

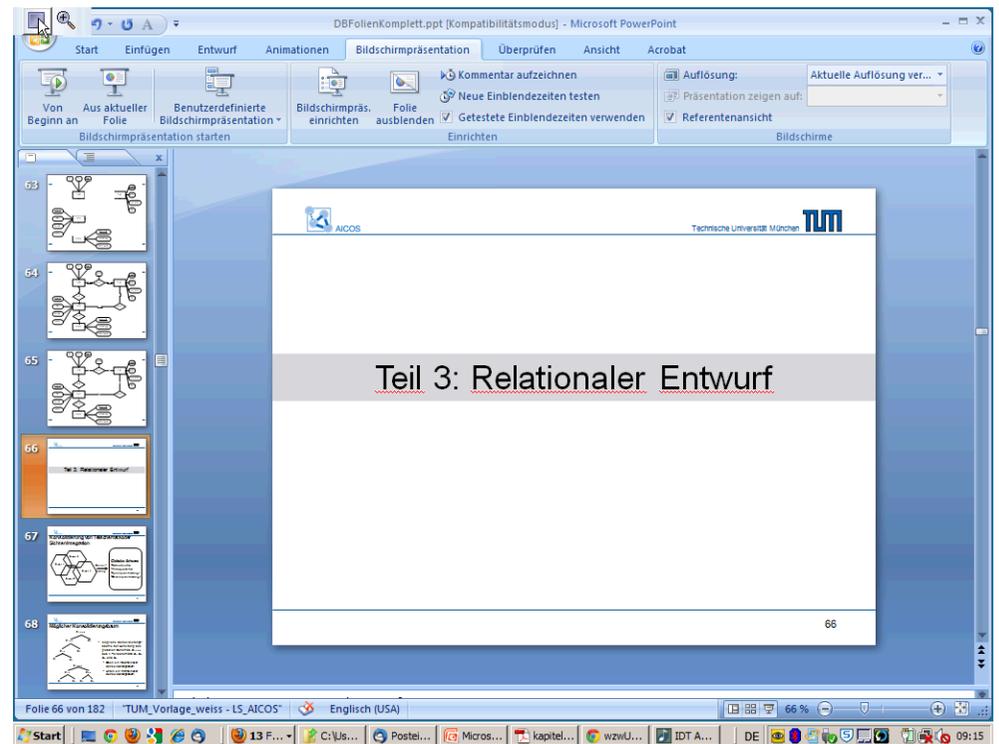
Script generated by TTT

Title: Groh: wzw\_2012 (04.05.2012)

Date: Fri May 04 09:15:16 CEST 2012

Duration: 93:57 min

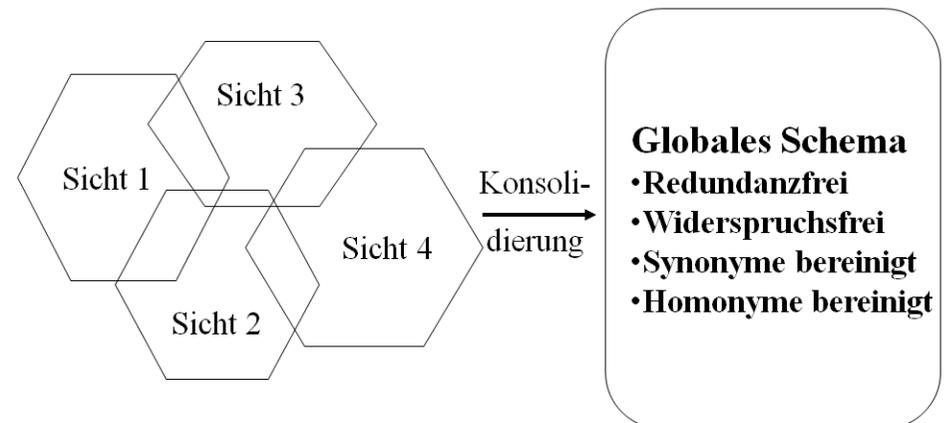
Pages: 77



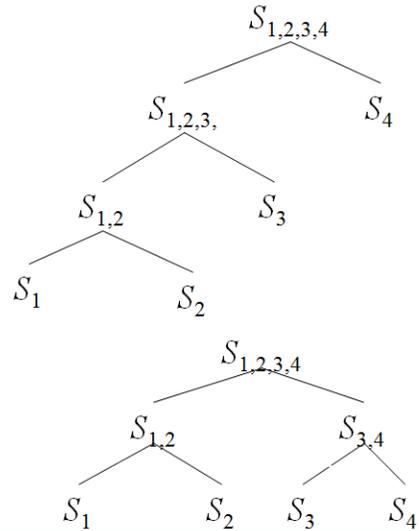
## Teil 3: Relationaler Entwurf



## Konsolidierung von Teilschemata oder Sichtenintegration



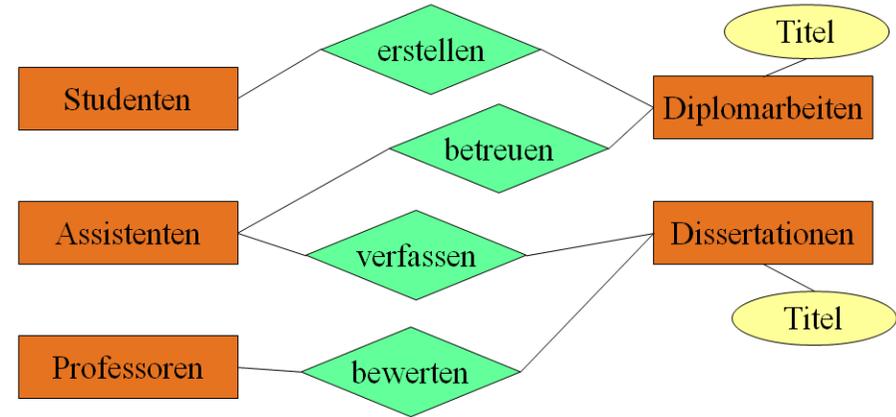
# Möglicher Konsolidierungsbaum



- Mögliche Konsolidierungs-  
bäume zur Herleitung des  
globalen Schemas  $S_{1,2,3,4}$   
aus 4 Teilschemata  $S_1$ ,  $S_2$ ,  
 $S_3$ , und  $S_4$
- Oben ein maximal hoher  
Konsolidierungsbaum
- Unten ein minimal hoher  
Konsolidierungsbaum

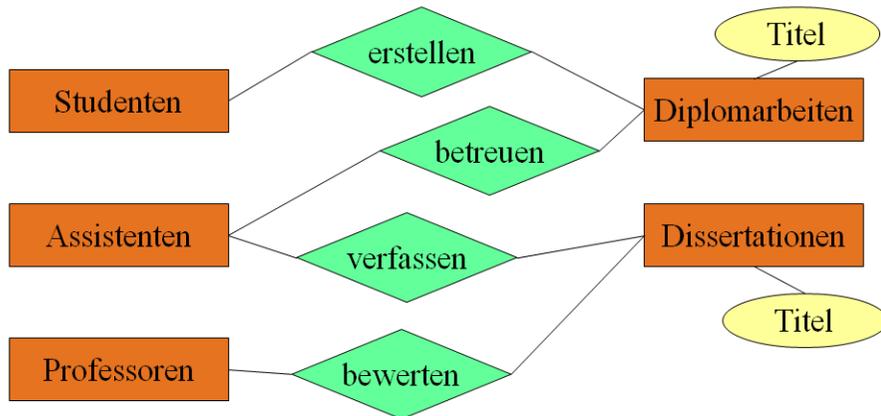
# Drei Sichten einer Universitäts-Datenbank

## Sicht 1: Erstellung von Dokumenten als Prüfungsleistung

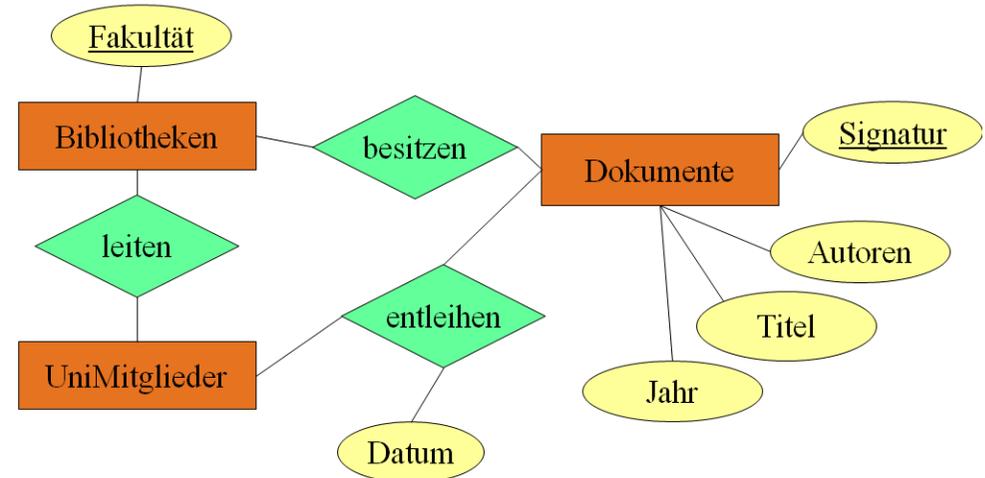


# Drei Sichten einer Universitäts-Datenbank

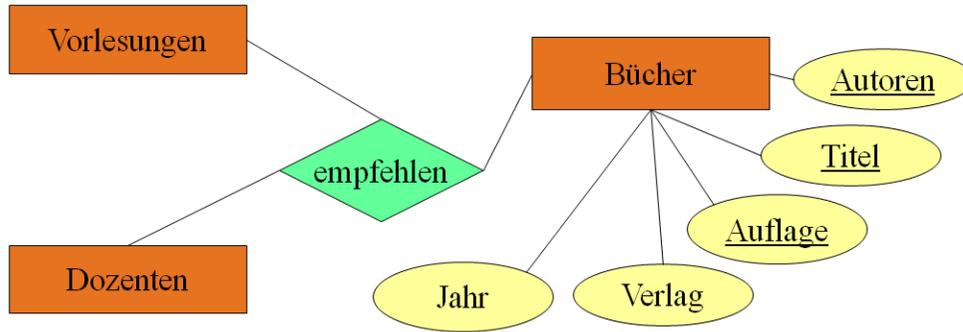
## Sicht 1: Erstellung von Dokumenten als Prüfungsleistung



