

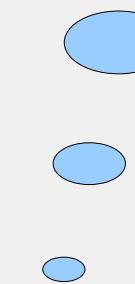
## Teil II

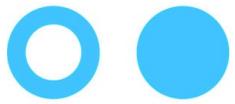
Von Daten und ihren Modellen

Robert Hartmann (SoSe 2024)

basierend auf Folien von  
Prof. Dr. Harm Knolle

Fachbereich Informatik  
Hochschule Bonn-Rhein-Sieg





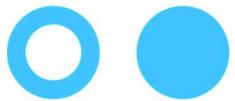
## - Abbildung eines ER- auf relationales Schema -

### Inhalt

- ◆ Einführung
- ◆ Historische Datenmodelle
- ◆ Relationale Modell
- ◆ Normalisierung
- ◆ Abbildung eines ER- auf relationales Schema

### Überblick

- ◆ Kriterien
- ◆ 1:1-Beziehung
- ◆ N:M-Beziehung
- ◆ 1:N-Beziehung
- ◆ Muss-Beziehung
- ◆ Generalisierung / Spezialisierung
- ◆ Zusammenfassung



## - Kriterien -

### Bisher

- ♦ lediglich einen komplexen Entitätstypen normalisiert
- ♦ Beziehungen wurden noch nicht berücksichtigt
  - 1:1, 1:N, N:M
  - Generalisierung, Spezialisierung

### Transformationseigenschaften

- ♦ es dürfen nur semantisch sinnvolle und konsistente Anwendungsdaten darstellbar sein
- ♦ alle Anwendungsdaten müssen sich stets aus den zugrunde liegenden Relationen herleiten lassen

### Kapazitätserhaltung

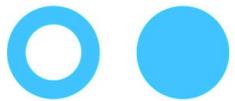
- ♦ die Menge der theoretisch darstellbaren Tupel eines Entity-Typen darf durch das relationale Schema nicht verändert werden

### Integrität

- ♦ die Menge der Schlüsselbedingungen müssen in beiden Schemata übereinstimmen
- ♦ die referentielle Integrität darf trotz Verzicht auf einen expliziten Beziehungstypen im relationalen Datenmodell nicht verändert werden

### Minimalität und Verbundtreue

- ♦ das durch die Transformation erstellte relationale Schema muss die Semantik der Miniwelt erkennen lassen
- ♦ Minimalität im Rahmen der Normalisierung
- ♦ Rekonstruierbarkeit zu den ursprünglichen Relationen (Denormalisierbarkeit)



## - 1:1-Beziehung -

### Inhalt

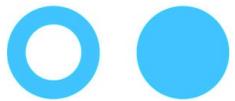
- ◆ Einführung
- ◆ Historische Datenmodelle
- ◆ Relationale Modell
- ◆ Normalisierung
- ◆ Abbildung eines ER- auf relationales Schema

- Kriterien
- 1:1-Beziehung

- N:M-Beziehung
- 1:N-Beziehung
- Muss/Kann-Beziehung
- Generalisierung / Spezialisierung
- Zusammenfassung

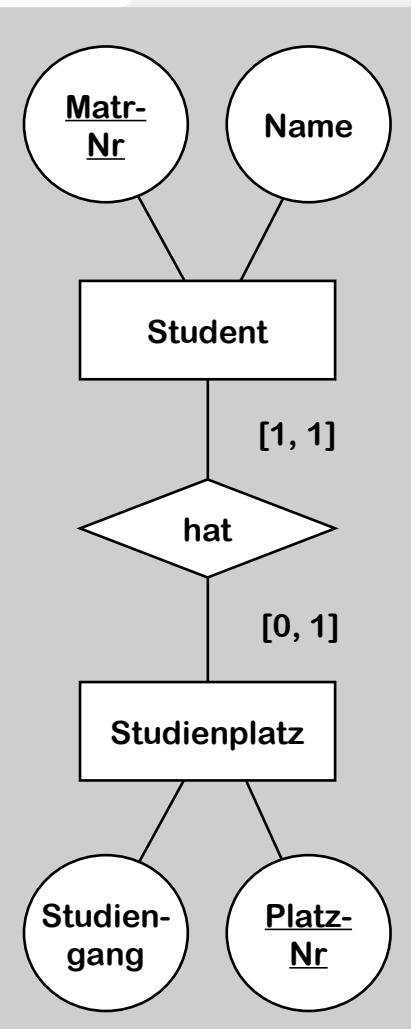
### Überblick

- ◆ Schlüsselfrage: Kapazitätserhaltung
- ◆ Referentielle Integrität, Kardinalität

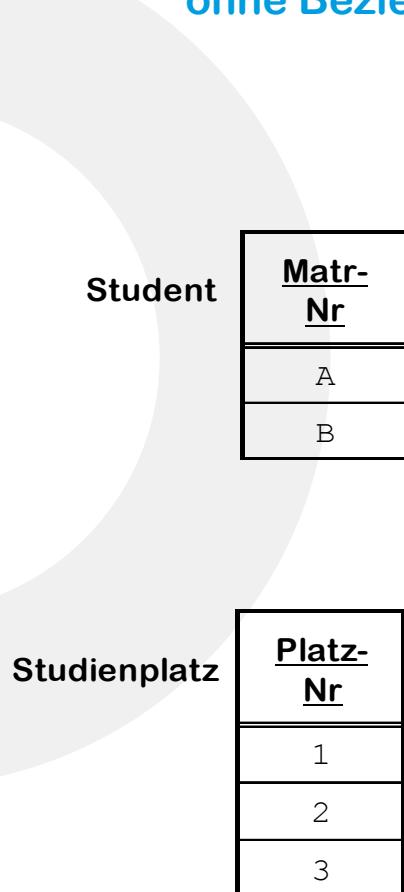


## - Schlüsselfrage: Kapazitätserhaltung (I) -

### ER-Schema



### Relationen ohne Beziehung



### Überlegung: Beziehung als explizite Relation

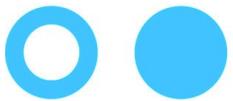
- Erhöhung der Kapazität
  - Verzicht auf einen Schlüssel
  - Darstellung realitätsfremder Beziehungen

