



# Kommunikation und Datenhaltung

Abbildung von ER-Modellen auf das  
Relationenmodell



# Überblick über den Datenhaltungsteil

- Einleitung
  - Motivation und Grundlagen
  - Architektur von Datenbanksystemen
- Datenbankabfragen
  - Relationenmodell und Relationenalgebra
  - Relationale Datenbanksprachen (SQL)
- **Datenbankentwurf**
  - ER- und EER-Modell
  - **Abbildung von ER-Modellen auf das Relationenmodell**
  - Relationaler Entwurf
  - Sprachen zur Datenbankdefinition
- Transaktionsverwaltung
- Anfrageoptimierung
- Datenbankanwendungsentwicklung



# Agenda

- **Einleitung**
- Kapazitätserhaltung
- Abbildung
- Verschmelzung
- Sonstiges
- Schluß



# ER-Abbildung I

- Thema dieses Kapitels:
  - Abbildungen von Modellen,
  - konkret: ER-Modell → Relationenmodell.
- Vorgehensweisen:
  - Transformation nach Faustregeln manuell,
  - automatische Transformation.

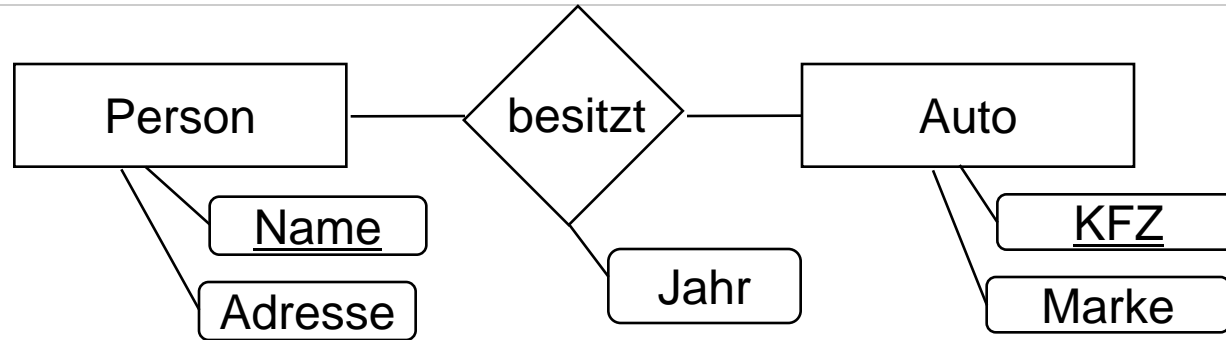
Einführung  
Kapazität  
Abbildung  
Verschmelzen  
Sonstiges  
Schluß

## ER-Abbildung II

- Ziel: *Kapazitätserhaltende Abbildung* (genauso viele Instanzen in beiden Fällen darstellbar).
- Manche Teile eines Modells offensichtlich nicht abbildbar, z. B. Kardinalitätsbedingungen.
- Andere Fälle weniger offensichtlich, Thema im Folgenden.

Einführung  
Kapazität  
Abbildung  
Verschmelzen  
Sonstiges  
Schluß

# Abbildung auf relationales Modell – Illustration



Person

Name	Adresse

Auto

KFZ	Marke

besitzt

Name	KFZ	Jahr



Einführung  
Kapazität  
Abbildung  
Verschmelzen  
Sonstiges  
Schluß

# Integritätsbedingungen

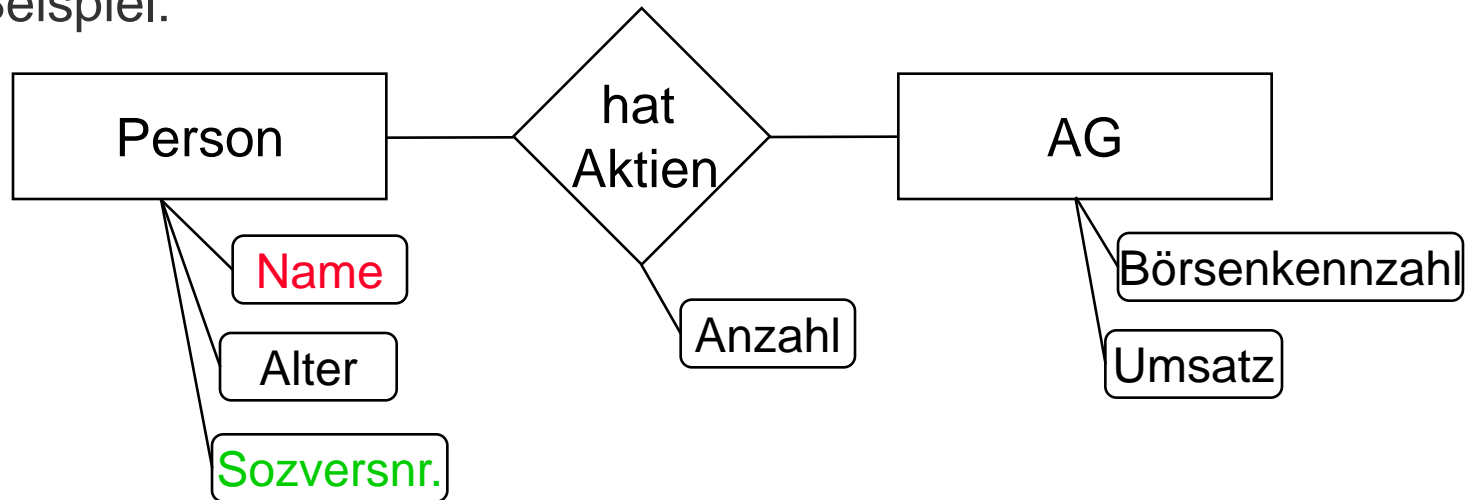
Einführung  
Kapazität  
Abbildung  
Verschmelzen  
Sonstiges  
Schluß

VORNAME	NAME	STRASSE	ALTER	BERUF
Erik	Buchmann	Breiter Weg	26	Informatiker
Gunter	Saake	Waldweg	43	Professor
Klemens	Böhm	Nordstrasse	28	Professor
Peter	Oehm	Jahnstrasse	31	Ingenieur
Jan	Oberle	Flotowstrasse	33	Ingenieur
Andreas	Müller	Neckarstrasse	28	Informatiker
Ralf	Duckstein	Goethestrasse	25	Informatiker

- Schlüssel kann aus beliebig vielen Attributen bestehen.
- I. Allg. gibt es mehrere Schlüsselkandidaten.
- Notation:  $K = \{\{\text{Vorname, Name, Straße}\}, \{\text{Vorname, Name, Alter}\}, \dots\}$   
Notation wird im Folgenden gebraucht.

# Abbildung von Entity-Typen

- Entity-Typ → Relationenschema mit allen Attributen des Entity-Typs.
- Mehrere Schlüssel vorhanden → Auswahl eines Primärschlüssels.
- Beispiel:



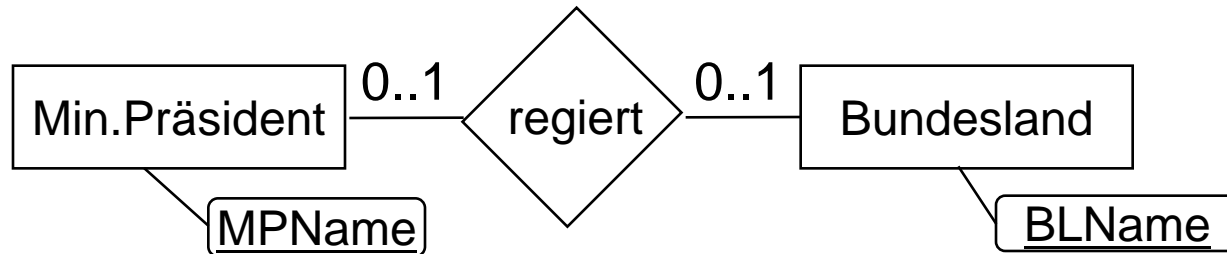


# Überblick über dieses Kapitel

- Einleitung
- **Kapazitätserhaltung**
- Abbildung
- Verschmelzung
- Sonstiges
- Schluß