## Sicht 2: Bibliotheksverwaltung

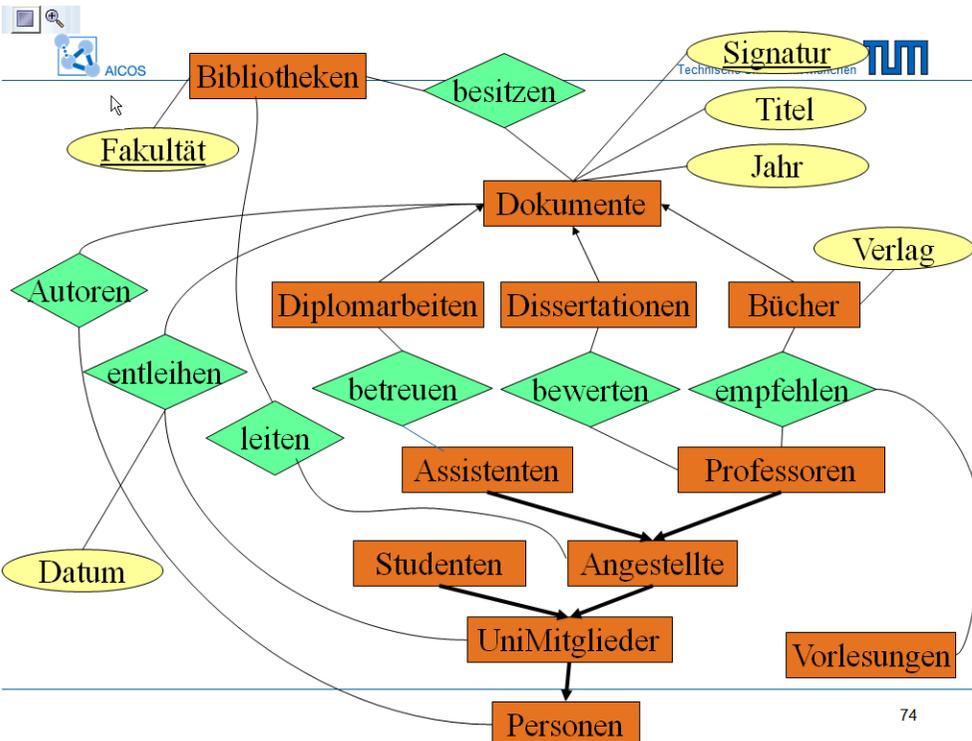


### Sicht 3: Buchempfehlungen für Vorlesungen

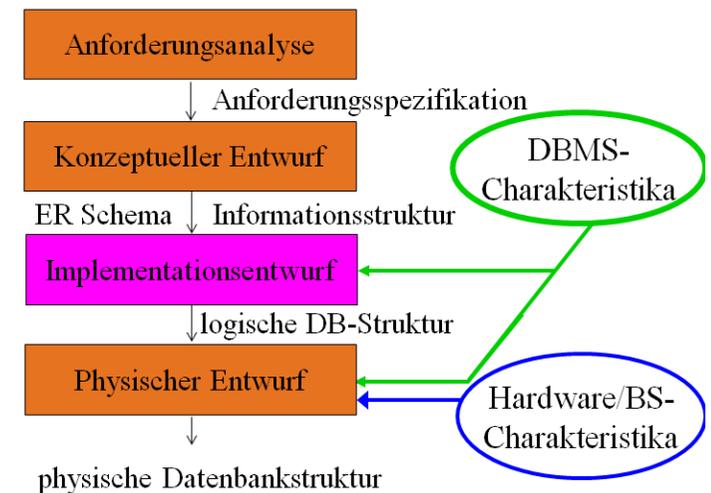


### Beobachtungen

- Die Begriffe *Dozenten* und *Professoren* sind synonym verwendet worden.
- Der Entitytyp *UniMitglieder* ist eine Generalisierung von *Studenten*, *Professoren* und *Assistenten*.
- Fakultätsbibliotheken werden sicherlich von *Angestellten* (und nicht von *Studenten*) geleitet. Insofern ist die in Sicht 2 festgelegte Beziehung *leiten* revisionsbedürftig, sobald wir im globalen Schema ohnehin eine Spezialisierung von *UniMitglieder* in *Studenten* und *Angestellte* vornehmen.
- *Dissertationen*, *Diplomarbeiten* und *Bücher* sind Spezialisierungen von *Dokumenten*, die in den *Bibliotheken* verwaltet werden.



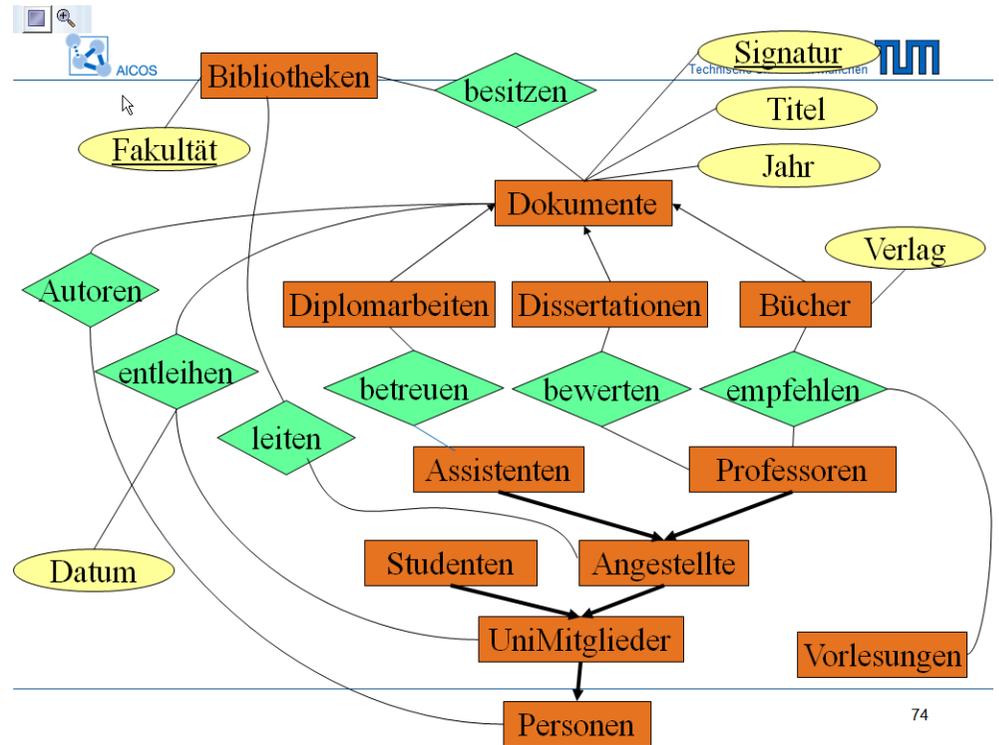
### Phasen des Datenbankentwurfs



# Grundlagen des relationalen Modells

Seien  $D_1, D_2, \dots, D_n$  **Domänen** (~Wertebereiche)

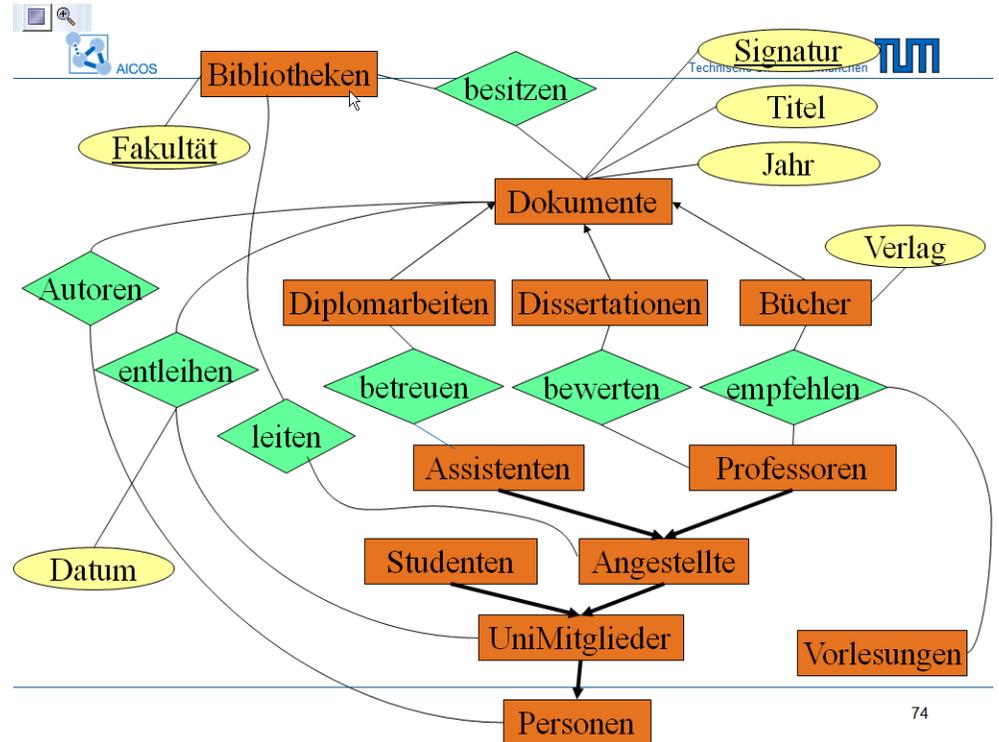
- **Relation:**  $R \subseteq D_1 \times \dots \times D_n$   
 Bsp.:  $\text{Telefonbuch} \subseteq \text{string} \times \text{string} \times \text{integer}$
- **Tupel:**  $t \in R$   
 Bsp.:  $t = (\text{„Mickey Mouse“}, \text{„Main Street“}, 8124711)$
- **Schema:** legt die Struktur der gespeicherten Daten fest  
 Bsp.:  $\text{Telefonbuch}: \{[\text{Name: string}, \text{Adresse: string}, \text{Telefon\#:integer}]\}$



# Grundlagen des relationalen Modells

Seien  $D_1, D_2, \dots, D_n$  **Domänen** (~Wertebereiche)