Ein\_Student\_Hat\_Studienplatz

Matr-Nr	Platz-Nr
A	1
B	1

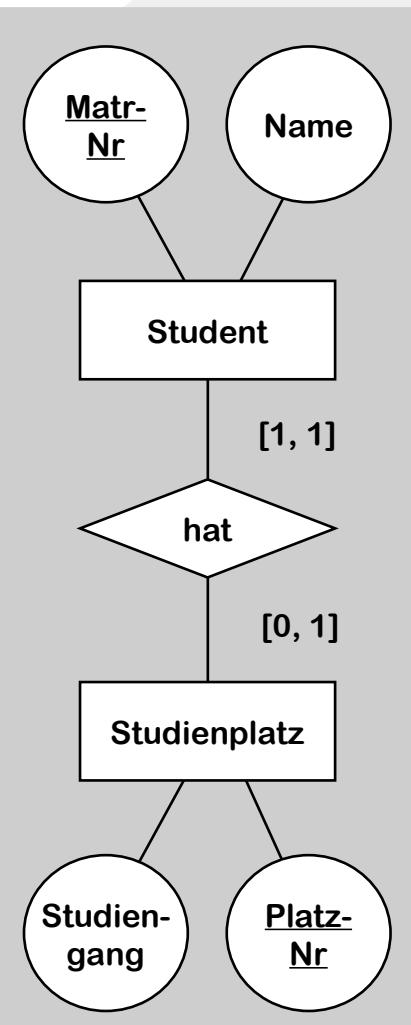
Ein\_Studienplatz\_Hat\_Einen\_Studenten

Matr-Nr	Platz-Nr
A	1
A	2
A	3

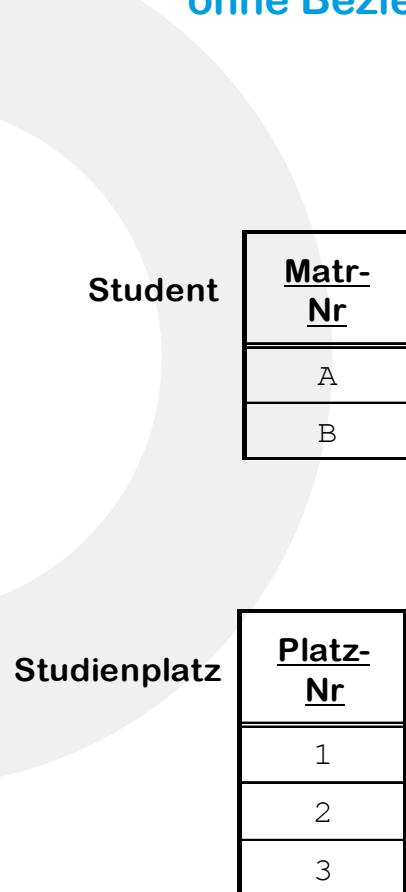


## - Schlüsselfrage: Kapazitätserhaltung (II) -

### ER-Schema



### Relationen ohne Beziehung



### Überlegung: Beziehung als explizite Relation

- Erhaltung der Kapazität
  - mehrere Schlüssel
    - einer als Primärschlüssel
    - der andere als alternativer Schlüssel
- Relation mit der „kann“-Kardinalität erhält den Primärschlüssel
  - sonst käme es zu einer Reduzierung der Kapazität

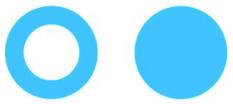
Ein\_Student\_Hat\_Einen\_Studienplatz

Matr-Nr	Platz-Nr
A	1
B	2

- Relation mit der „kann“-Kardinalität erhält den Primärschlüssel
  - sonst käme es zu einer Reduzierung der Kapazität

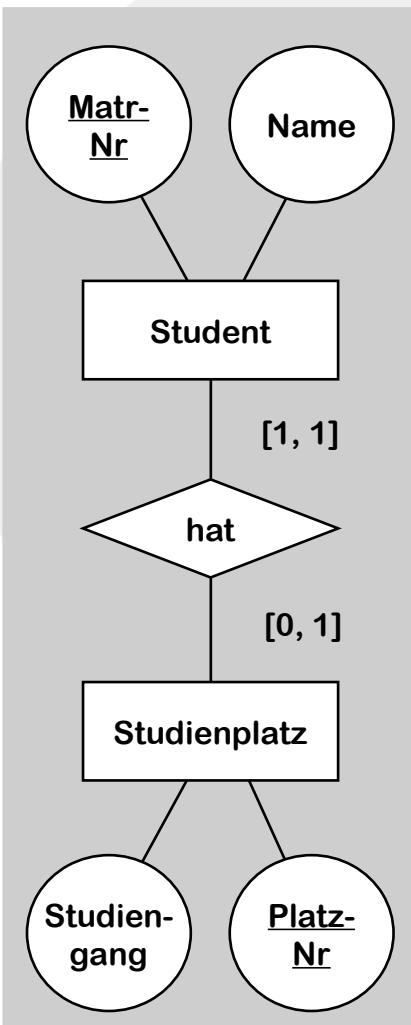
Ein\_Studienplatz\_Hat\_Einen\_Studenten