# Kapazitätserhöhende Abbildung – Illustration

Einführung  
Kapazität  
Abbildung  
Verschmelzen  
Sonstiges  
Schluß



- Abbildung des „regiert“-Beziehungstyps:

$K = \{\{MPName\}\}$

$K = \{\{MPName\}, \{BLName\}\}$

MPName	BLName
Teufel	BW
Oettinger	BW

MPName	BLName
Teufel	BW
Oettinger	Pipapo

kapazitätserhöhend

kapazitätserhaltend

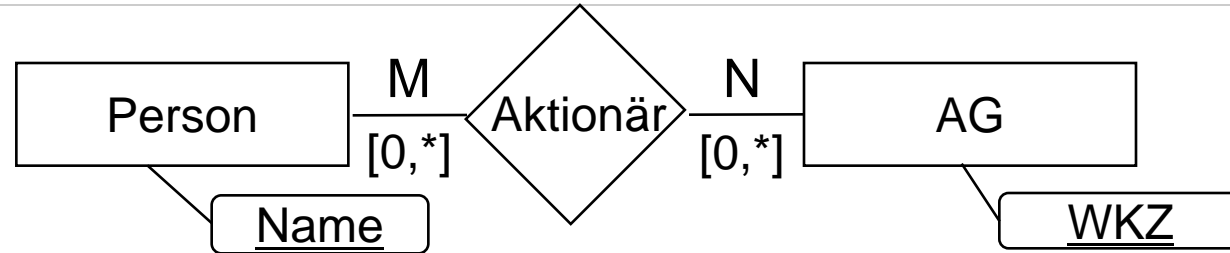
## Kapazitätserhalt im Beispiel

- Ein Fremdschlüssel wird Primärschlüssel, ein anderer wird unique. DDL als Vorgriff:

- **create table** regiert (  
MPName varchar(50) NOT NULL  
REFERENCES Min\_Präsident,  
BLName varchar(50) NOT NULL  
REFERENCES Bundesland,  
**primary key** (MPName),  
**unique** (BLName)  
)

- Mehrere Schlüssel können mit (E)ER- und UML-Modell nicht ausgedrückt werden.

# Kapazitätsvermindernde Abbildung – Illustration



Einführung  
Kapazität  
Abbildung  
Verschmelzen  
Sonstiges  
Schluß

- Abbildung des „Aktionär“-Beziehungstyps:

$K = \{\{Name\}\}$

Name	WKZ
Klemens	BMW
Klemens	Siemens

$K = \{\{WKZ\}\}$

Name	WKZ
Klemens	BMW
Klemens	Siemens
Gunter	BMW

kapazitätsvermindernd

$K = \{\{Name, WKZ\}\}$

Name	WKZ
Klemens	BMW
Gunter	Siemens

Name	WKZ
Klemens	BMW
Klemens	Siemens
Gunter	BMW

kapazitätserhaltend

# 1:N Abbildungen



belegt (MatNr, sGang)

12345	Informatik
44444	Informatik
55555	Mathematik
10000	Chemie
70000	Informatik

kapazitätserhaltend

belegt (MatNr, sGang)

12345	Informatik
44444	Informatik
55555	Mathematik
10000	Chemie
70000	Informatik
12345	E-Technik
12345	Wirtschaft

kapazitätserhöhend und  
-vermindernd

belegt (MatNr, sGang)

12345	Informatik
44444	Informatik
55555	Mathematik
10000	Chemie
70000	Informatik
12345	Chemie
12345	Mathematik

kapazitätserhöhend

- Vorteil von Teilnehmerkardinalitäten?



# Überblick über dieses Kapitel

- Einleitung
- Kapazitätserhaltung
- **Abbildung**
- Verschmelzung
- Sonstiges
- Schluß

# Abbildung auf relationales Modell – Übersicht

- Entity-Typen und Beziehungstypen  
→ Relationenschemata.
  - Attribute → Attribute des Relationenschemas.
  - Schlüssel werden übernommen.
- Kardinalitäten der Beziehungen  
→ Wahl der Schlüssel.
- Relationenschemata  
von Entity- und Beziehungstypen können  
eventuell miteinander verschmolzen werden.
- Einführung diverser  
Fremdschlüsselbedingungen.

Einführung  
Kapazität  
Abbildung  
Verschmelzen  
Sonstiges  
Schluß

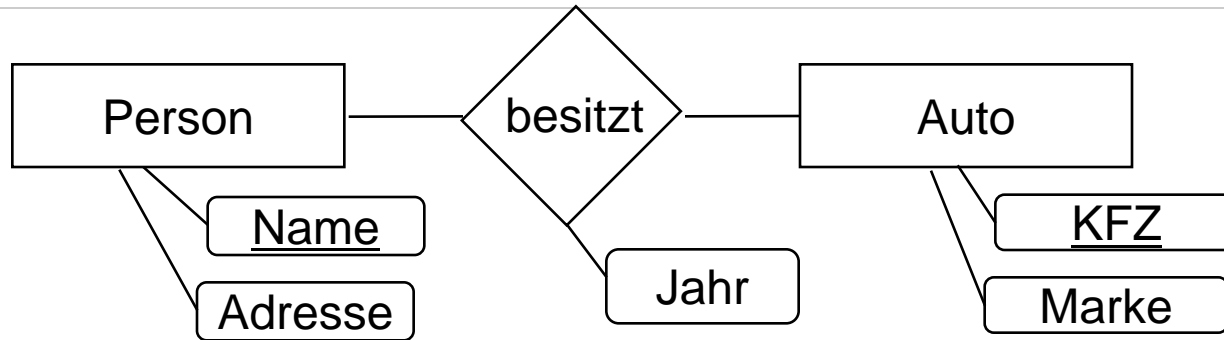


# Abbildung von Beziehungstypen I

- Faustformel: Beziehung wird zu einer separaten Relation, d.h.:
  - Beziehungstyp  $\rightarrow$  Relationenschema
  - Relationenschema enthält
    - alle Attribute des Beziehungstyps
    - Primärschlüssel aller beteiligten Entity-Typen.