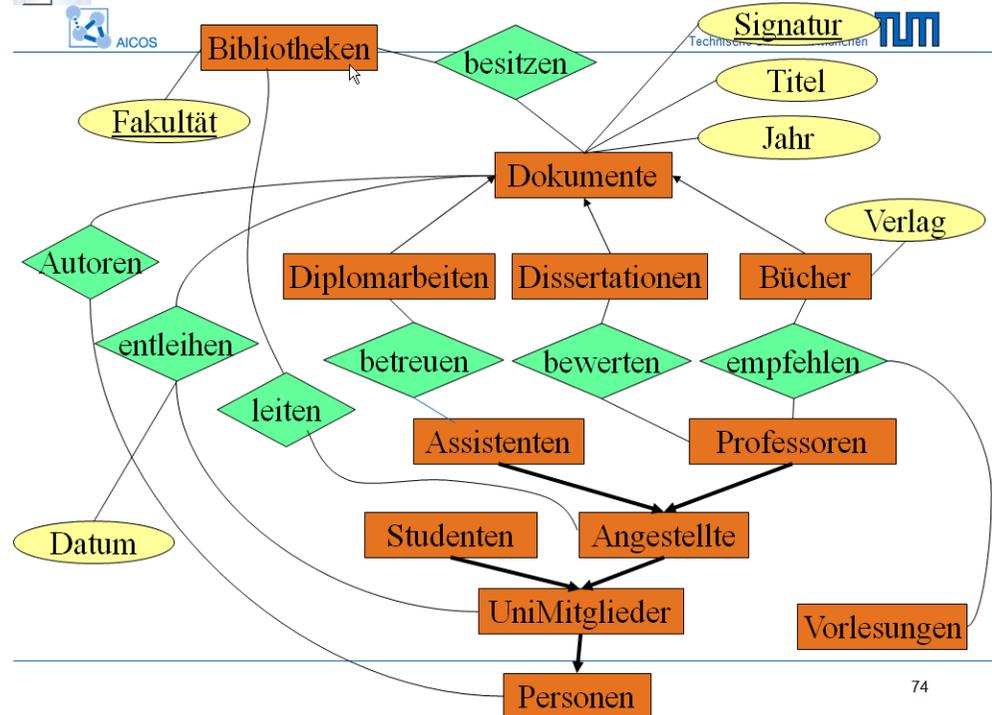
- **Relation:**  $R \subseteq D_1 \times \dots \times D_n$   
 Bsp.:  $\text{Telefonbuch} \subseteq \text{string} \times \text{string} \times \text{integer}$
- **Tupel:**  $t \in R$   
 Bsp.:  $t = (\text{„Mickey Mouse“}, \text{„Main Street“}, 8124711)$
- **Schema:** legt die Struktur der gespeicherten Daten fest  
 Bsp.:  $\text{Telefonbuch}: \{[\text{Name: string}, \text{Adresse: string}, \text{Telefon\#:integer}]\}$



# Grundlagen des relationalen Modells

Seien  $D_1, D_2, \dots, D_n$  **Domänen** (~Wertebereiche)

- **Relation:**  $R \subseteq D_1 \times \dots \times D_n$   
Bsp.:  $Telefonbuch \subseteq string \times string \times integer$
- **Tupel:**  $t \in R$   
Bsp.:  $t = („Mickey Mouse“, „Main Street“, 8124711)$
- **Schema:** legt die Struktur der gespeicherten Daten fest  
Bsp.:  $Telefonbuch: \{[Name: string, Adresse: string, Telefon#:integer]\}$

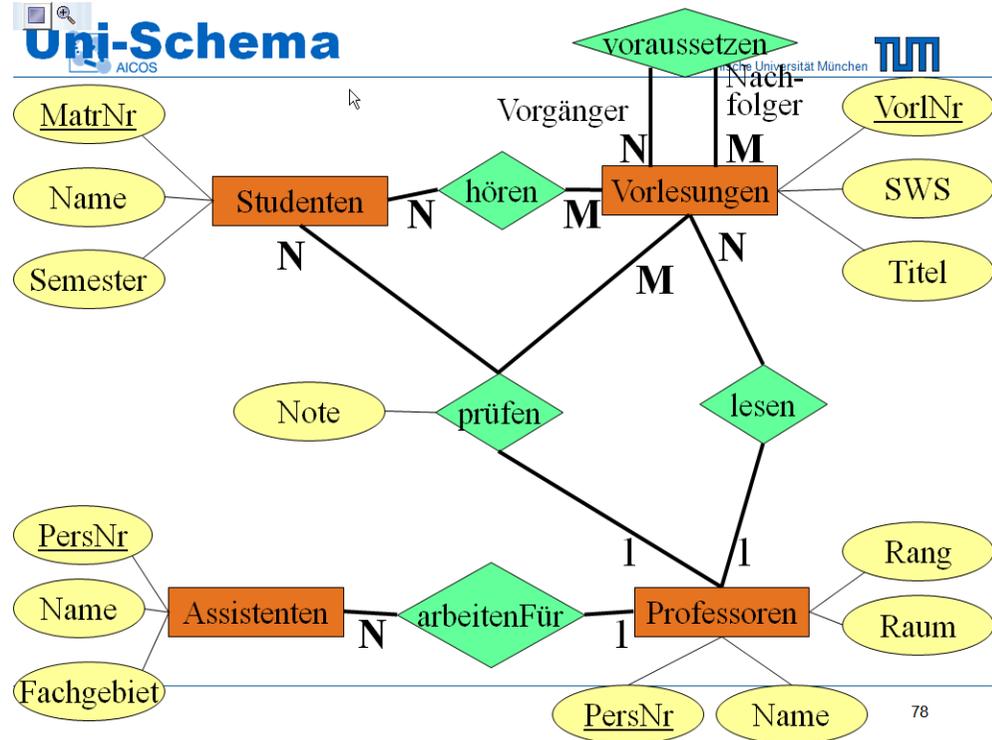
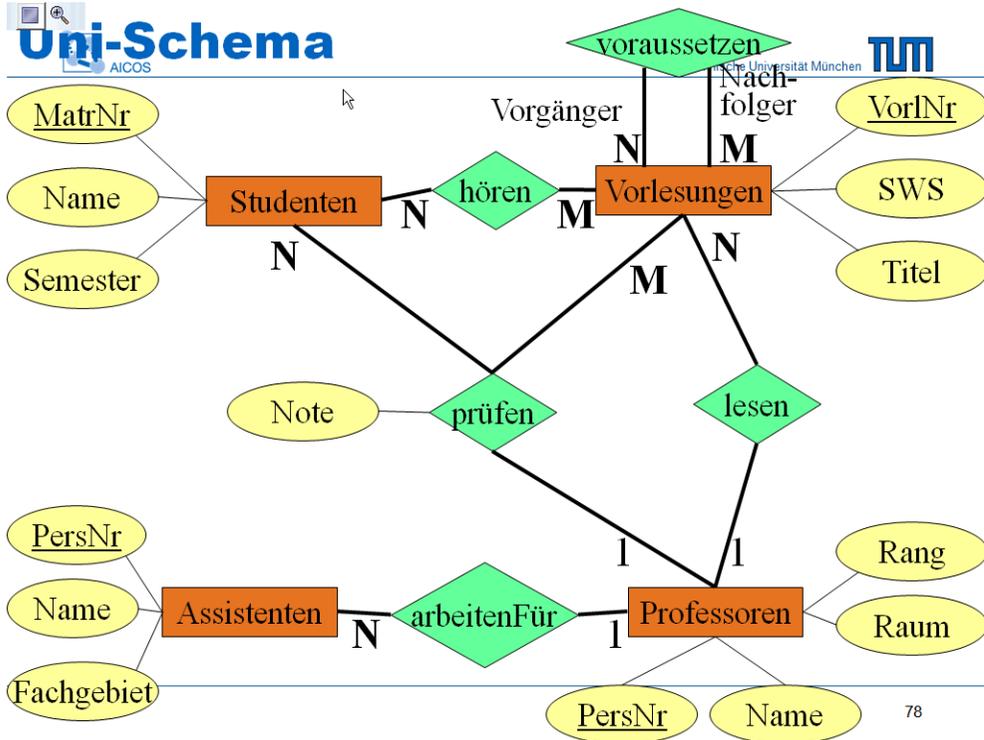


Telefonbuch		
<u>Name:String</u>	<u>Straße:String</u>	<u>Telefon#:integer</u>
Mickey Mouse	Main Street	4711
Donald Duck	Broadway	95672
...	...	...

- **Ausprägung:** der aktuelle Zustand der Datenbasis
- **Schlüssel:** minimale Menge von Attributen, deren Werte ein Tupel eindeutig identifizieren
- **Primärschlüssel:** wird unterstrichen
  - Einer der Schlüsselkandidaten wird als Primärschlüssel ausgewählt
  - Hat eine besondere Bedeutung bei der Referenzierung von Tupeln

Telefonbuch		
<u>Name:String</u>	<u>Straße:String</u>	<u>Telefon#:integer</u>
Mickey Mouse	Main Street	4711
Donald Duck	Broadway	95672
...	...	...

- **Ausprägung:** der aktuelle Zustand der Datenbasis
- **Schlüssel:** minimale Menge von Attributen, deren Werte ein Tupel eindeutig identifizieren
- **Primärschlüssel:** wird unterstrichen
  - Einer der Schlüsselkandidaten wird als Primärschlüssel ausgewählt
  - Hat eine besondere Bedeutung bei der Referenzierung von Tupeln



## Relationale Darstellung von Entitytypen

**Studenten:** {[MatrNr:integer, Name: string, Semester: integer]}

**Vorlesungen:** {[VorlNr:integer, Titel: string, SWS: integer]}

**Professoren:** {[PersNr:integer, Name: string, Rang: string, Raum: integer]}

**Assistenten:** {[PersNr:integer, Name: string, Fachgebiet: string]}

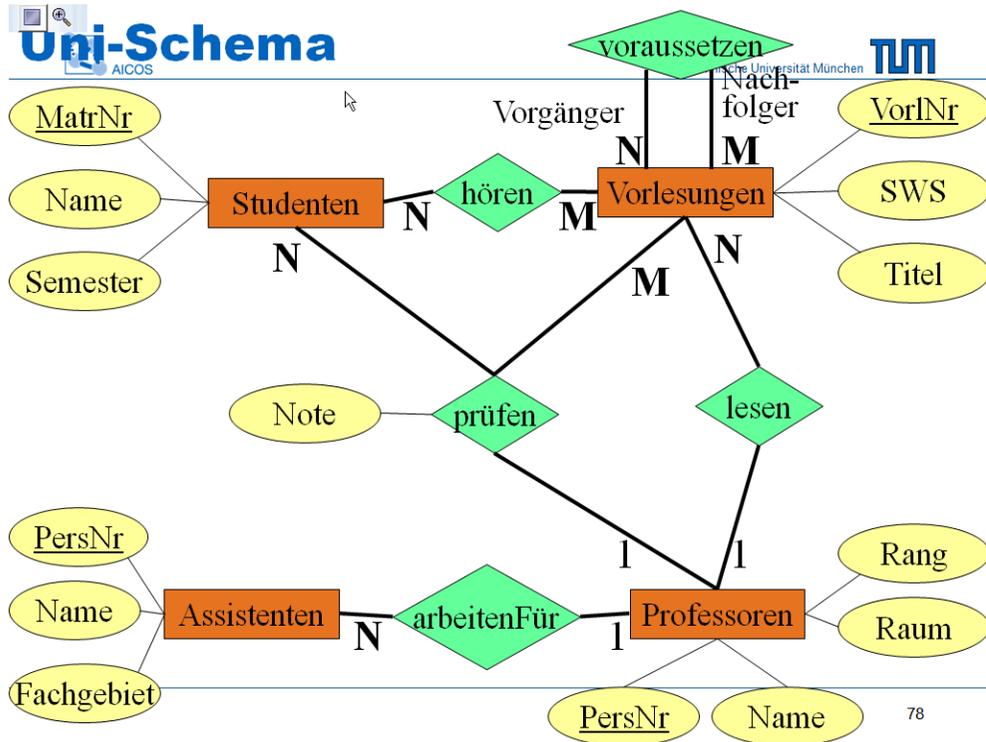
## Relationale Darstellung von Entitytypen