Matr-Nr	Platz-Nr
A	1
B	2
NULL	3



## - Referentielle Integrität, Kardinalität -

### ER-Schema

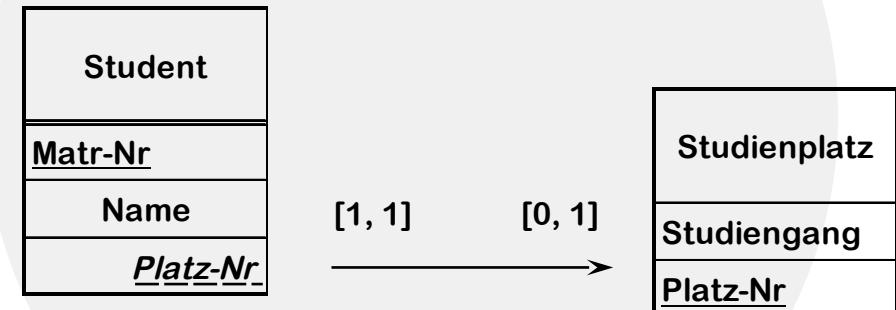


### Beziehung vor der Normalisierung

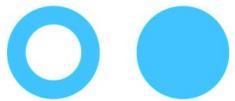
Ein_Studienplatz_Hat_Ein_Student	
Platz-Nr	
Studiengang	
Name	
Matr-Nr	

### Relationen nach der Normalisierung

- „Muss“-Kardinalitäten beachten
- die Relation mit der einfachen Kapazität erhält einen Fremdschlüssel auf den Primärschlüssel der Relation mit der bedingten Kapazität



- typisch: Fremdschlüssel = Primär- bzw. Alternativschlüssel
- bei zwei einfachen Kapazitäten muss anwendungsspezifisch entschieden werden, ob die Entitäten nicht zusammengelegt werden sollen
- bei zwei bedingten Kapazitäten muss anwendungsspezifisch entschieden werden, welche Entität referenziert wird



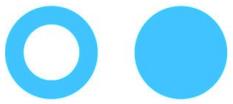
## - N:M-Beziehung -

### Inhalt

- ◆ Einführung
- ◆ Historische Datenmodelle
- ◆ Relationale Modell
- ◆ Normalisierung
- ◆ Abbildung eines ER- auf relationales Schema
  - Kriterien
  - 1:1-Beziehung
  - **N:M-Beziehung**
  - 1:N-Beziehung
  - Muss/Kann-Beziehung
  - Generalisierung / Spezialisierung
  - Zusammenfassung

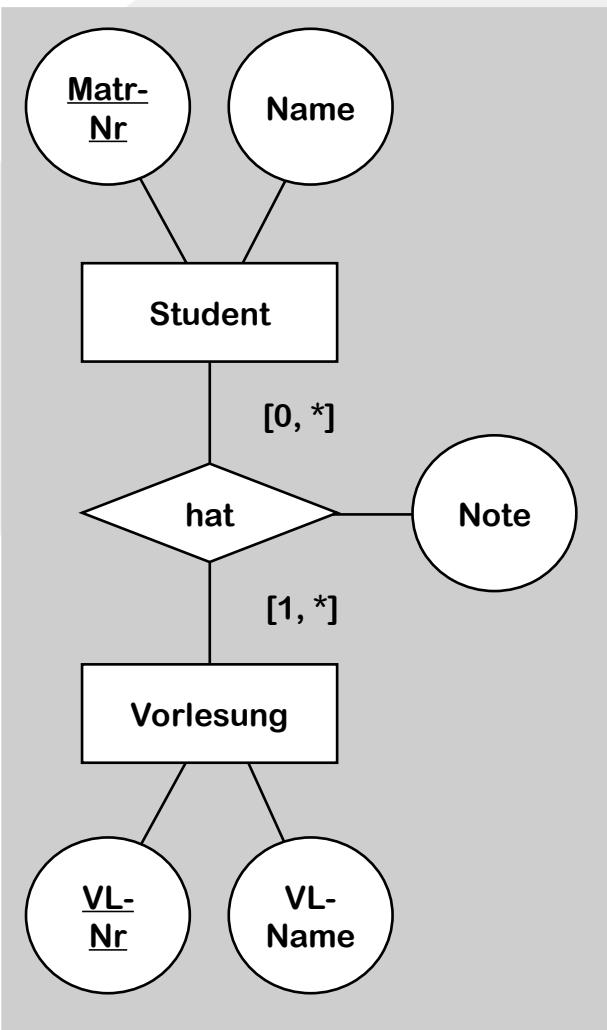
### Überblick

- ◆ Schlüsselfrage: Kapazitätserhaltung
- ◆ Referentielle Integrität, Kardinalität



## - Schlüsselfrage: Kapazitätserhaltung (I) -

### ER-Schema



### Relationen ohne Beziehung

Student

Matr-Nr
A
B
C

Vorlesung

VL-Nr
1
2

### Überlegung: Beziehung als explizite Relation

- Verminderung der Kapazität
- Verzicht auf einen Schlüssel
  - fehlende Darstellung realer Beziehungen