Einführung  
Kapazität  
Abbildung  
Verschmelzen  
Sonstiges  
Schluß

# Abbildung von Beziehungstypen II



Person	Name	Adresse

Auto	KFZ	Marke

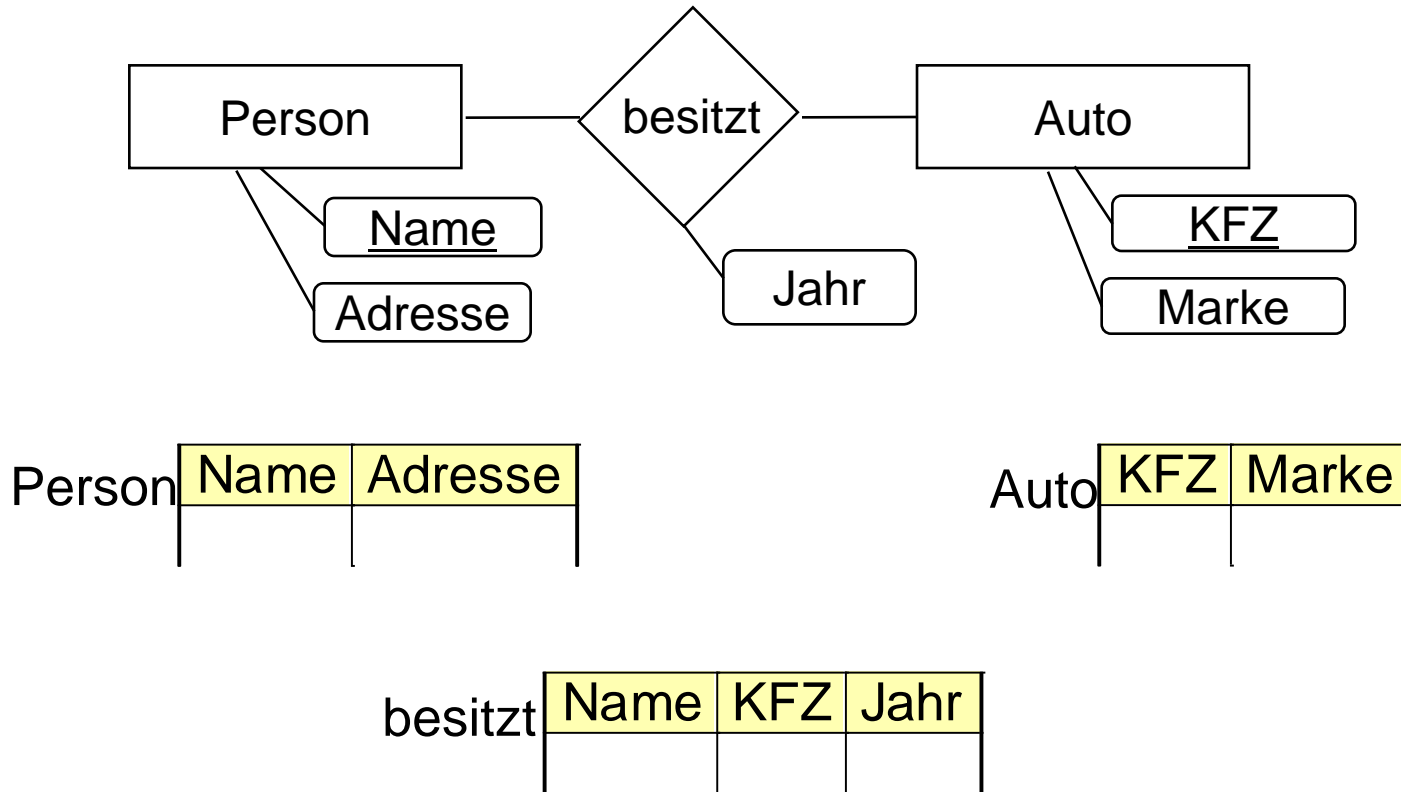
besitzt	Name	KFZ	Jahr



Einführung  
Kapazität  
Abbildung  
Verschmelzen  
Sonstiges  
Schluß

# Abbildung – Fremdschlüssel I

Einführung  
Kapazität  
Abbildung  
Verschmelzen  
Sonstiges  
Schluß



- *Sehen Sie die Fremdschlüssel im Beispiel?*
- *Hat das ER-Modell überhaupt Fremdschlüssel?*

## Abbildung – Fremdschlüssel II

- Fremdschlüsselbedingung ist Teil der Schema-Definition.
- Keine Fremdschlüssel im ER-Modell.
- Fremdschlüssel entstehen bei der Abbildung von Relationships.
- Fremdschlüssel ersetzen Linie von Relationship zu Entity.

Einführung  
Kapazität  
Abbildung  
Verschmelzen  
Sonstiges  
Schluß

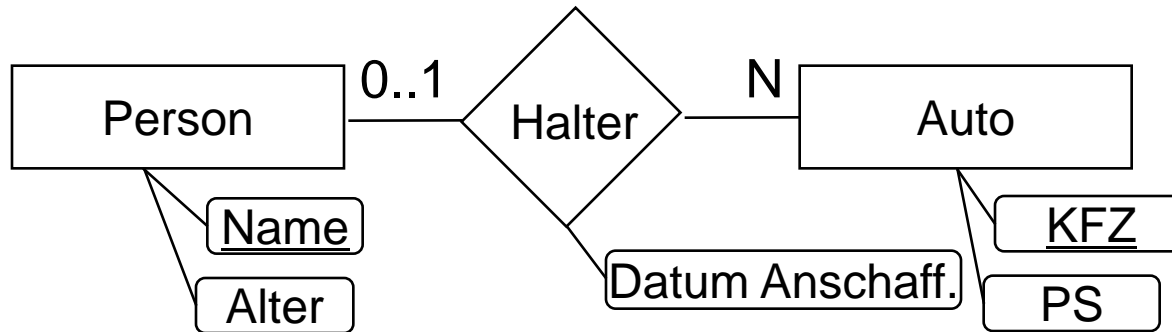
# Abbildung von Beziehungstypen III

- Auswahl der Schlüssel  
(hier für binäre Beziehungen):
  - m:n-Beziehung:  
Beide Primärschlüssel werden Schlüssel.
  - 1:n-Beziehung: Der Primärschlüssel der n-Seite  
(bei der funktionalen Notation die Seite ohne  
Pfeilspitze) wird Schlüssel.
  - 1:1-Beziehung: Beide Primärschlüssel werden je  
ein Schlüssel, einer wird Primärschlüssel.
- Dies gilt bei optionalen Beziehungen ([0, \_]).  
Obligatorische Beziehungen ([1, \_]) siehe  
Abschnitt *Verschmelzen*.

Einführung  
Kapazität  
Abbildung  
Verschmelzen  
Sonstiges  
Schluß

# Abbildung – Beispiele I

Einführung  
Kapazität  
Abbildung  
Verschmelzen  
Sonstiges  
Schluß

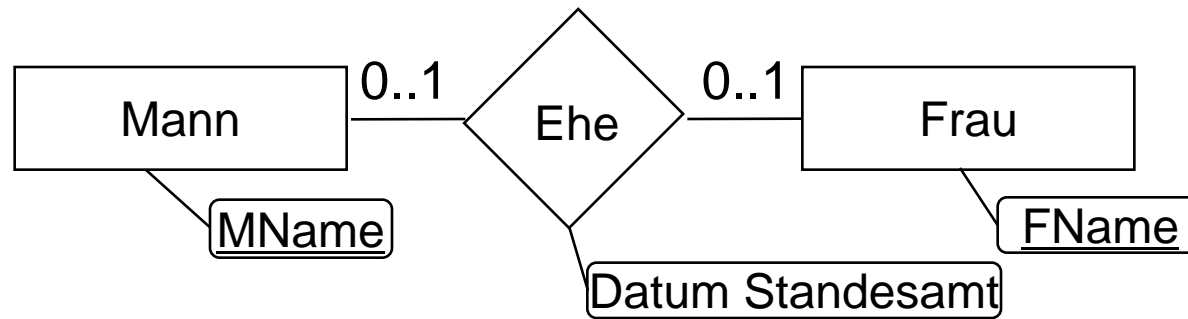


Standard-  
kardinalität

- Entspricht  $[0, *]:[0, 1]$
- KFZ wird Schlüssel.

## Abbildung – Beispiele II

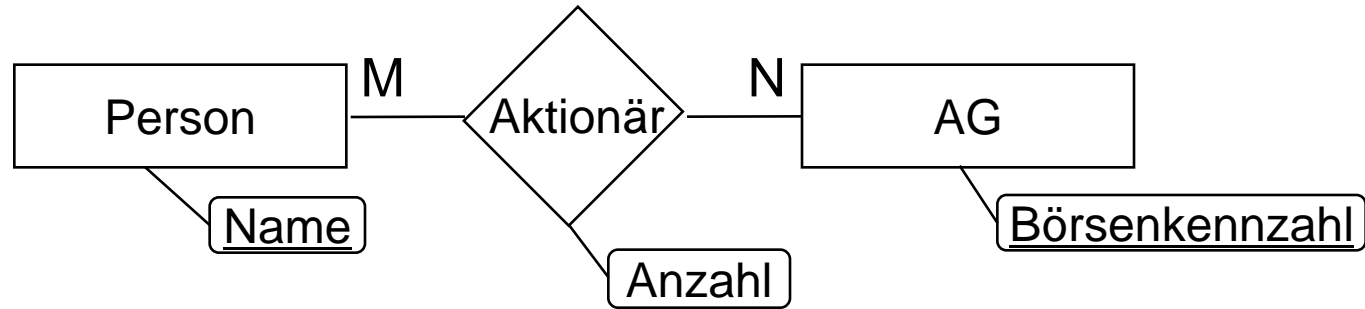
Einführung  
Kapazität  
Abbildung  
Verschmelzen  
Sonstiges  
Schluß



- Entspricht  $[0, 1]:[0, 1]$
- $K = \{\{MName\}, \{FName\}\}$
- Welches Attribut wird Primärschlüssel?