**Studenten:** {[MatrNr:integer, Name: string, Semester: integer]}

**Vorlesungen:** {[VorlNr:integer, Titel: string, SWS: integer]}

**Professoren:** {[PersNr:integer, Name: string, Rang: string, Raum: integer]}

**Assistenten:** {[PersNr:integer, Name: string, Fachgebiet: string]}



## Relationale Darstellung von Entitytypen

**Studenten:** {[MatrNr:integer, Name:string, Semester:integer]}

**Vorlesungen:** {[VorlNr:integer, Titel:string, SWS:integer]}

**Professoren:** {[PersNr:integer, Name:string, Rang:string, Raum:integer]}

**Assistenten:** {[PersNr:integer, Name:string, Fachgebiet:string]}

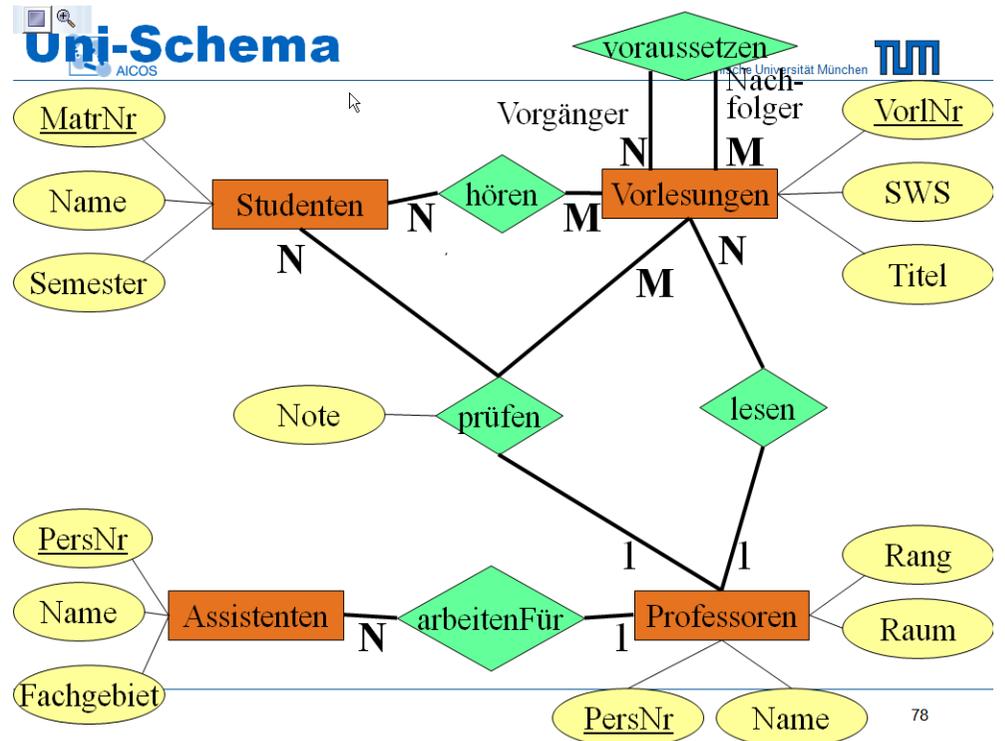
## Relationale Darstellung von Entitytypen

**Studenten:** {[MatrNr:integer, Name:string, Semester:integer]}

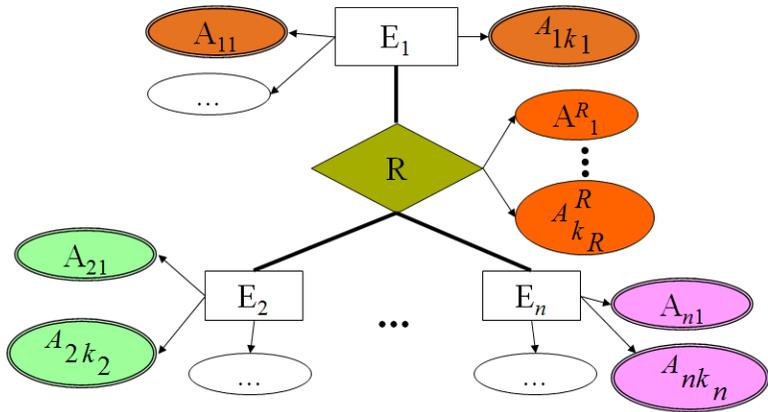
**Vorlesungen:** {[VorlNr:integer, Titel:string, SWS:integer]}

**Professoren:** {[PersNr:integer, Name:string, Rang:string, Raum:integer]}

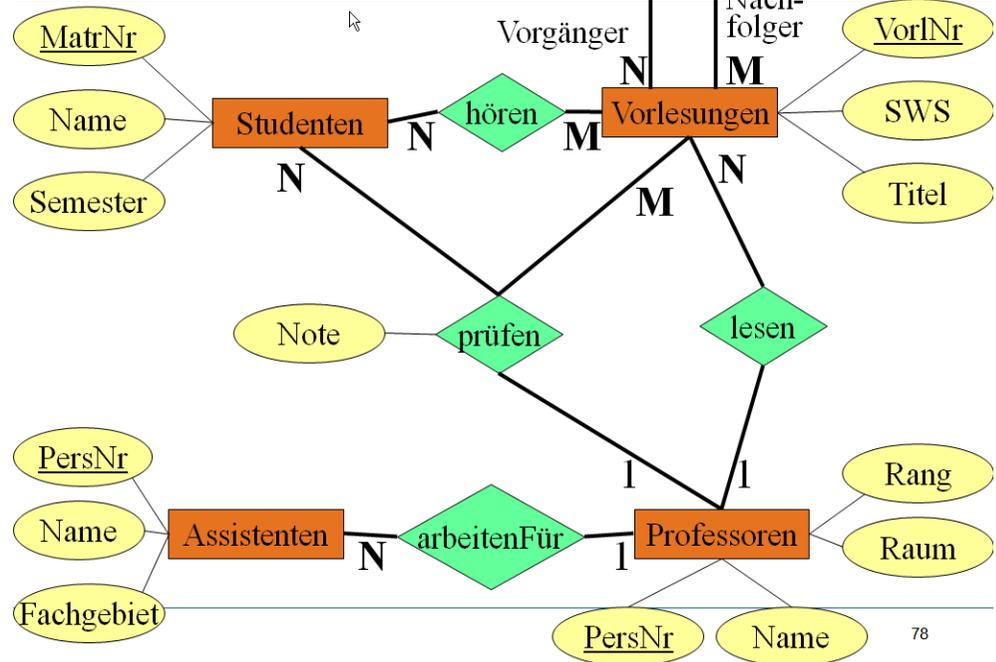
**Assistenten:** {[PersNr:integer, Name:string, Fachgebiet:string]}



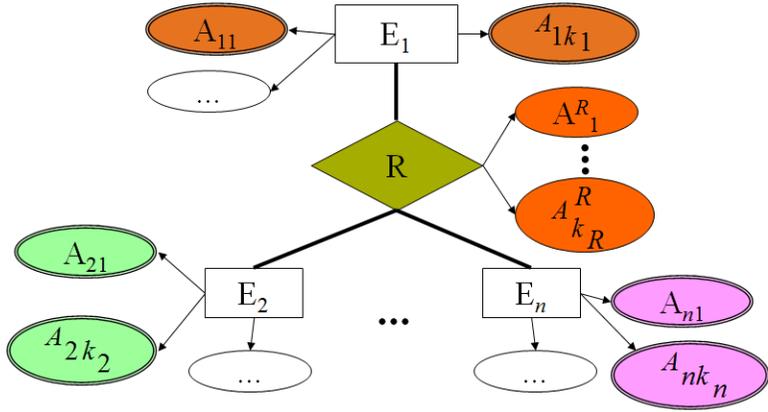
# Relationale Darstellung von Beziehungen



$$R: \left\{ \underbrace{[A_{11}, \dots, A_{1k_1}]}_{\text{Schlüssel von } E_1}, \underbrace{[A_{21}, \dots, A_{2k_2}]}_{\text{Schlüssel von } E_2}, \dots, \underbrace{[A_{n1}, \dots, A_{nk_n}]}_{\text{Schlüssel von } E_n}, \underbrace{[A_1^R, \dots, A_{k_R}^R]}_{\text{Attribute von } R} \right\}$$

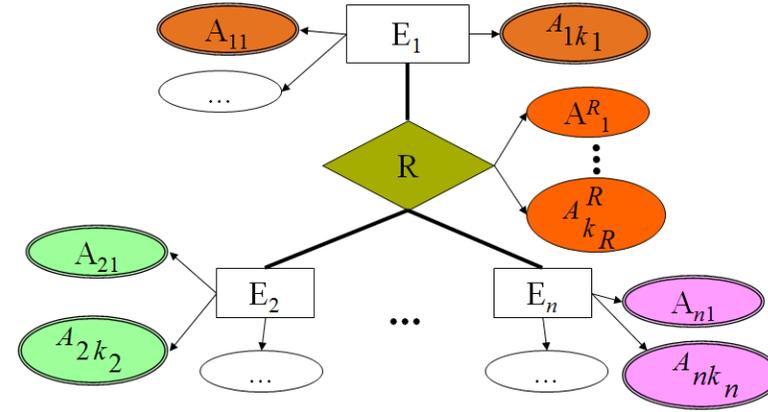


# Relationale Darstellung von Beziehungen



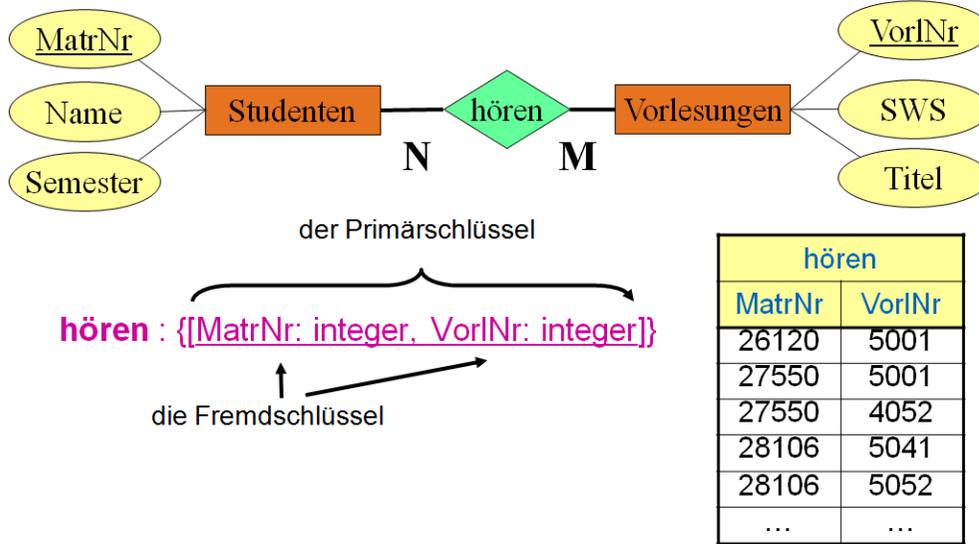
$$R: \left\{ \underbrace{[A_{11}, \dots, A_{1k_1}]}_{\text{Schlüssel von } E_1}, \underbrace{[A_{21}, \dots, A_{2k_2}]}_{\text{Schlüssel von } E_2}, \dots, \underbrace{[A_{n1}, \dots, A_{nk_n}]}_{\text{Schlüssel von } E_n}, \underbrace{[A_1^R, \dots, A_{k_R}^R]}_{\text{Attribute von } R} \right\}$$