Student\_Hat\_Eine\_Vorlesung

Matr-Nr	LV-Nr
A	1
B	1
C	1

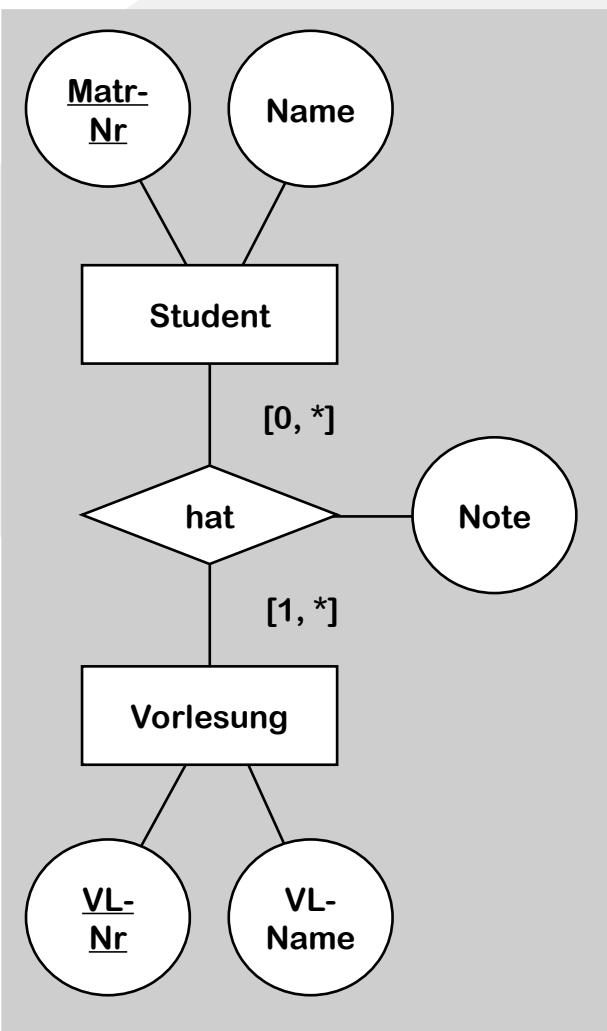
Vorlesung\_Hat\_Ein\_Student

Matr-Nr	LV-Nr
A	1
A	2
A	3



## - Schlüsselfrage: Kapazitätserhaltung (II) -

### ER-Schema



### Relationen ohne Beziehung

Student

Matr-Nr
A
B
C

Vorlesung

VL-Nr
1
2

### Überlegung: Beziehung als explizite Relation

- Verminderung der Kapazität
  - mehrere Schlüssel
  - fehlende Darstellung realer Beziehungen