# Abbildung – Beispiele III

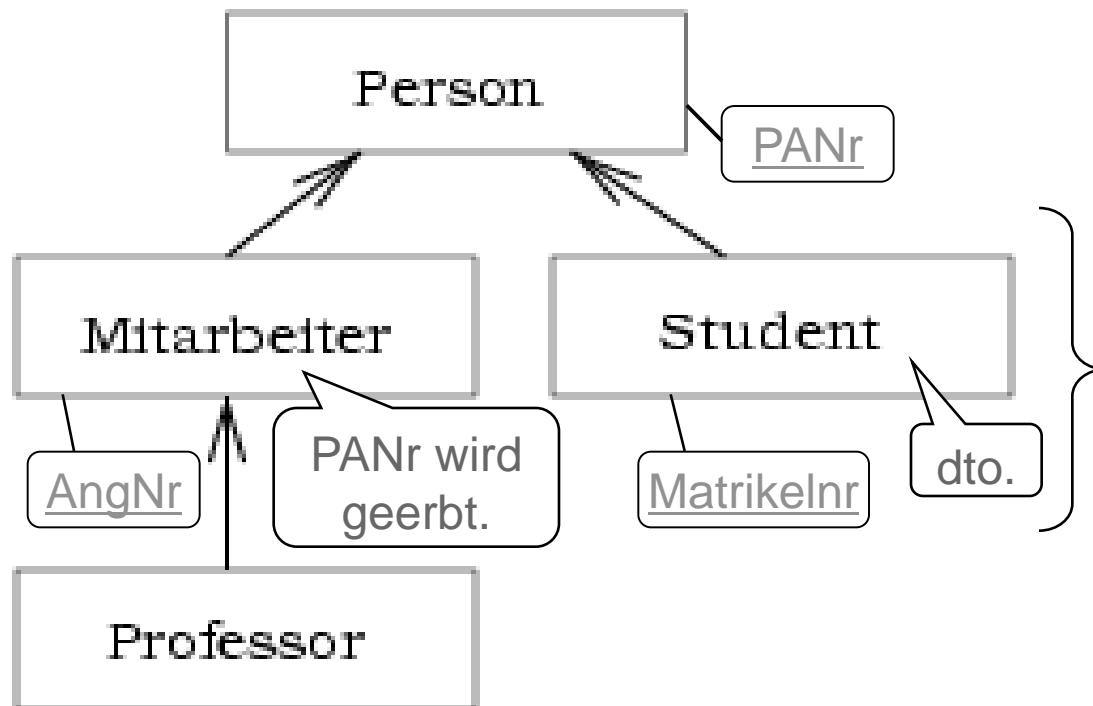
Einführung  
Kapazität  
Abbildung  
Verschmelzen  
Sonstiges  
Schluß



- M:N entspricht  $[0, *]:[0, *]$
- $K = \{\{Name, Börsenkennzahl\}\}$

# IST-Beziehung I

- Kein eigenes Relationenschema.
- Im Relationenschema des spezielleren Entity-Typs zusätzlich der Primärschlüssel des allgemeineren Entity-Typs.



Man muß sich entscheiden, was Primärschlüssel ist.

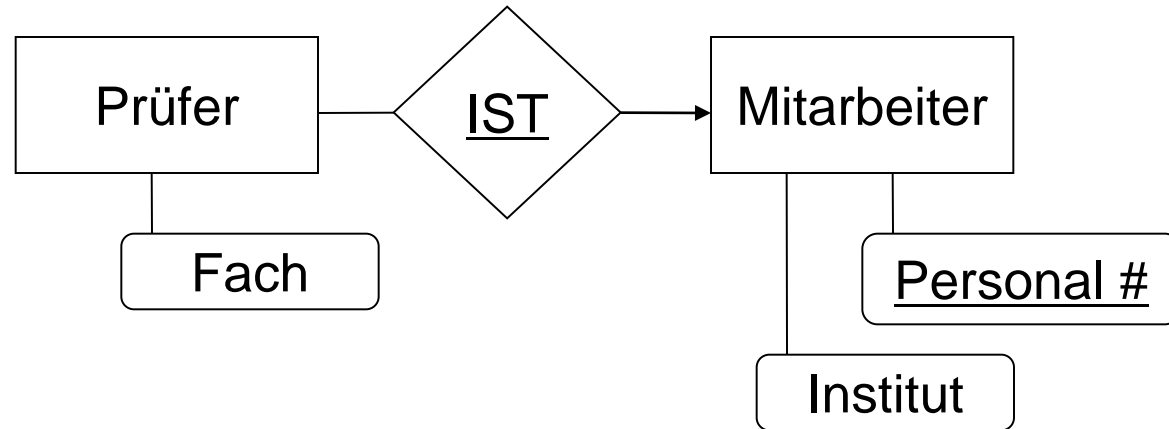
Einführung  
Kapazität  
Abbildung  
Verschmelzen  
Sonstiges  
Schluß

## IST-Beziehung II

Einführung  
Kapazität  
Abbildung  
Verschmelzen  
Sonstiges  
Schluß

- Mitarbeiter mit `AngNr` als Schlüssel.  
Zusätzlich Primärschlüssel `PANr` von Personen geerbt.  
Entscheidung für `PANr` als Primärschlüssel.
- Professoren:  
`PANr` wird von `Mitarbeiter` vererbt.
- Studenten mit Attribut `Matrikelnummer` (Schlüssel). Auswahl zwischen „lokalem“ Schlüssel und geerbtem Schlüssel `PANr`.

