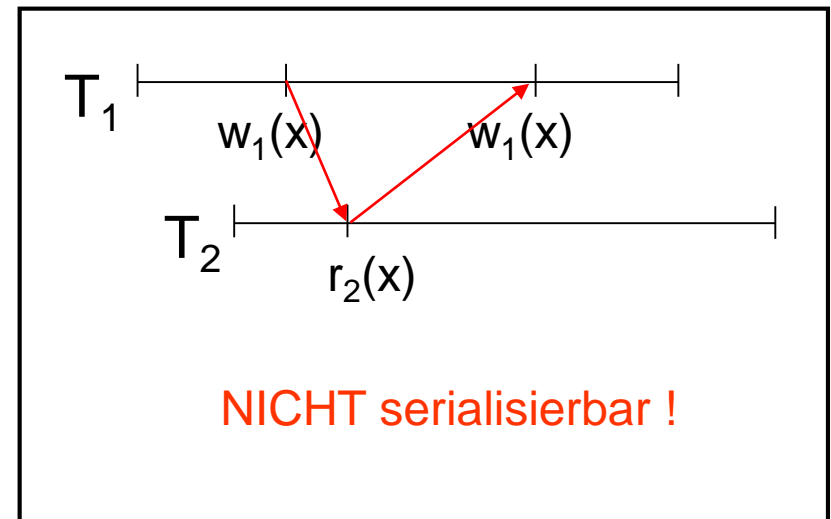
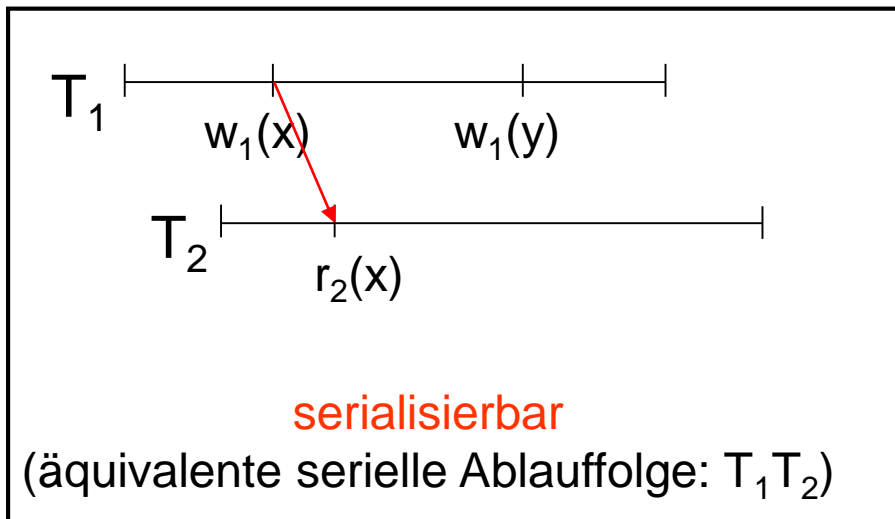

Transaktionsverwaltung: Abhängigkeiten

- Zwei Transaktionen sind voneinander abhängig, wenn:
 - beide Transaktionen auf dasselbe Objekt zugreifen und
 - mindestens eine der Transaktionen auf dieses Objekt schreibt



Transaktionsverwaltung: Serialisierbarkeit

- Eine parallele Ablauffolge, bestehend aus n Transaktionen ist serialisierbar, wenn:
 - eine serielle Ablauffolge dieser Transaktionen existiert, welche die gleichen Abhängigkeiten enthält
- => (keine Abhängigkeitszyklen existieren)



RX-Sperrverfahren

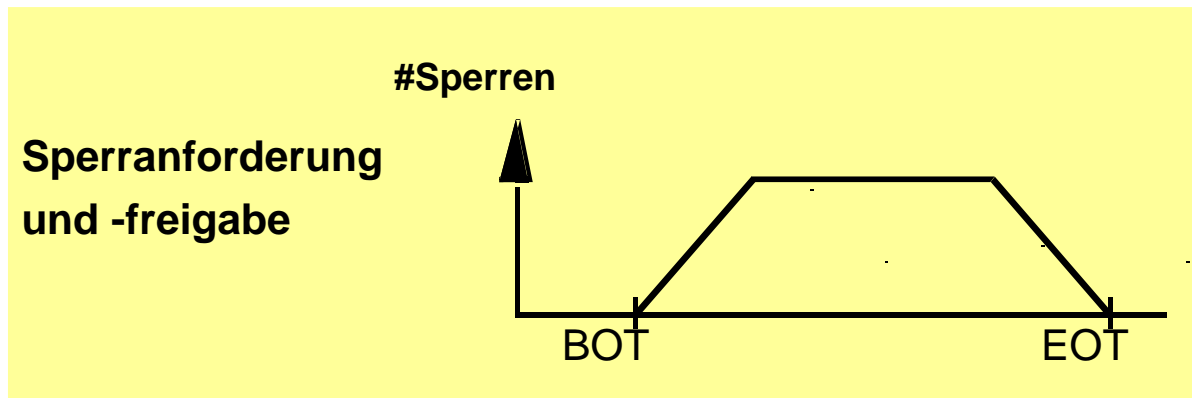
- Sperrmodi
 - Sperrmodus des Objektes: NL (no lock), R (read), X (exclusive)
 - Sperranforderung einer Transaktion: R, X
- Kompatibilitätsmatrix

	NL	R	X
R	+	+	-
X	+	-	-

- Falls Sperre nicht gewährt werden kann, muss die anfordernde TA warten, bis das Objekt freigegeben wird (durch Commit/Abort der sperrenden TA)

2-Phasen-Sperrprotokoll (2PL)

- 2 Phasen
 - Lock-Phase (hier werden alle Sperren gesetzt)
 - Unlock-Phase (hier werden alle Sperren freigegeben)
- Prinzip: Es werden erst alle Sperren gesetzt, bevor wieder eine Sperre freigegeben werden darf
- Vorteil: Gewährleistet einen serialisierbaren Schedule
- Nachteil: Kann verklemmen



RX-Sperrverfahren mit 2PL

$S_1 = w_1(a) r_2(c) r_3(a) r_1(b) c_1 w_2(c) r_3(b) c_2 c_3$

Zeit	T ₁	T ₂	T ₃	a	b	c	Bemerkungen
0				NL	NL	NL	
1	lock(a,X)			X ₁	NL	NL	
2	write(a)	lock(c,R)		X ₁	NL	R ₂	
3		read(c)	lock(a,R)	X ₁	NL	R ₂	T ₃ wartet auf Freigabe von a
4	lock(b,R)			X ₁	R ₁	R ₂	
5	read(b)	lock(c,X)		X ₁	R ₁	X ₂	
6	unlock(a)	write(c)		R ₃	R ₁	X ₂	Benachritigung von T ₃
7	unlock(b)	unlock(c)	read(a)	R ₃	NL	NL	
8	commit	commit	lock(b,R)	R ₃	R ₃	NL	
...			

RX-Sperrverfahren - Deadlocks

- Deadlocks/Verklemmungen
 - Auftreten von Verklemmungen ist **inhärent** und kann bei pessimistischen Methoden (blockierende Verfahren) nicht vermieden werden
- Beispiel eines nicht-serialisierbaren Schedules, der zu einer Verklemmung führt