Ein\_Student\_Hat\_Eine\_Vorlesung

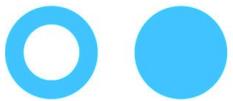
Matr-Nr	LV-Nr
A	1
B	2
C	3

- Erhaltung der Kapazität

Student\_Hat\_Vorlesung

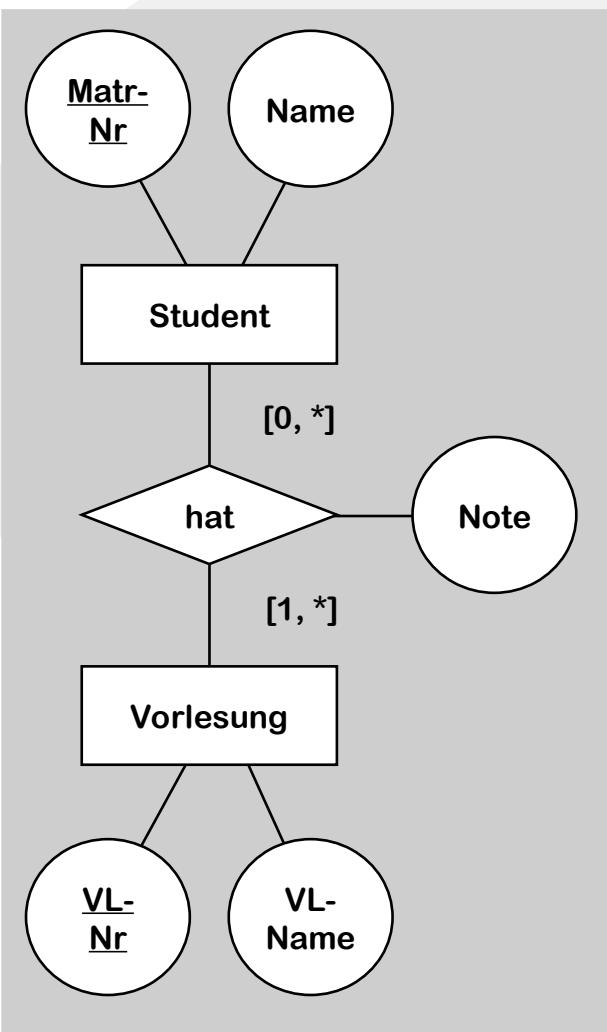
Matr-Nr	VL-Nr
A	1
A	2
B	1
B	2
C	1

- zusammengesetzter Schlüssel

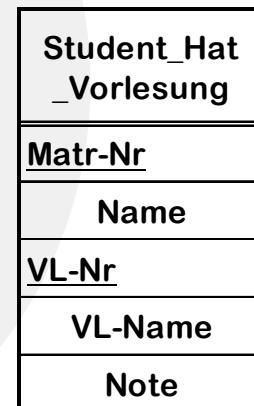


## - Referentielle Integrität, Kardinalität -

### ER-Schema

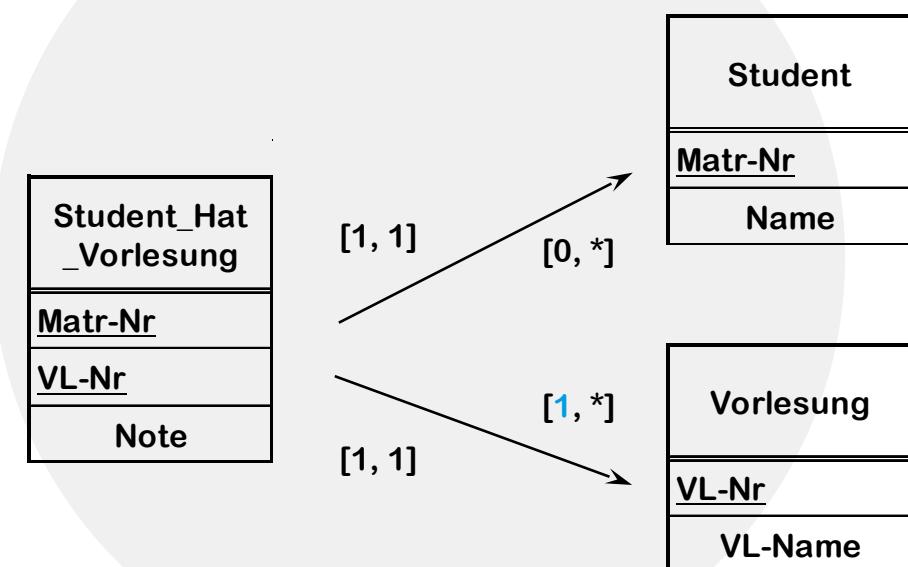


### Beziehung vor der Normalisierung

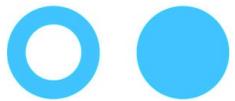


### Relationen nach der Normalisierung

- explizite Beziehungsrelation erforderlich



- der Primärschlüssel der Beziehungsrelation erhält mehrere Fremdschlüsselelemente (jeweils einfache Kardinalität) auf die jeweiligen Primärschlüssel der Relationen mit mehrfacher Kardinalität
- „Muss“-Kardinalitäten beachten



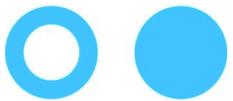
## - 1:N-Beziehung -

### Inhalt

- ◆ Einführung
- ◆ Historische Datenmodelle
- ◆ Relationale Modell
- ◆ Normalisierung
- ◆ Abbildung eines ER- auf relationales Schema
  - Kriterien
  - 1:1-Beziehung
  - N:M-Beziehung
  - 1:N-Beziehung
  - Muss/Kann-Beziehung
  - Generalisierung / Spezialisierung
  - Zusammenfassung

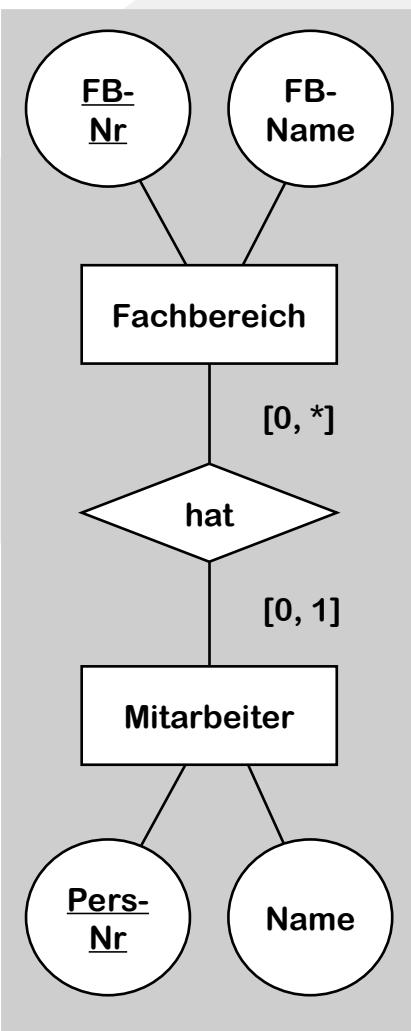
### Überblick

- ◆ Schlüsselfrage: Kapazitätserhaltung
- ◆ Referentielle Integrität, Kardinalität