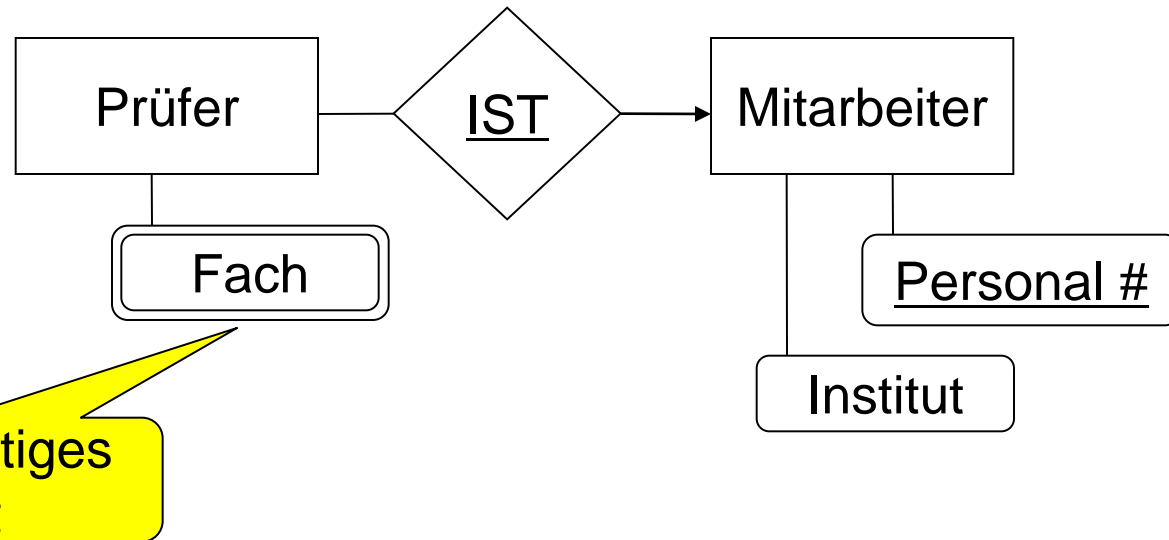
# Abbildung – Beispiele IV



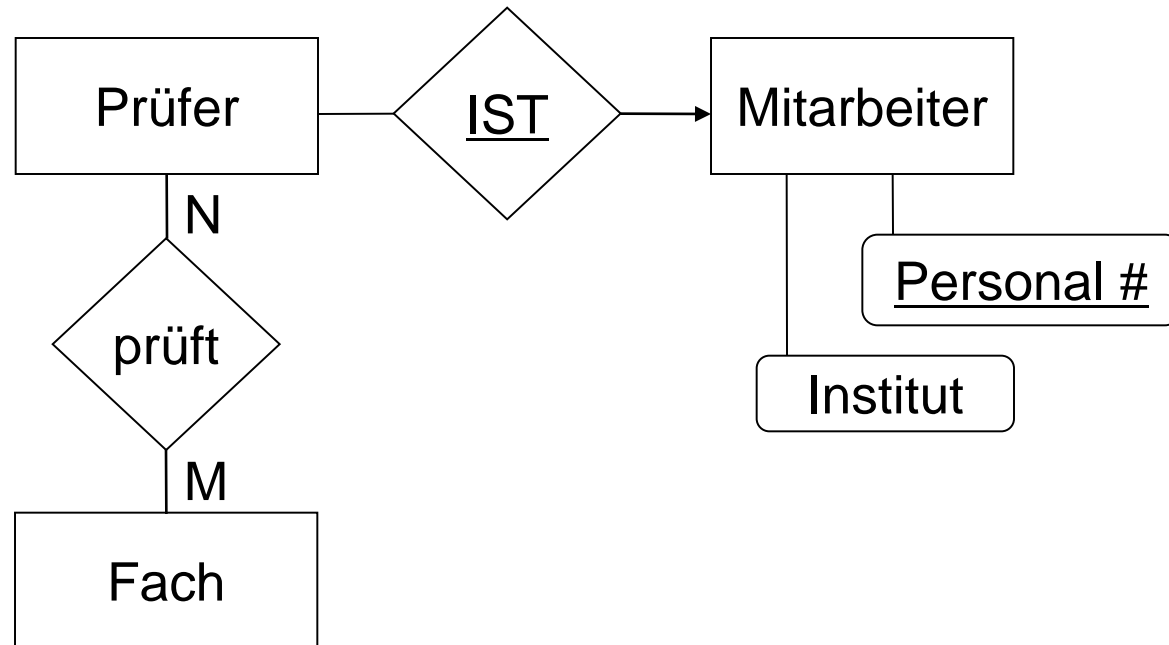
Einführung  
Kapazität  
Abbildung  
Verschmelzen  
Sonstiges  
Schluß

## Abbildung – Beispiele V

Einführung  
Kapazität  
Abbildung  
Verschmelzen  
Sonstiges  
Schluß

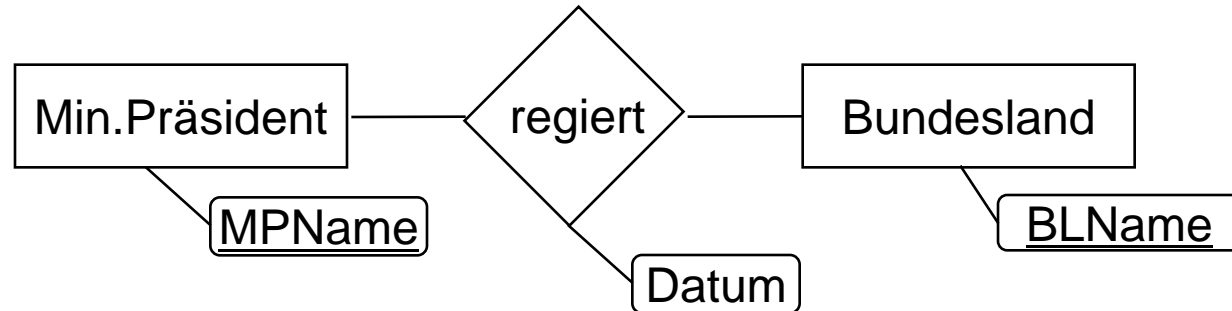


## Abbildung – Beispiele VI

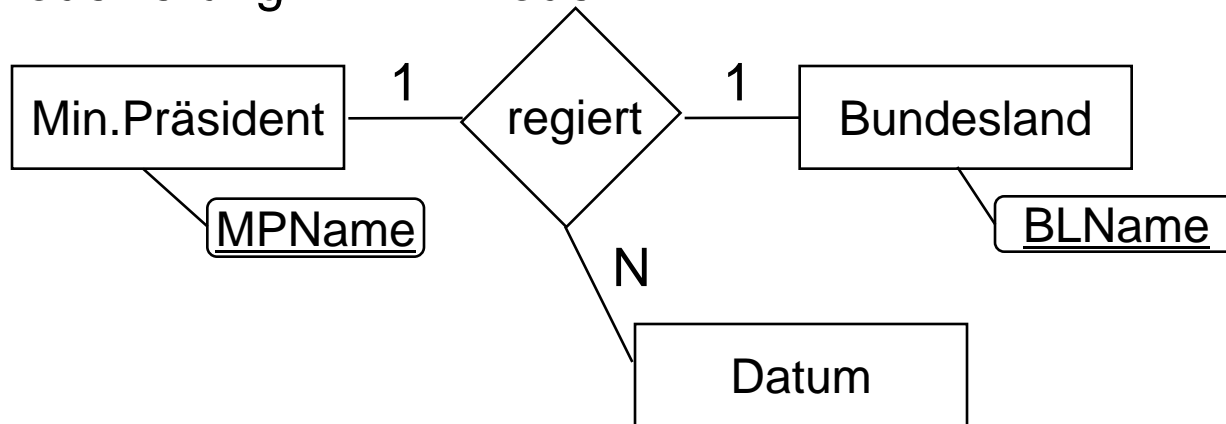


Einführung  
Kapazität  
Abbildung  
Verschmelzen  
Sonstiges  
Schluß

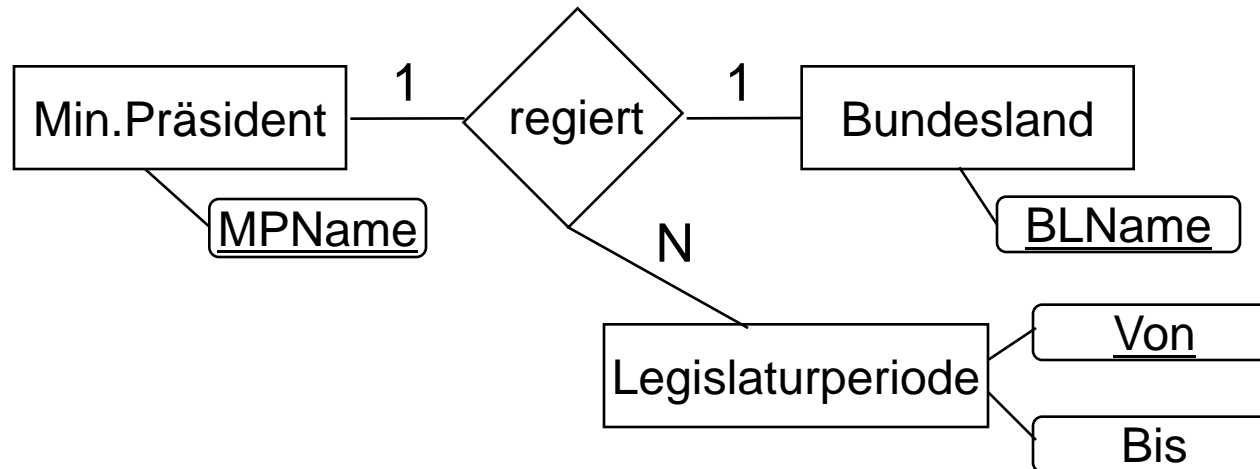
# Abbildung ERM2RM I



- Jetzt: MP regiert Bundesland  
– Kombination kann mehrmals vorkommen, allerdings mit unterschiedlichem Datum.
- Modellierung im ER-Modell?