# Relationale Darstellung von Beziehungen



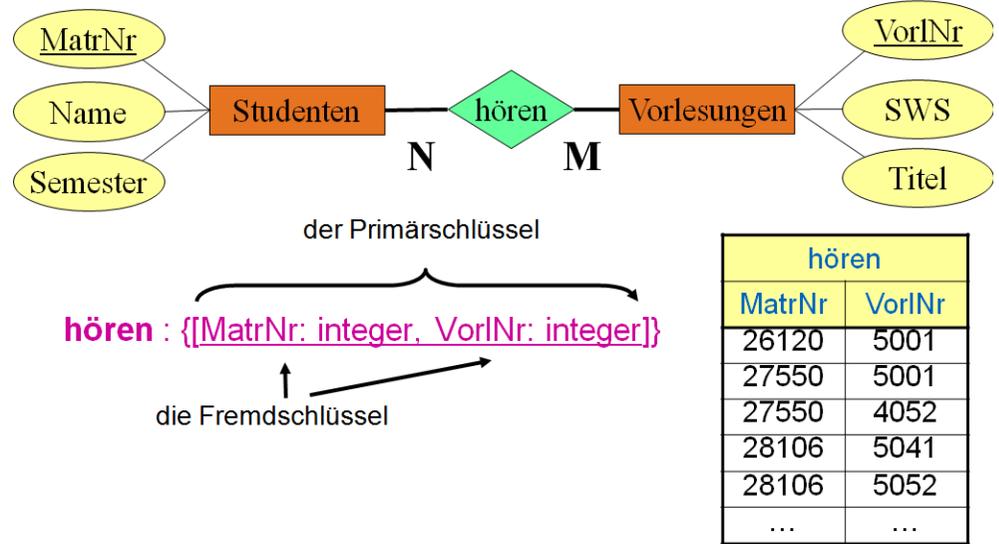
$$R: \left\{ \underbrace{[A_{11}, \dots, A_{1k_1}]}_{\text{Schlüssel von } E_1}, \underbrace{[A_{21}, \dots, A_{2k_2}]}_{\text{Schlüssel von } E_2}, \dots, \underbrace{[A_{n1}, \dots, A_{nk_n}]}_{\text{Schlüssel von } E_n}, \underbrace{[A_1^R, \dots, A_{k_R}^R]}_{\text{Attribute von } R} \right\}$$

## Beziehungen unseres Beispiel-Schemas

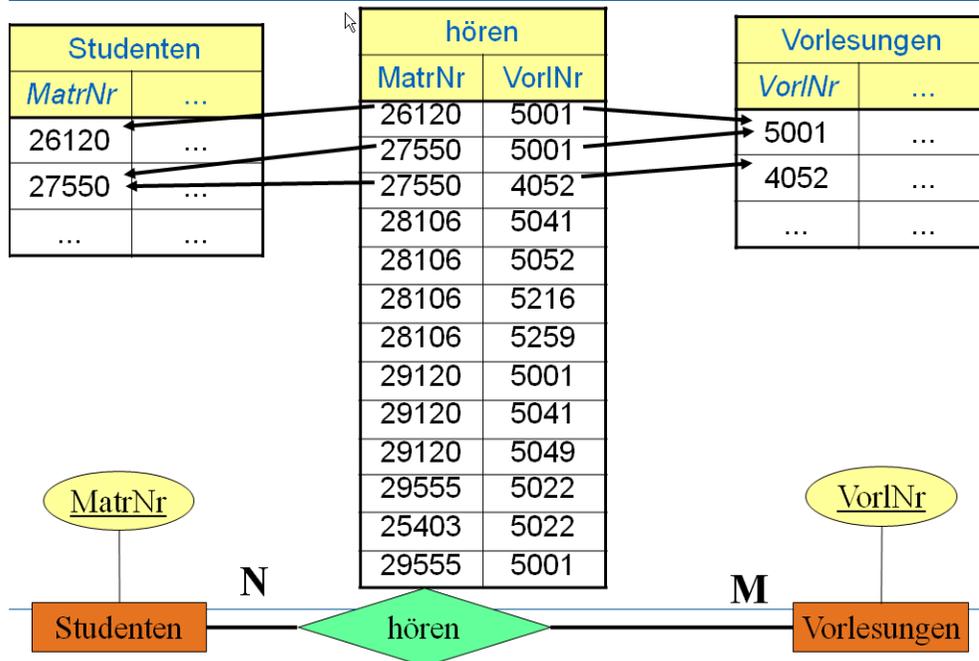


81

## Beziehungen unseres Beispiel-Schemas



81



## Beziehungen unseres Beispiel-Schemas



**lesen** : {[PersNr: integer, VorlNr: integer]}

83

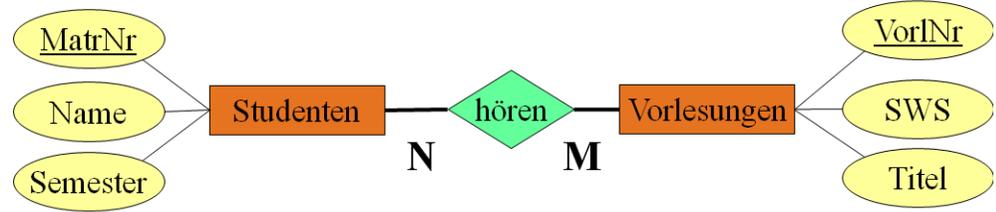
## Beziehungen unseres Beispiel-Schemas



**lesen** : {[PersNr: integer, VorlNr: integer]}

83

## Beziehungen unseres Beispiel-Schemas



der Primärschlüssel

**hören** : {[MatrNr: integer, VorlNr: integer]}

die Fremdschlüssel

hören	
MatrNr	VorlNr
26120	5001
27550	5001
27550	4052
28106	5041
28106	5052
...	...

81

## Beziehungen unseres Beispiel-Schemas



**lesen** : {[PersNr: integer, VorlNr: integer]}

83

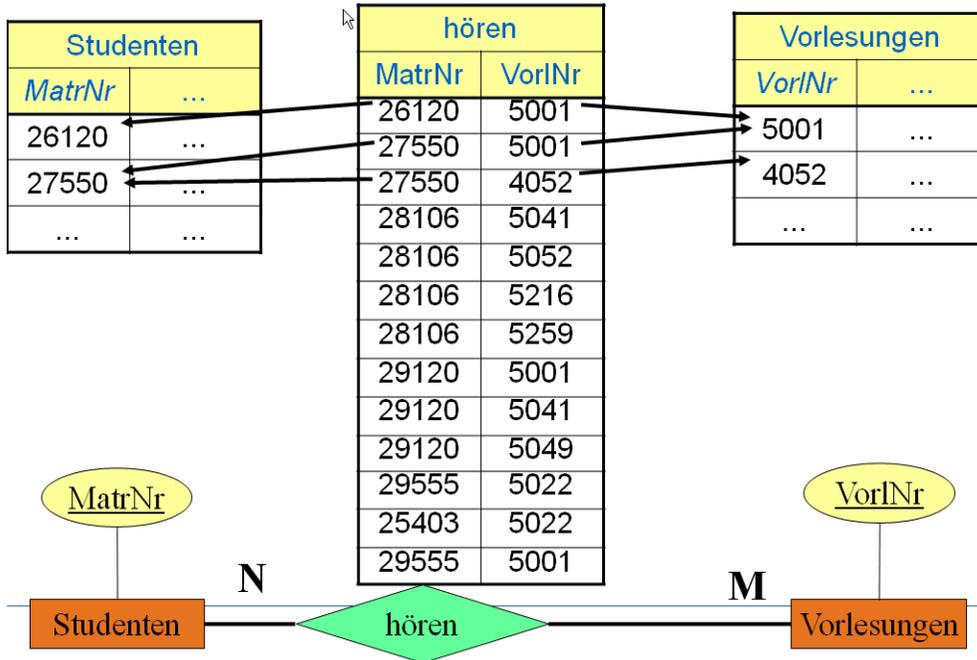
## Verfeinerung des relationalen Schemas



1:N-Beziehung sind verfeinerbar (gilt daher auch für 1:1)

- Initial-Entwurf
  - **Vorlesungen** : {[VorlNr, Titel, SWS]}
  - **Professoren** : {[PersNr, Name, Rang, Raum]}
  - **lesen**: {[VorlNr, PersNr]}

84



## Verfeinerung des relationalen Schemas



1:N-Beziehung sind verfeinerbar (gilt daher auch für 1:1)

- Initial-Entwurf
  - Vorlesungen** : {[VorlNr, Titel, SWS]}
  - Professoren** : {[PersNr, Name, Rang, Raum]}
  - lesen** : {[VorlNr, PersNr]}

## Verfeinerung des relationalen Schemas

1:N-Beziehung (gilt somit auch für 1:1)

- Initial-Entwurf
  - Vorlesungen** : {[VorlNr, Titel, SWS]}
  - Professoren** : {[PersNr, Name, Rang, Raum]}
  - lesen** : {[VorlNr, PersNr]}
- Verfeinerung durch Zusammenfassung
  - Vorlesungen** : {[VorlNr, Titel, SWS, **gelesenVonProfMitPersNr**]}
  - Professoren** : {[PersNr, Name, Rang, Raum]}

### Regel

- Relationen mit gleichem Schlüssel kann man zusammenfassen **aber nur diese und keine anderen!**

## Verfeinerung des relationalen Schemas

1:N-Beziehung (gilt somit auch für 1:1)