## - Schlüsselfrage: Kapazitätserhaltung (I) -

### ER-Schema



### Relationen ohne Beziehung

Fachbereich

FB-Nr
A
B

Mitarbeiter

Pers-Nr
1
2
3

### Überlegung: Beziehung als explizite Relation

- Beeinflussung der Kapazität
  - Vereinigung ergibt zu hohe Kapazität

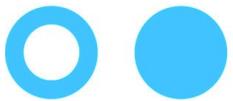
Mitarbeiter\_Fachbereich

FB-Nr	Pers-Nr
A	1
A	2
A	3
B	1
B	2

- Beibehaltung ergibt zu geringe Kapazität

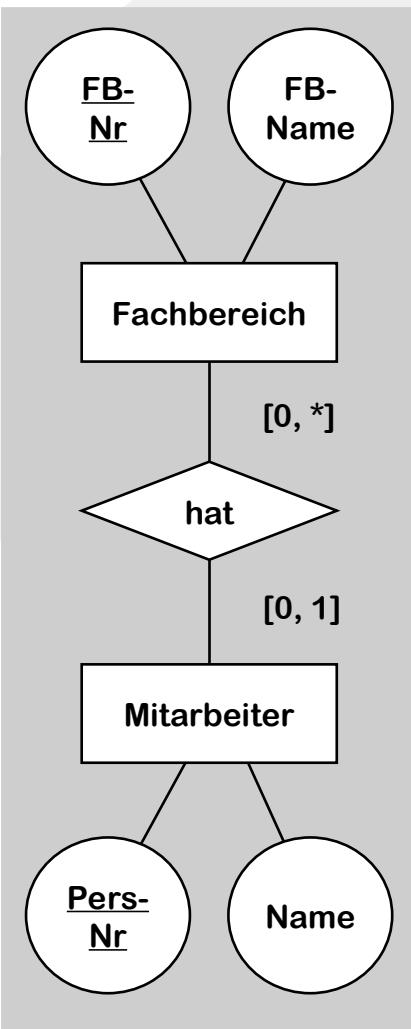
Mitarbeiter\_Hat\_Einen\_Fachbereich

FB-Nr	Pers-Nr
A	1
B	2
NULL	3



## - Schlüsselfrage: Kapazitätserhaltung (II) -

### ER-Schema



### Relationen ohne Beziehung

Fachbereich

FB-Nr
A
B

Mitarbeiter

Pers-Nr
1
2
3

### Überlegung: Beziehung als explizite Relation

- falsche Kapazität
  - Auswahl des falschen Schlüssels

Ein\_Mitarbeiter\_Hat\_Fachbereich

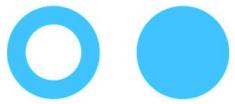
FB-Nr	Pers-Nr
A	1
B	1

- Erhaltung der Kapazität

Mitarbeiter\_Hat\_Einen\_Fachbereich

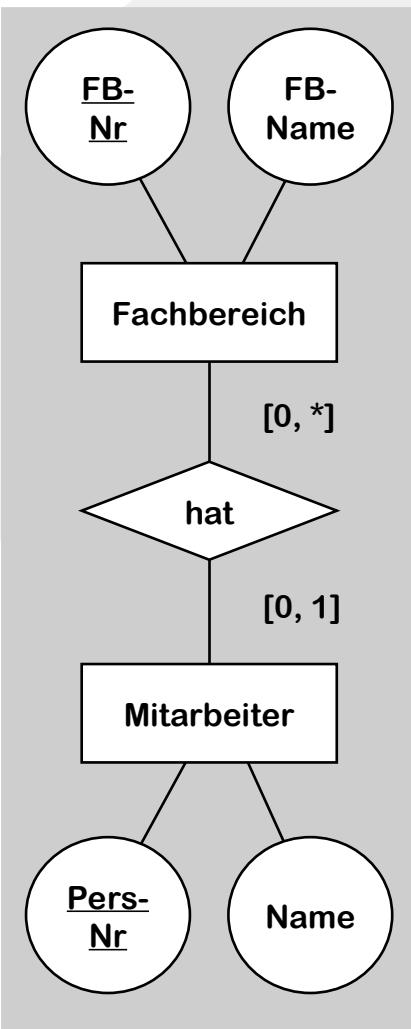
FB-Nr	Pers-Nr
A	1
A	2
B	3

- Auswahl des erforderlichen (richtigen) Schlüssels



## - Referentielle Integrität, Kardinalität -

### ER-Schema

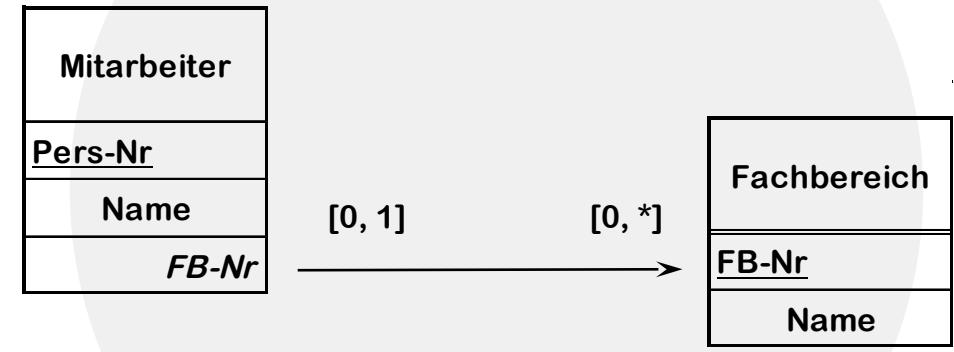


### Beziehung vor der Normalisierung

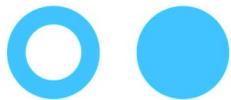
Ein_Mitarbeiter_Hat_Fachbereich
Pers-Nr
Name
FB-Nr
FB-Name

### Relationen nach der Normalisierung

- die Relation mit der einfachen Kardinalität erhält einen Fremdschlüssel auf den Primärschlüssel der Relation mit der mehrfachen Kardinalität