## Abbildung ERM2RM II



Einführung  
Kapazität  
Abbildung  
Verschmelzen  
Sonstiges  
Schluß

- Standardkardinalität:
  - 1 bei BL und MP.
  - N bei Legislaturperiode.
- Geht nicht mit Teilnehmerkardinalität.
- Relationales Modell:  
 $K = \{\{MPName, Von\}, \{BLName, Von\}\}$

# Abbildung ER-Schema nach RDM

$E_1, E_2$ : an Beziehung beteiligte Entity-Typen,

$P_1, P_2$ : deren Primärschlüssel,

1:n-Beziehung:  $E_2$  ist n-Seite,

IST-Beziehung:  $E_1$  ist speziellerer Entity-Typ.

Einführung  
Kapazität  
Abbildung  
Verschmelzen  
Sonstiges  
Schluß

ER-Konzept	wird abgebildet auf relationales Konzept
Entity-Typ $E_i$	Relationenschema $R_i$
Attribute von $E_i$	Attribute von $R_i$
Primärschlüssel $P_i$	Primärschlüssel $P_i$
Beziehungstyp	Relationenschema
dessen Attribute	Attribute: $P_1, P_2$
1:n	weitere Attribute
1:1	$P_2$ wird Primärschlüssel der Beziehung
m:n	$P_1$ und $P_2$ werden Schlüssel der Beziehung
IST-Beziehung	$P_1 \cup P_2$ wird Primärschlüssel der Beziehung
	$R_1$ erhält zusätzlichen Schlüssel $P_2$

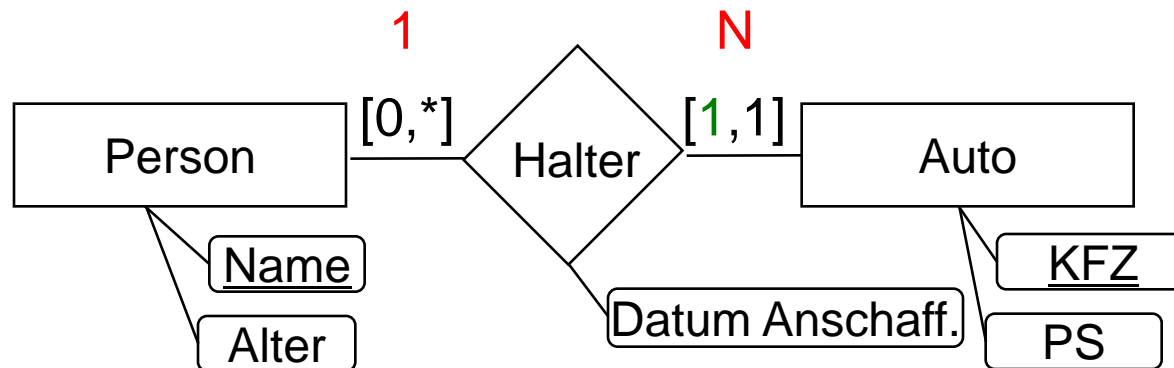
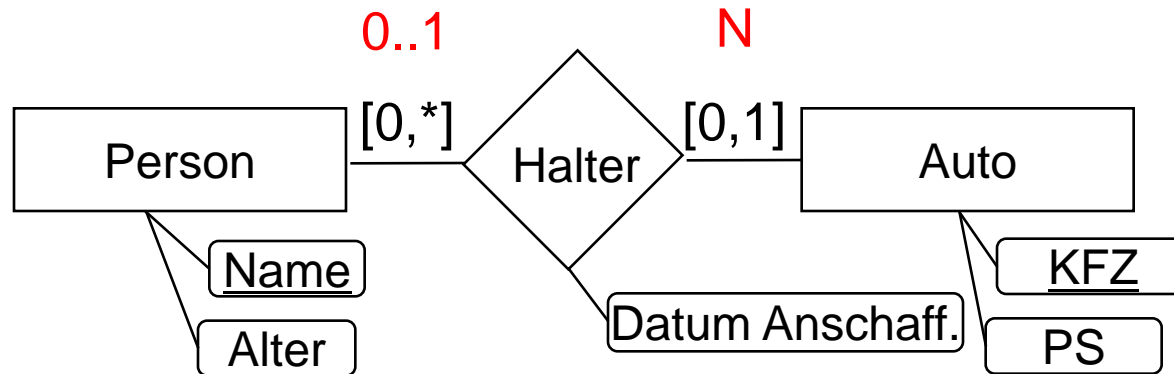


# Überblick über dieses Kapitel

- Einleitung
- Kapazitätserhaltung
- Abbildung
- **Verschmelzung**
- Sonstiges
- Schluß

# Abbildung – Beispiele 1

Einführung  
Kapazität  
Abbildung  
Verschmelzen  
Sonstiges  
Schluß



# Verschmelzen von Relationenschemata

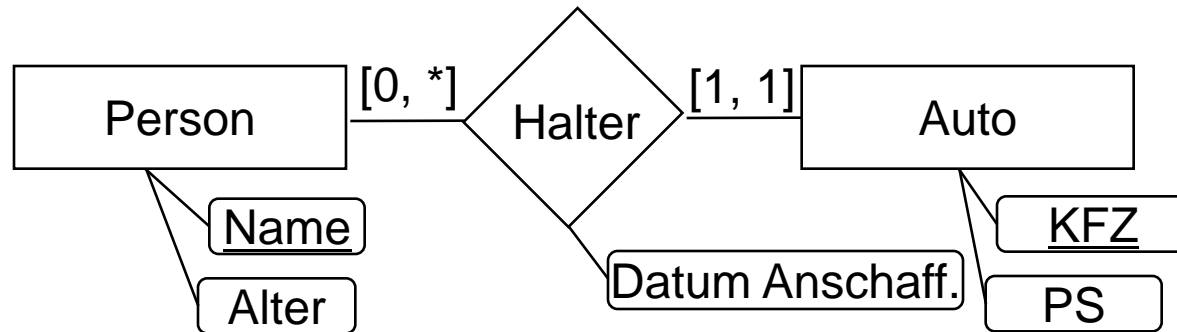
Bei zwingenden Beziehungen ([1, \_]):

- 1:n-Beziehung: Das Entity-Relationenschema der n-Seite kann/sollte in das Relationenschema der Beziehung integriert werden.  
Beispiel: Person – Halter – Auto
- 1:1-Beziehung: Beide Entity-Relationenschemata können/sollten in das Relationenschema der Beziehung integriert werden.  
Beispiel: Ministerpräsident – regiert – Bundesland

Einführung  
Kapazität  
Abbildung  
Verschmelzen  
Sonstiges  
Schluß

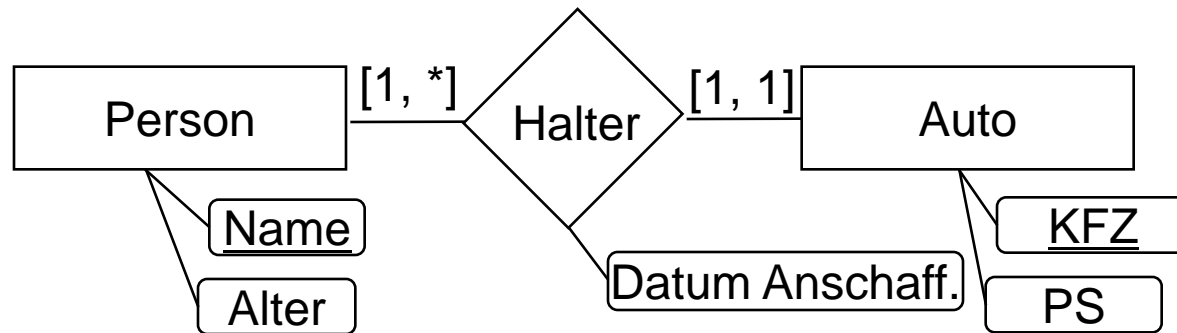
# Verschmelzen – Beispiel I

- Einführung
- Kapazität
- Abbildung
- Verschmelzen**
- Sonstiges
- Schluß

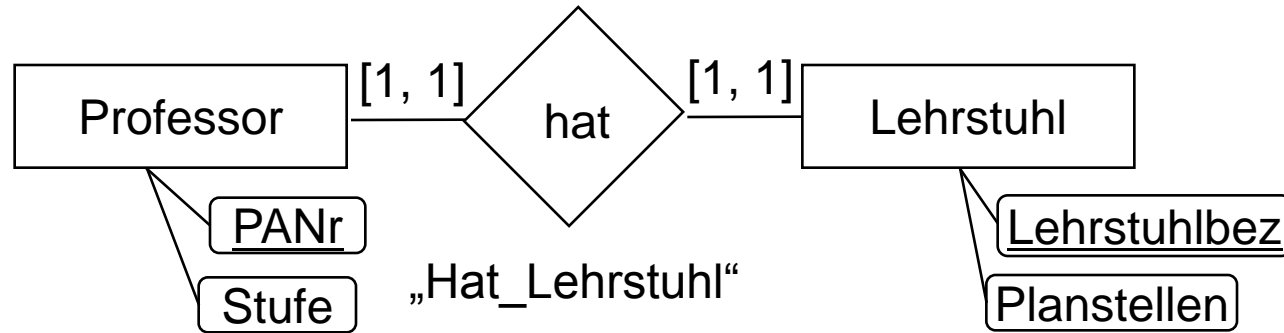


# Verschmelzen – Beispiel II

- Einführung
- Kapazität
- Abbildung
- Verschmelzen
- Sonstiges
- Schluß



# 1:1-Beziehung



Einführung  
Kapazität  
Abbildung  
Verschmelzen  
Sonstiges  
Schluß

Nach Abbildungsvorschrift drei Relationenschemata:

- Professoren mit den Attributen PANr und Stufe,
- Lehrstühle mit den beiden Attributen Lehrstuhlbezeichnung und Planstellen und
- Hat\_Lehrstuhl mit den Primärschlüsseln der beiden beteiligten Entity-Typen jeweils als Schlüssel dieses Schemas, also PANr und Lehrstuhlbezeichnung.

*Verschmelzen möglich?*

# Auswirkung von [1,1]-Kardinalitäten

- [1,1]:[1,1]-Beziehung.

PANr	Lehrstuhlbezeichnung	Stufe	Planstellen
4711	Datenbank- und Informationssysteme	C4	4
5588	Datenbanken und Informationssysteme	C4	5

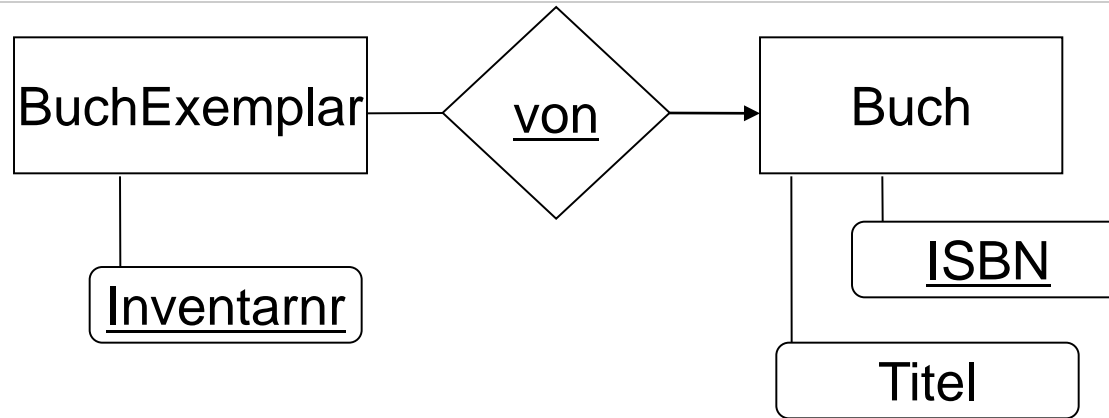
- [1,1]:[0,1]-Beziehung:  
Lehrstühle können unbesetzt bleiben.

PANr	Lehrstuhlbezeichnung	Stufe	Planstellen
4711	Datenbank- und Informationssysteme	C4	4
5588	Datenbanken und Informationssysteme	C4	5
⊥	Rechnernetze	⊥	2

Dann besser zwei Relationenschemata

Einführung  
Kapazität  
Abbildung  
Verschmelzen  
Sonstiges  
Schluß

# Komplexere Beispiele: 1:n-Beziehung



Einführung  
Kapazität  
Abbildung  
Verschmelzen  
Sonstiges  
Schluß

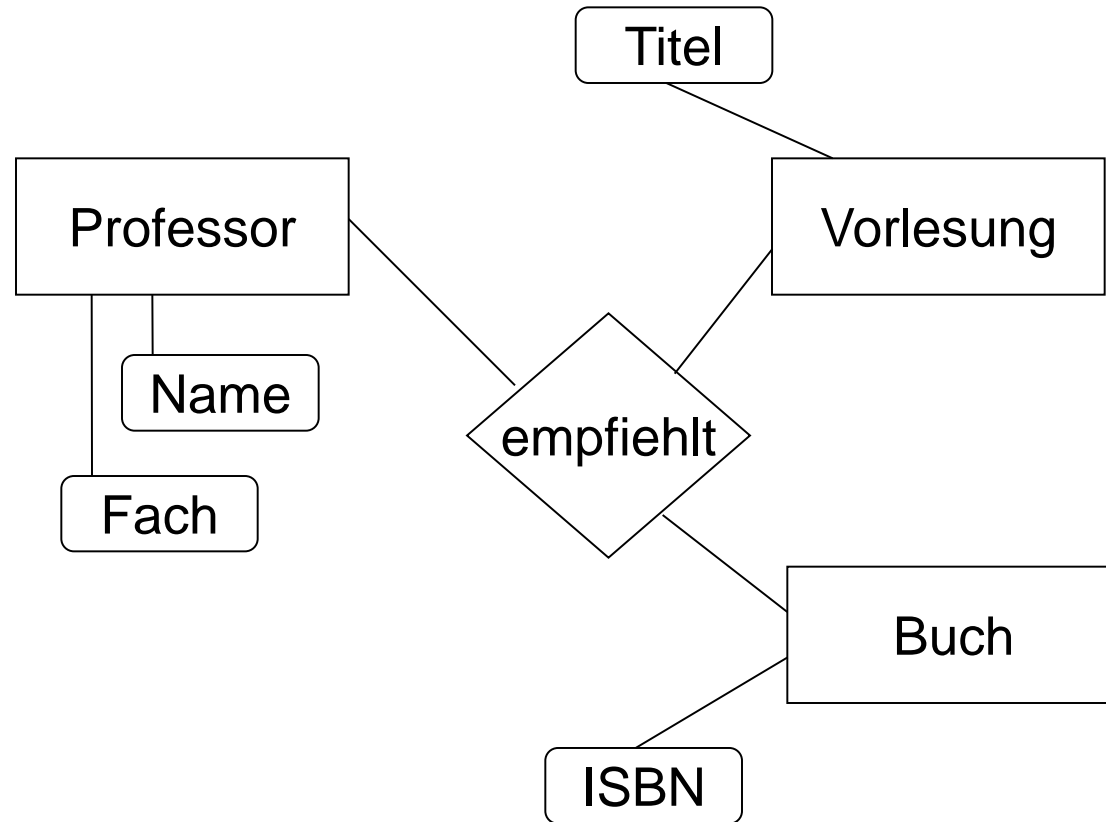
- Relationenschema **Buch\_Exemplare** kann mit dem Relationenschema **von** verschmolzen werden (zwingende Beziehung).



# Überblick über dieses Kapitel

- Einleitung
- Kapazitätserhaltung
- Abbildung
- Verschmelzung
- **Sonstiges**
- Schluß

# Mehrstellige Beziehungen

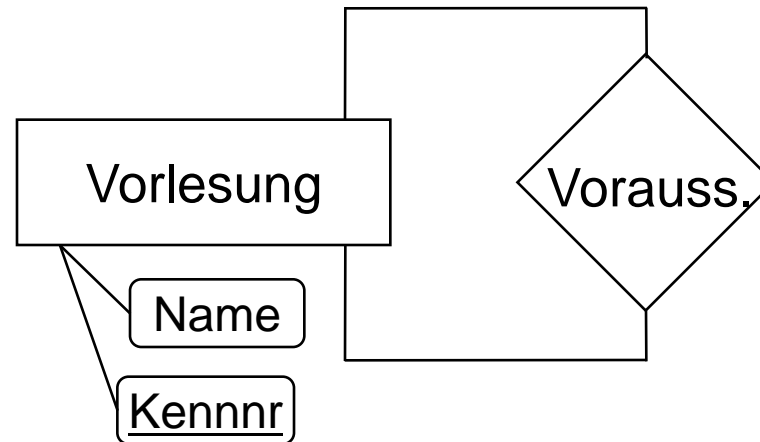


Einführung  
Kapazität  
Abbildung  
Verschmelzen  
Sonstiges  
Schluß

Relation **empfiehl**,  
deren Schlüssel die Primärschlüssel  
der anderen drei Relationen sind.

# Rekursive Beziehungen

Einführung  
Kapazität  
Abbildung  
Verschmelzen  
Sonstiges  
Schluß



Umbenennung der übernommenen Primärschlüssel.

# Offene Punkte I

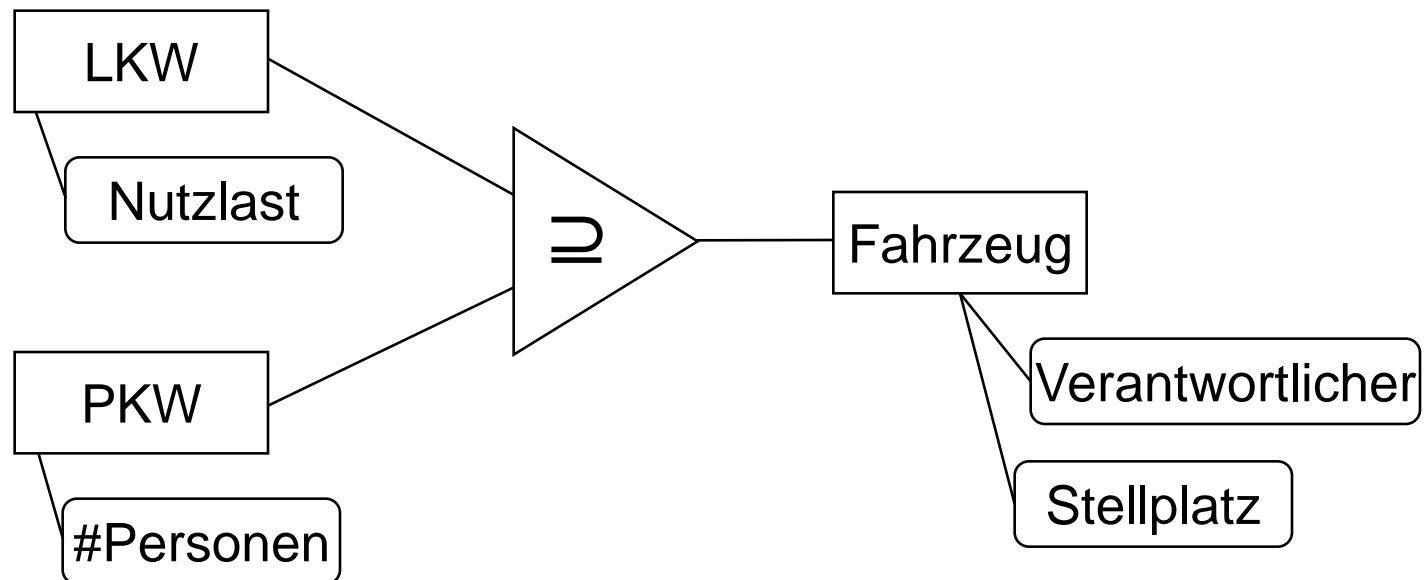
- Komplexe Attribute.
  - Alternativen:
    - Inlining,
    - separate Relation.
- Mengenwertige Attribute führen zu Redundanzen.
  - Lösung:
    - Separate Relation.
    - „Unterbringen“ von mengenwertigen Attributen in flacher Relation ist keine gute Idee!  
(-> Siehe auch Abschnitt Normalisierung.)

Einführung  
Kapazität  
Abbildung  
Verschmelzen  
Sonstiges  
Schluß

## Offene Punkte II

- Generalisierung und Disjunktheitsbedingungen mit Schlüsseln und Fremdschlüsseln nicht ausdrückbar.

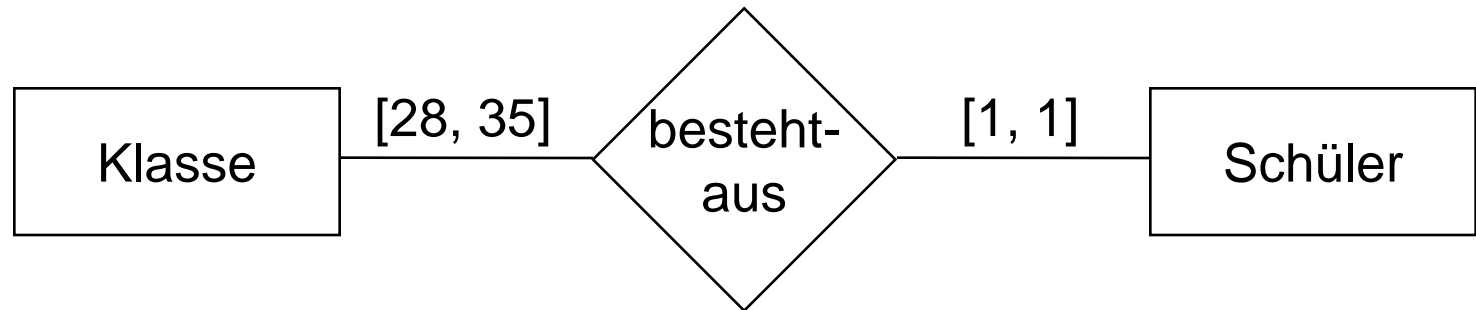
Generalisierung – Beispiel:



Einführung  
Kapazität  
Abbildung  
Verschmelzen  
Sonstiges  
Schluß

## Offene Punkte III

- Nicht alle Kardinalitätsangaben abbildbar  
– Beispiel:



Einführung  
Kapazität  
Abbildung  
Verschmelzen  
Sonstiges  
Schluß

# Schluß I

- Thema dieses Kapitels:
  - Abbildungen von Modellen,
  - konkret: ER-Modell → Relationenmodell.
- Ziel: Kapazitätserhalt
- Manche Teile eines Modells offensichtlich nicht abbildbar, z. B. Kardinalitätsbedingungen
- Schlüsselbedingung als Möglichkeit der Konsistenzsicherung.
- Optimierung – manchmal Zusammenfassung von Relationen ohne Kapazitätsverlust möglich.

Einführung  
Kapazität  
Abbildung  
Verschmelzen  
Sonstiges  
Schluß

## Schluß II

- Was tun, wenn Teile des Modells nicht abbildbar?
  - Sicherstellung der Konsistenz der Anwendung überlassen.  
*(Ist das wirklich eine gute Idee?)*
  - Datenbank-internen anwendungsspezifischen Code zur Überwachung der Integritätsbedingungen, z. B. in Form von Check-Klauseln oder Stored Procedures.

Einführung  
Kapazität  
Abbildung  
Verschmelzen  
Sonstiges  
Schluß