- Initial-Entwurf
  - Vorlesungen** : {[VorlNr, Titel, SWS]}
  - Professoren** : {[PersNr, Name, Rang, Raum]}
  - lesen** : {[VorlNr, PersNr]}
- Verfeinerung durch Zusammenfassung
  - Vorlesungen** : {[VorlNr, Titel, SWS, **gelesenVonProfMitPersNr**]}
  - Professoren** : {[PersNr, Name, Rang, Raum]}

### Regel

- Relationen mit gleichem Schlüssel kann man zusammenfassen **aber nur diese und keine anderen!**

## Beziehungen unseres Beispiel-Schemas



**lesen** : {[PersNr: integer, VorlNr: integer]}

## Verfeinerung des relationalen Schemas

### 1:N-Beziehung (gilt somit auch für 1:1)

- Initial-Entwurf
  - Vorlesungen** : {[VorlNr, Titel, SWS]}
  - Professoren** : {[PersNr, Name, Rang, Raum]}
  - lesen**: {[VorlNr, PersNr]}
- Verfeinerung durch Zusammenfassung
  - Vorlesungen** : {[VorlNr, Titel, SWS, **gelesenVonProfMitPersNr**]}
  - Professoren** : {[PersNr, Name, Rang, Raum]}

### Regel

- Relationen mit gleichem Schlüssel kann man zusammenfassen **aber nur diese und keine anderen!**

## Verfeinerung des relationalen Schemas

### 1:N-Beziehung (gilt somit auch für 1:1)

- Initial-Entwurf
  - Vorlesungen** : {[VorlNr, Titel, SWS]}
  - Professoren** : {[PersNr, Name, Rang, Raum]}
  - lesen**: {[VorlNr, PersNr]}
- Verfeinerung durch Zusammenfassung
  - Vorlesungen** : {[VorlNr, Titel, SWS, **gelesenVonProfMitPersNr**]}
  - Professoren** : {[PersNr, Name, Rang, Raum]}

### Regel

- Relationen mit gleichem Schlüssel kann man zusammenfassen **aber nur diese und keine anderen!**

## Ausprägung von Professoren und Vorlesung

Professoren				Vorlesungen			
PersNr	Name	Rang	Raum	VorlNr	Titel	SWS	Gelesen Von
2125	Sokrates	C4	226	5001	Grundzüge	4	2137
2126	Russel	C4	232	5041	Ethik	4	2125
2127	Kopernikus	C3	310	5043	Erkenntnistheorie	3	2126
2133	Popper	C3	52	5049	Mäeutik	2	2125
2134	Augustinus	C3	309	4052	Logik	4	2125
2136	Curie	C4	36	5052	Wissenschaftstheorie	3	2126
2137	Kant	C4	7	...	...	...	...



## Vorsicht: So geht es NICHT !! → Anomalien

Professoren				
PersNr	Name	Rang	Raum	liest
2125	Sokrates	C4	226	5041
2125	Sokrates	C4	226	5049
2125	Sokrates	C4	226	4052
2134	Augustinus	C3	309	5022
2136	Curie	C4	36	??
...	...	...	...	...

Vorlesungen		
VorlNr	Titel	SWS
5041	Ethik	4
5043	Erkenntnistheorie	3
5049	Mäeutik	2
4052	Logik	4
5052	Wissenschaftstheorie	3
5022	Glaube und Wissen	2
...	...	...

- Update-Anomalie: Was passiert wenn Sokrates umzieht
- Lösch-Anomalie: Was passiert wenn „Glaube und Wissen“ wegfällt
- Einfügeanomalie: Curie forscht nur und liest keine Vorlesung

87

## Vorsicht: So geht es NICHT !! → Anomalien

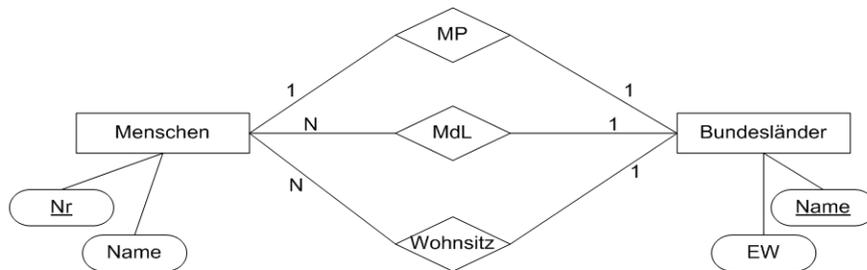
Professoren				
PersNr	Name	Rang	Raum	liest
2125	Sokrates	C4	226	5041
2125	Sokrates	C4	226	5049
2125	Sokrates	C4	226	4052
2134	Augustinus	C3	309	5022
2136	Curie	C4	36	??
...	...	...	...	...

Vorlesungen		
VorlNr	Titel	SWS
5041	Ethik	4
5043	Erkenntnistheorie	3
5049	Mäeutik	2
4052	Logik	4
5052	Wissenschaftstheorie	3
5022	Glaube und Wissen	2
...	...	...

- Update-Anomalie: Was passiert wenn Sokrates umzieht
- Lösch-Anomalie: Was passiert wenn „Glaube und Wissen“ wegfällt
- Einfügeanomalie: Curie forscht nur und liest keine Vorlesung

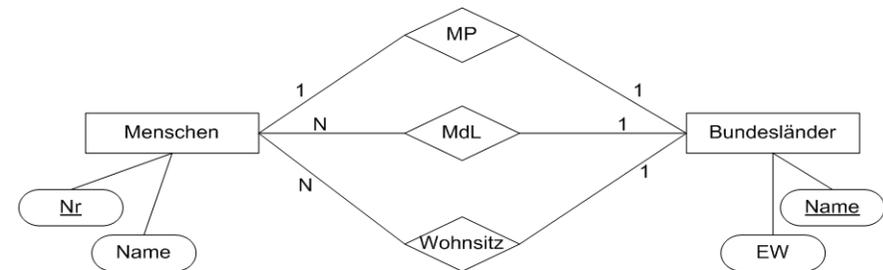
87

## Vermeidung von Null-Werten



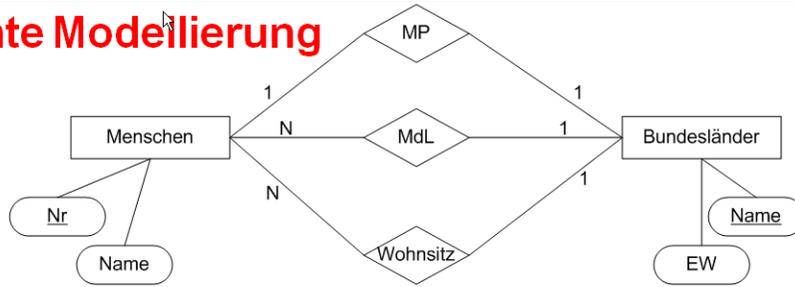
88

## Vermeidung von Null-Werten



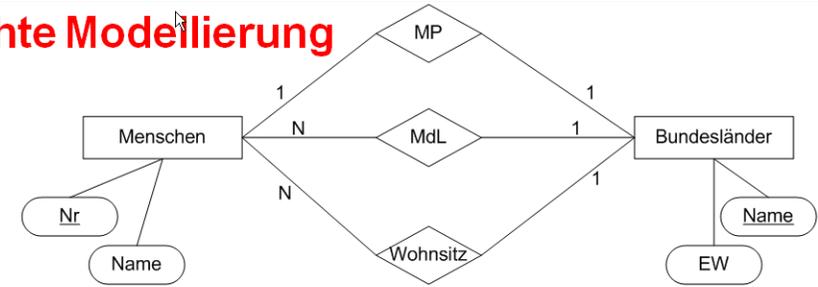
88

## Schlechte Modellierung



Menschen				
Nr	Name	Wohnsitz	MPvon	MdLvon
4711	Kemper	Bayern	–	–
4813	Seehofer	Bayern	Bayern	Bayern
5833	Maget	Bayern	–	Bayern
6745	Platzek	Brandenburg	Brandenburg	Brandenburg
8978	Wulff	Niedersachsen	–	–
...	...	...	...	...

## Schlechte Modellierung



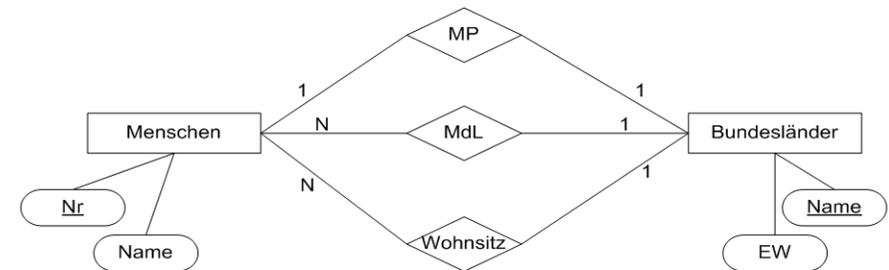
Menschen				
Nr	Name	Wohnsitz	MPvon	MdLvon
4711	Kemper	Bayern	–	–
4813	Seehofer	Bayern	Bayern	Bayern
5833	Maget	Bayern	–	Bayern
6745	Platzek	Brandenburg	Brandenburg	Brandenburg
8978	Wulff	Niedersachsen	–	–
...	...	...	...	...

## Bessere Modellierung

- der Wohnsitz kann als Fremdschlüssel in der Entity-Relation Mensch bleiben
- die Beziehung MP modelliert man am besten als Fremdschlüssel in Bundesländer, da alle BL einen MP haben
- die Beziehung MdL repräsentiert man als eigenständige Relation mit den Fremdschlüsseln Nr auf Mensch und Bundesland auf Bundesländer

Menschen			MdL		Bundesländer		
Nr	Name	Wohnsitz	Nr	Bundesland	Name	EW	MP
4711	Kemper	Bayern	4813	Bayern	Bayern	12443893	4813
4813	Seehofer	Bayern	5833	Bayern	Brandenburg	2562946	6745
5833	Maget	Bayern	6745	Brandenburg	...	...	...
6745	Platzek	Brandenburg	...	...			
8978	Wulff	Niedersachsen					
...	...	...					