- „Muss“-Kardinalitäten beachten



## - Muss/Kann-Beziehung -

### Fremdschlüsselseite

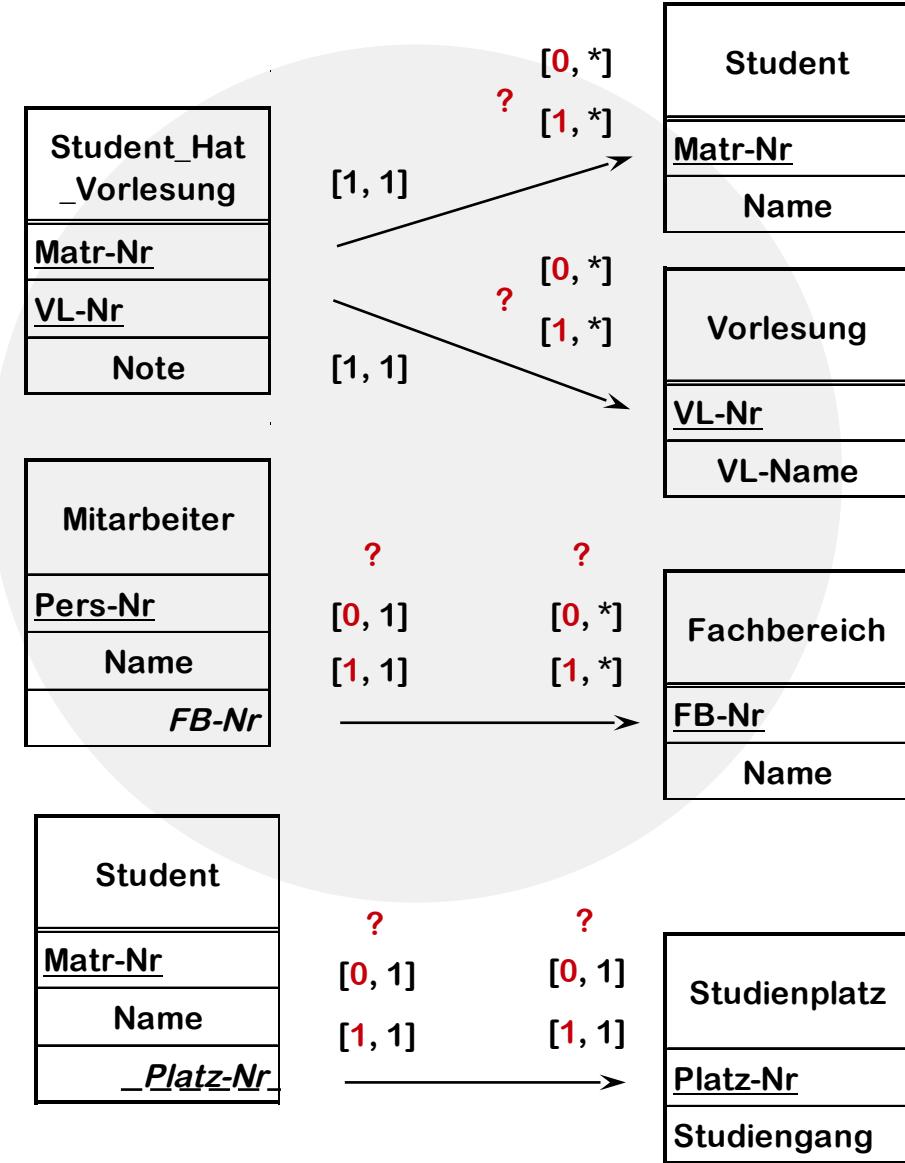
- Fremdschlüssel = Primärschlüsselattribut
  - einfache Kardinalität wird garantiert
- Fremdschlüssel >< Primärschlüsselattribut
  - lediglich bedingt einfache Kardinalität
  - **Kontrolle**, ob jedes Tupel an der Beziehung teilnehmen muss (oder nicht), **über Pflichtfelder!**

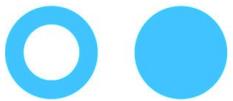
### Primärschlüsselseite

- lediglich bedingt **mehrrechte Kardinalität**
- keine Kontrolle, ob alle Tupel an der Beziehung teilnehmen müssen (oder nicht)!

### Folge

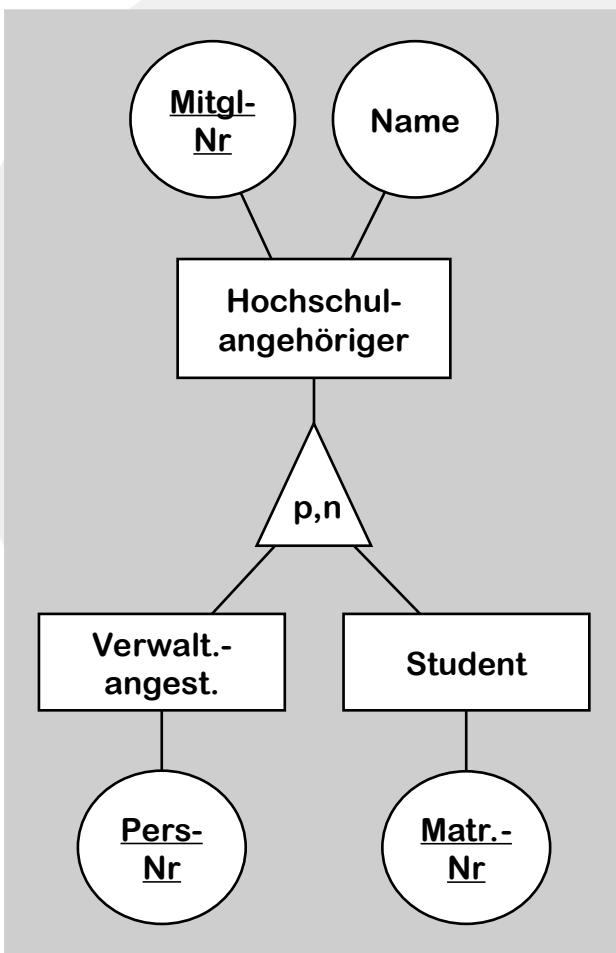
- **Fremdschlüssel reichen zur Garantie der referentiellen Integrität nicht aus!**
- **Unterstützung auf anderer Ebene, z.B. über Trigger (spezielle SQL-Anweisungen) oder über die Anwendungsprogrammierung**





## - Generalisierung / Spezialisierung (I) -

### ER-Schema



### Realisierungs-möglichkeit

Hochschul-angehöriger
Mitgl-Nr
Name
Pers_nr.....
Matr-Nr.....

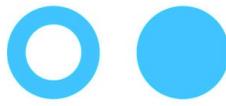
- eine Tabelle für alle Spezialisierungen
- Problem der dünn besetzten Matrix
  - viele ungenutzte Zellen (NULL-Werte)
- ohne referentielle Integrität

### Weitere Realisierungsmöglichkeit

Ein_Verw.ang_Ist_Ein-Hochsch.ang
Mitgl-Nr.....
Name
Pers-Nr

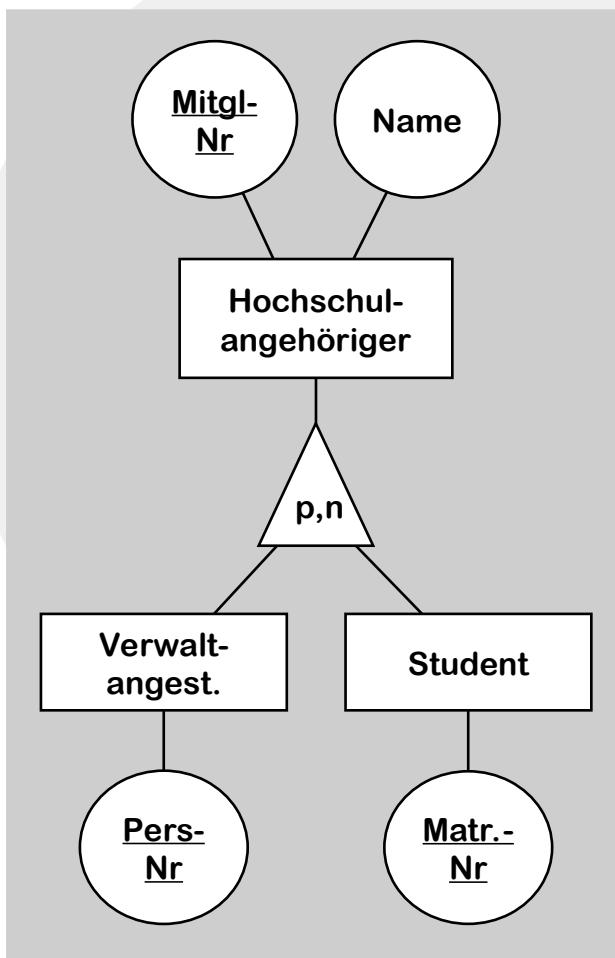
Ein_Student_Ist_Ein-Hochsch.ang
Mitgl-Nr.....
Name
Matr-Nr

- eine Tabelle pro Spezialisierung
- Gefahr der Redundanz
- ohne referentielle Integrität



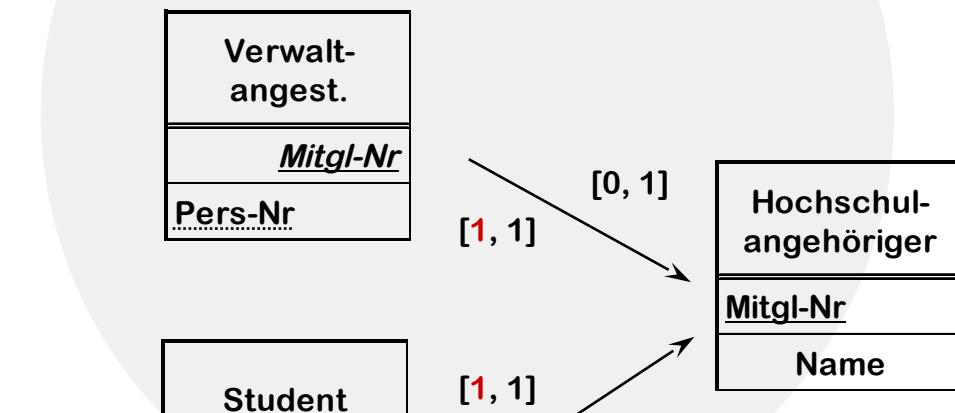
## - Generalisierung / Spezialisierung (II) -

### ER-Schema

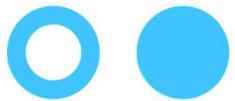


### Weitere Realisierungsmöglichkeit

- die Relation unterhalten 1:1-Beziehungen, wobei die spezielleren Relationen einen **Muss-Fremdschlüssel** auf den Primärschlüssel der allgemeineren Relation erhalten



- die referentielle Integrität totaler Hierarchien und disjunkter Hierarchien lässt sich über **Fremdschlüssel** alleine nicht garantieren



## - Zusammenfassung -

### Attribute

- ◆ Attribute auf Attribute des Relationenschemas
- ◆ zusammengesetzte Attribute werden aufgelöst (Normalisierung)
- ◆ Domänen auf einfache Wertebereiche

### Entitytypen und Beziehungstypen

- ◆ Entitytypen auf Relationenschemata
- ◆ Beziehungstypen auf Relationenschemata
- ◆ u.U. Vereinigung von Entity- und Beziehungstypen zu einem Relationenschema

### Schlüssel

- ◆ Kapazitätserhaltung
- ◆ Schlüssel auf Schlüssel
- ◆ Einführung von Fremdschlüsseln

### Referentielle Integrität, Kardinalitäten

- ◆ Beziehungen teilweise über Fremdschlüssel
  - 1:N-Beziehung: über Fremdschlüssel des Entities mit der einfachen Kardinalität
  - 1:1-Beziehung: über Fremdschlüssel des Entities mit der geringeren Kapazität
  - N:M-Beziehung: über neues Entity mit Primärschlüssel als Vereinigung der Primärschlüssel der alten Entities sowie deren Teilschlüssel als Fremdschlüssel
- ◆ Generalisierung / Spezialisierung
  - Schlüsselvererbung und 1:1-Beziehungen
- ◆ nicht alle Kardinalitäten lassen sich umsetzen
  - teilweise geht Semantik verloren
  - Zusatzbedingungen erforderlich!

### Normalisierung der Relationen

- ◆ dritte oder Boyce Codd Normalform