## Vermeidung von Null-Werten



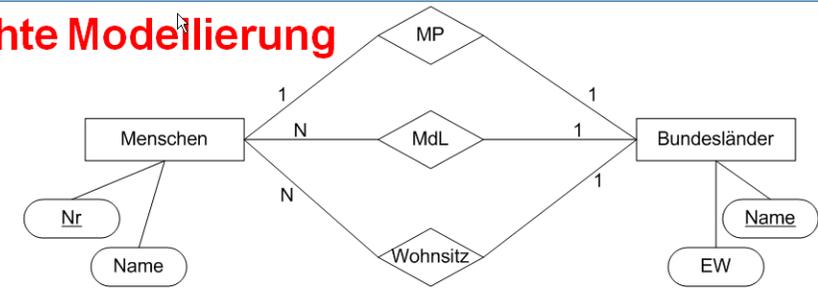
## Bessere Modellierung

- der Wohnsitz kann als Fremdschlüssel in der Entity-Relation Mensch bleiben
- die Beziehung MP modelliert man am besten als Fremdschlüssel in Bundesländer, da alle BL einen MP haben
- die Beziehung MdL repräsentiert man als eigenständige Relation mit den Fremdschlüsseln Nr auf Mensch und Bundesland auf Bundesländer

Menschen			MdL		Bundesländer		
Nr	Name	Wohnsitz	Nr	Bundesland	Name	EW	MP
4711	Kemper	Bayern	4813	Bayern	Bayern	12443893	4813
4813	Seehofer	Bayern	5833	Bayern	Brandenburg	2562946	6745
5833	Maget	Bayern	6745	Brandenburg	...	...	...
6745	Platzeck	Brandenburg	...	...			
8978	Wulff	Niedersachsen					
...	...	...					

90

## Schlechte Modellierung



Menschen				
Nr	Name	Wohnsitz	MPvon	MdLvon
4711	Kemper	Bayern	–	–
4813	Seehofer	Bayern	Bayern	Bayern
5833	Maget	Bayern	–	Bayern
6745	Platzeck	Brandenburg	Brandenburg	Brandenburg
8978	Wulff	Niedersachsen	–	–
...	...	...	...	...

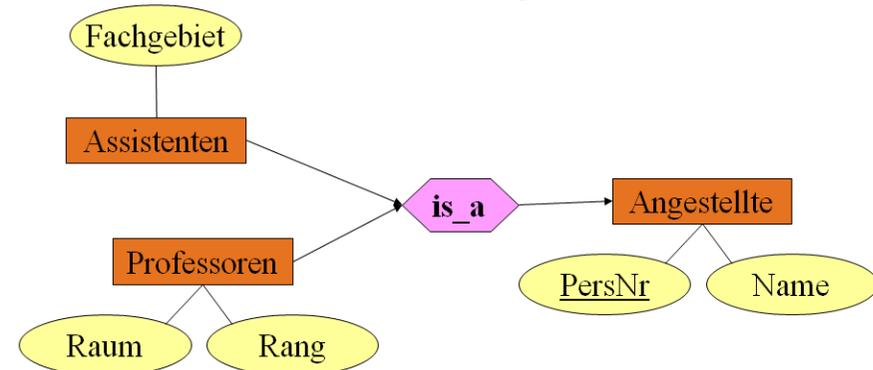
## Bessere Modellierung

- der Wohnsitz kann als Fremdschlüssel in der Entity-Relation Mensch bleiben
- die Beziehung MP modelliert man am besten als Fremdschlüssel in Bundesländer, da alle BL einen MP haben
- die Beziehung MdL repräsentiert man als eigenständige Relation mit den Fremdschlüsseln Nr auf Mensch und Bundesland auf Bundesländer

Menschen			MdL		Bundesländer		
Nr	Name	Wohnsitz	Nr	Bundesland	Name	EW	MP
4711	Kemper	Bayern	4813	Bayern	Bayern	12443893	4813
4813	Seehofer	Bayern	5833	Bayern	Brandenburg	2562946	6745
5833	Maget	Bayern	6745	Brandenburg	...	...	...
6745	Platzeck	Brandenburg	...	...			
8978	Wulff	Niedersachsen					
...	...	...					

90

## Relationale Modellierung der Generalisierung

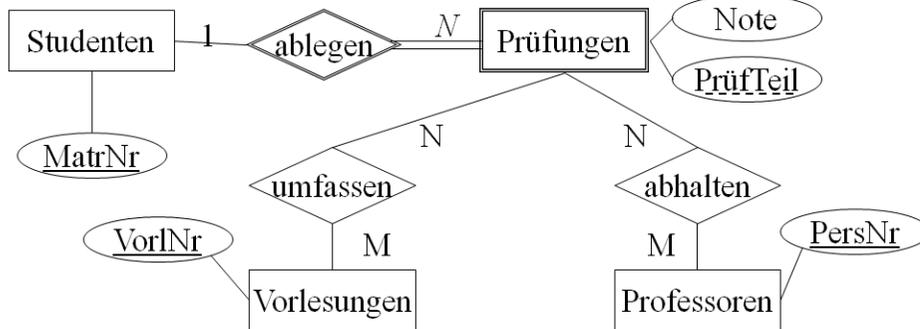

 Angestellte: {[PersNr, Name]}

 Professoren: {[PersNr, Rang, Raum]}

 Assistenten: {[PersNr, Fachgebiet]}

91

## Relationale Modellierung schwacher Entitytypen



Prüfungen: {[MatrNr: integer, PrüfTeil: string, Note: integer]}

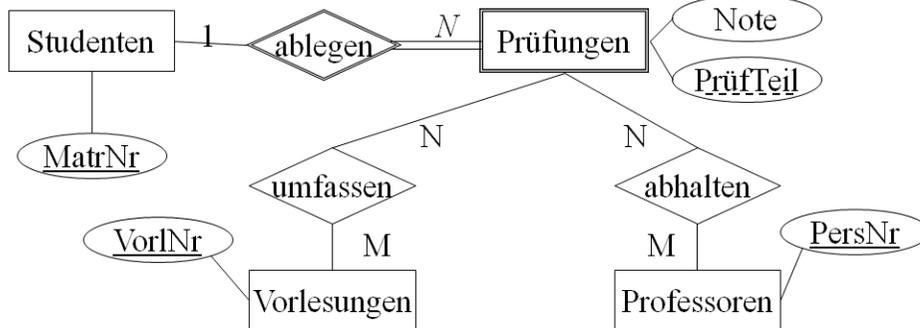
umfassen: {[MatrNr: integer, PrüfTeil: string, VorlNr: integer]}

abhalten: {[MatrNr: integer, PrüfTeil: string, PersNr: integer]}

## Fremdschlüssel auf ein schwaches Entity

Man beachte, dass in diesem Fall der (global eindeutige) Schlüssel der Relation *Prüfung* nämlich *MatrNr* und *PrüfTeil* als Fremdschlüssel in die Relationen *umfassen* und *abhalten* übernommen werden muss.

## Relationale Modellierung schwacher Entitytypen



Prüfungen: {[MatrNr: integer, PrüfTeil: string, Note: integer]}

umfassen: {[MatrNr: integer, PrüfTeil: string, VorlNr: integer]}

abhalten: {[MatrNr: integer, PrüfTeil: string, PersNr: integer]}

## Die relationale Uni-DB

Professoren			
PersNr	Name	Rang	Raum
2125	Sokrates	C4	226
2126	Russel	C4	232
2127	Kopernikus	C3	310
2133	Popper	C3	52
2134	Augustinus	C3	309
2136	Curie	C4	36
2137	Kant	C4	7

Studenten		
MatrNr	Name	Semester
24002	Xenokrates	18
25403	Jonas	12
26120	Fichte	10
26830	Aristoxenos	8
27550	Schopenhauer	6
28106	Carnap	3
29120	Theophrastos	2
29555	Feuerbach	2

Vorlesungen			
VorlNr	Titel	SWS	gelesen von
5001	Grundzüge	4	2137
5041	Ethik	4	2125
5043	Erkenntnistheorie	3	2126
5049	Mäeutik	2	2125
4052	Logik	4	2125
5052	Wissenschaftstheorie	3	2126
5216	Bioethik	2	2126
5259	Der Wiener Kreis	2	2133
5022	Glaube und Wissen	2	2134
4630	Die 3 Kritiken	4	2137

voraussetzen	
Vorgänger	Nachfolger
5001	5041
5001	5043
5001	5049
5041	5216
5043	5052
5041	5052
5052	5259

hören	
MatrNr	VorlNr
26120	5001
27550	5001
27550	4052
28106	5041
28106	5052
28106	5216
28106	5259
29120	5001
29120	5041
29120	5049
29555	5022

prüfen			
MatrNr	VorlNr	PersNr	Note
28106	5001	2126	1
25403	5041	2125	2
27550	4630	2137	2

Assistenten			
PerslNr	Name	Fachgebiet	Boss
3002	Platon	Ideenlehre	2125
3003	Aristoteles	Syllogistik	2125
3004	Wittgenstein	Sprachtheorie	2126
3005	Rhetikus	Planetenbewegung	2127
3006	Newton	Keplersche Gesetze	2127
3007	Spinoza	Gott und Natur	2126

### Aufgabe 3.1

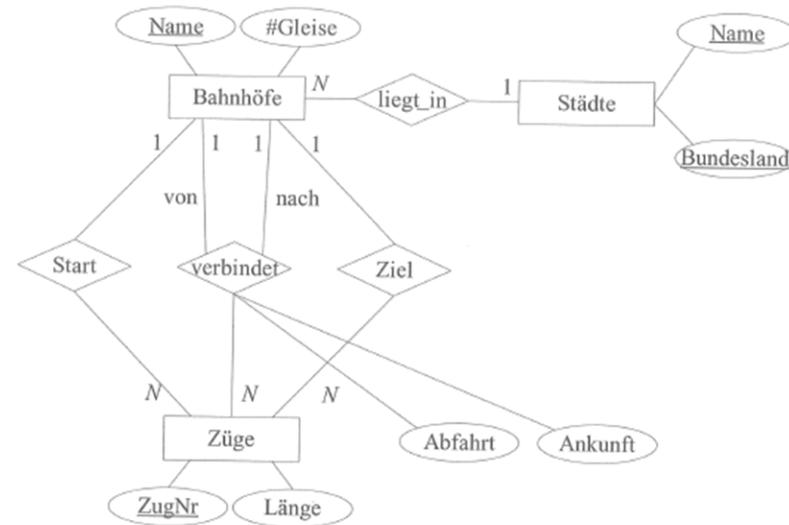
Gegeben sei die ER-Modellierung von Zugverbindungen in Abbildung 3.1.

- Fügen Sie bei den Beziehungen Kardinalitäten in der  $(min, max)$ -Notation hinzu.
- Übertragen Sie das ER-Modell in ein relationales Schema.
- Verfeinern Sie das relationale Schema soweit möglich durch Eliminierung von Relationen.

### Aufgabe 3.1

Gegeben sei die ER-Modellierung von Zugverbindungen in Abbildung 3.1.

- Fügen Sie bei den Beziehungen Kardinalitäten in der  $(min, max)$ -Notation hinzu.



### Aufgabe 3.1

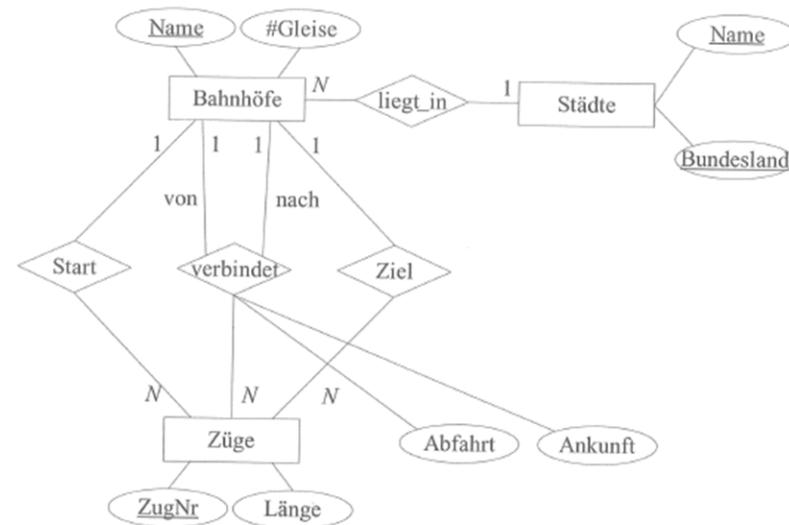
Gegeben sei die ER-Modellierung von Zugverbindungen in Abbildung 3.1.

- Fügen Sie bei den Beziehungen Kardinalitäten in der  $(min, max)$ -Notation hinzu.
- Übertragen Sie das ER-Modell in ein relationales Schema.
- Verfeinern Sie das relationale Schema soweit möglich durch Eliminierung von Relationen.

### Aufgabe 3.1

Gegeben sei die ER-Modellierung von Zugverbindungen in Abbildung 3.1.

- Fügen Sie bei den Beziehungen Kardinalitäten in der  $(min, max)$ -Notation hinzu.



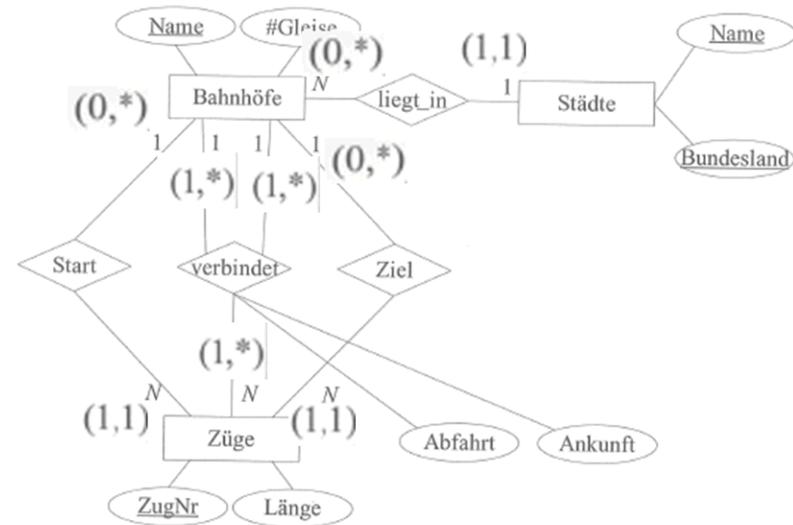
b) Übertragen Sie das ER-Modell in ein relationales Schema.

Die initiale Überführung ergibt folgende Relationen für die Entitytypen:

**Aufgabe 3.1**

Gegeben sei die ER-Modellierung von Zugverbindungen in Abbildung 3.1.

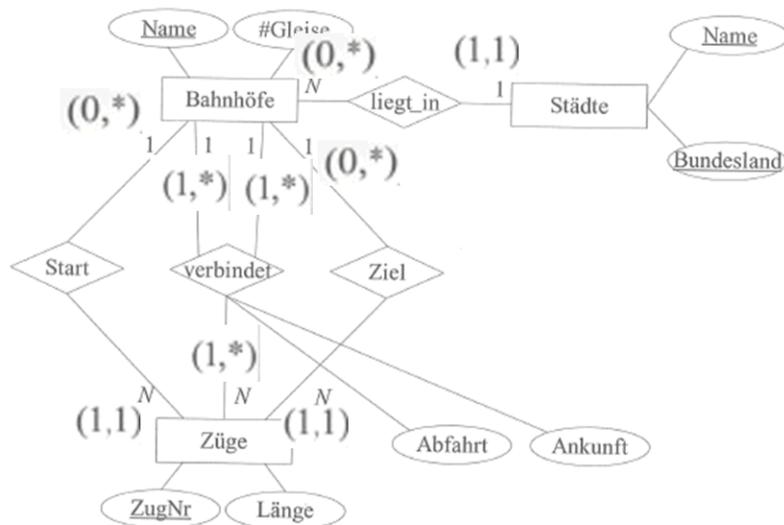
a) Fügen Sie bei den Beziehungen Kardinalitäten in der  $(min, max)$ -Notation hinzu.



**Aufgabe 3.1**

Gegeben sei die ER-Modellierung von Zugverbindungen in Abbildung 3.1.

a) Fügen Sie bei den Beziehungen Kardinalitäten in der  $(min, max)$ -Notation hinzu.

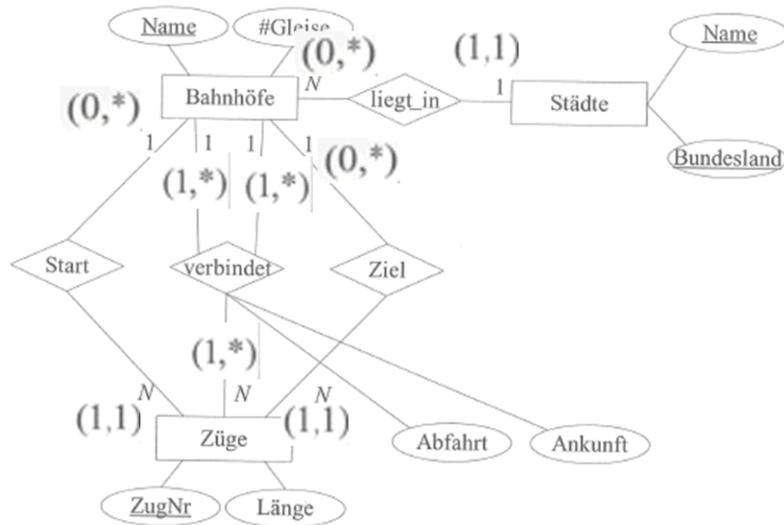


Die initiale Überführung ergibt folgende Relationen für die Entitytypen:

### Aufgabe 3.1

Gegeben sei die ER-Modellierung von Zugverbindungen in Abbildung 3.1.

a) Fügen Sie bei den Beziehungen Kardinalitäten in der  $(min, max)$ -Notation hinzu.



b) Übertragen Sie das ER-Modell in ein relationales Schema.

Die initiale Überführung ergibt folgende Relationen für die Entitytypen:

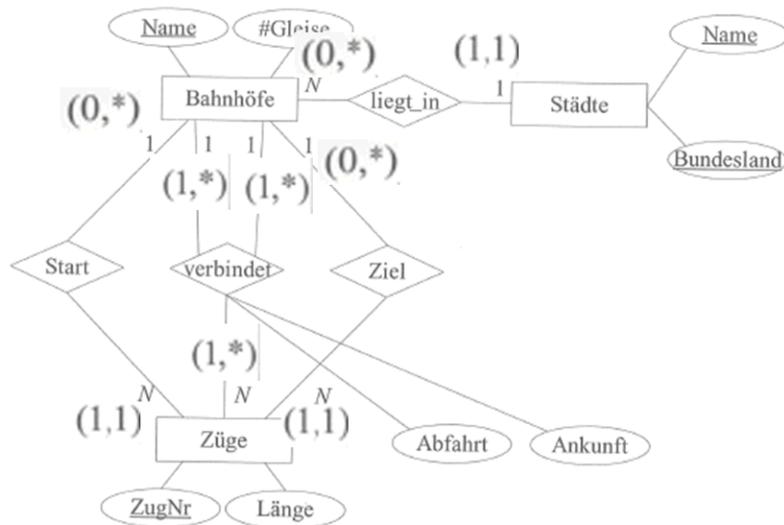
- Städte : {[Name : string, Bundesland : string]}
- Bahnhöfe : {[Name : string, #Gleise : integer]}
- Züge : {[ZugNr : integer, Länge : integer]}

Für die Beziehungstypen werden folgende Relationen erstellt:

### Aufgabe 3.1

Gegeben sei die ER-Modellierung von Zugverbindungen in Abbildung 3.1.

a) Fügen Sie bei den Beziehungen Kardinalitäten in der  $(min, max)$ -Notation hinzu.



b) Übertragen Sie das ER-Modell in ein relationales Schema.

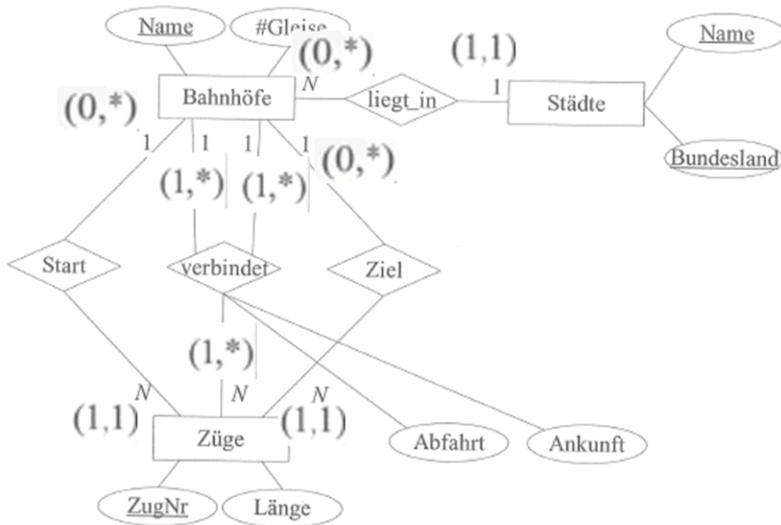
Die initiale Überführung ergibt folgende Relationen für die Entitytypen:

- Städte : {[Name : string, Bundesland : string]}

### Aufgabe 3.1

Gegeben sei die ER-Modellierung von Zugverbindungen in Abbildung 3.1.

a) Fügen Sie bei den Beziehungen Kardinalitäten in der  $(min, max)$ -Notation hinzu.



b) Übertragen Sie das ER-Modell in ein relationales Schema.

Die initiale Überführung ergibt folgende Relationen für die Entitytypen:

Städte : { [Name : string, Bundesland : string] }  
Bahnhöfe : { [Name : string, #Gleise : integer] }  
Züge : { [ZugNr : integer, Länge : integer] }

Für die Beziehungstypen werden folgende Relationen erstellt: