

# **Datenbanken**

## **03 Implementationsentwurf**

---

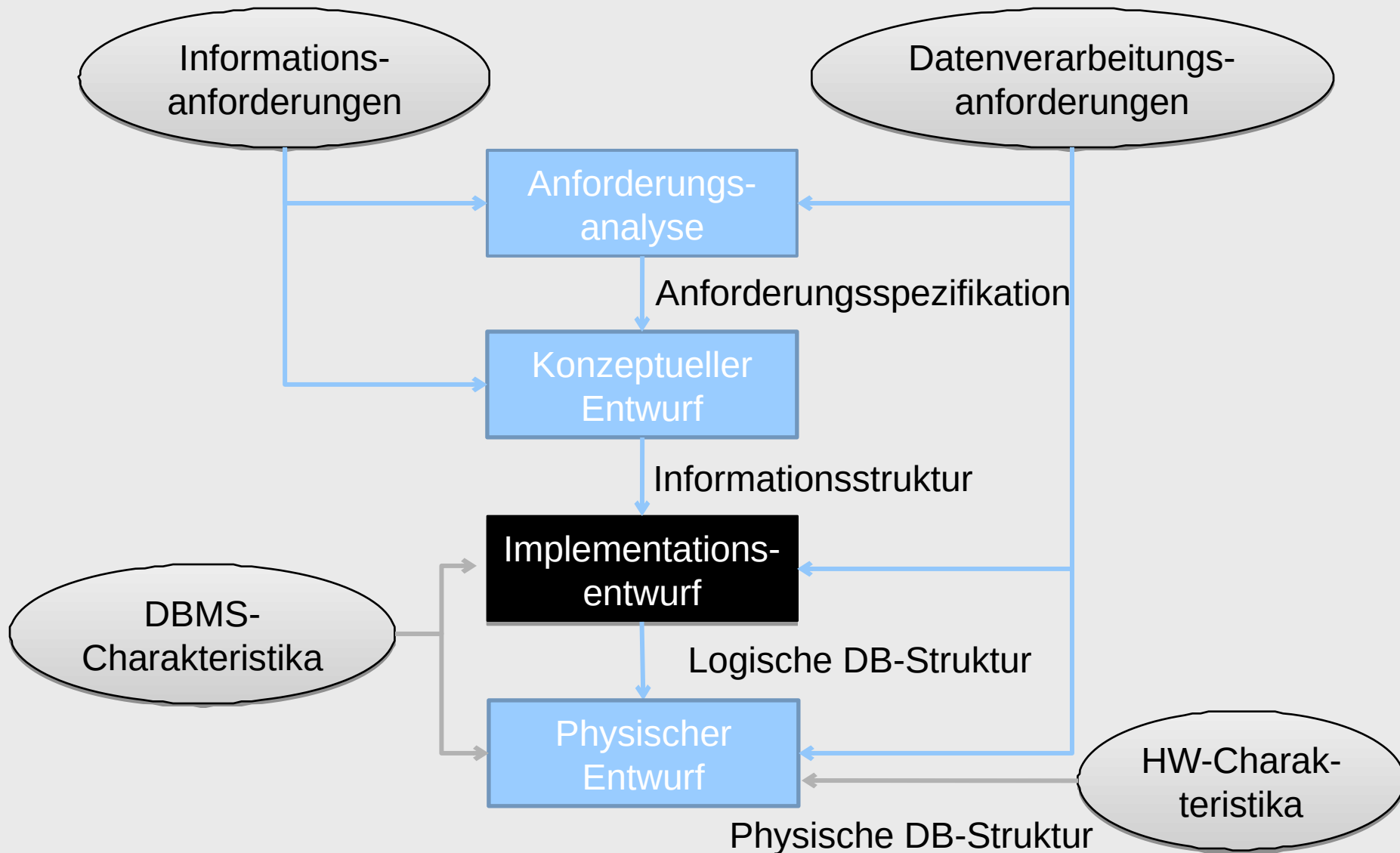
### **Seminaristischer Unterricht**

Prof. Dr.-Ing. Hendrik Gärtner

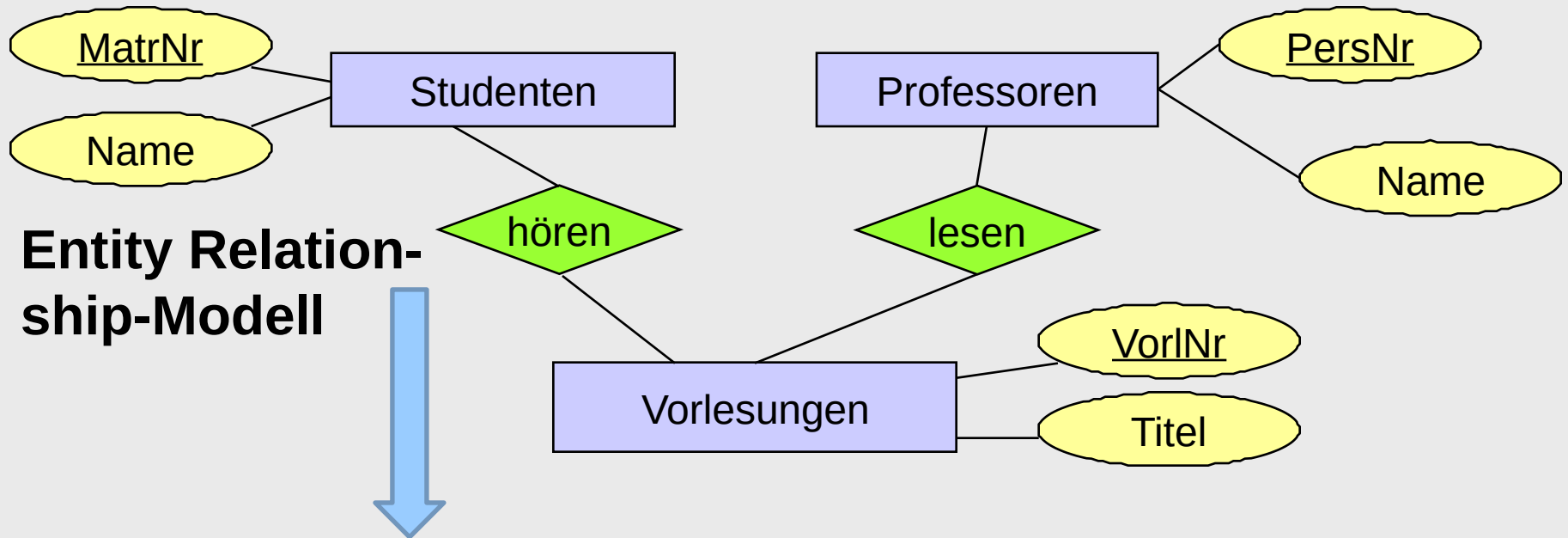
# Gliederung

- Implementationsentwurf
  - Wiederholung Begriffsdefinitionen
  - Aufbau
  - Ableitungsregeln
  - Vereinfachungen und Anomalien
  - Null-Werte
- Datenbankentwurf
  - SQL – Data Definition Language
  - Integritätsbedingungen
    - Statische und Dynamische Integritätsbedingungen
    - Referentielle Integrität

# Phasen des Datenbankentwurfs



# Beispiel Implementierungsschema



## Relationales Modell (oder ein anderes Modell (z.B. das OO))

Studenten	
MatrNr	Name
26120	Fichte
25403	Jonas
...	...

hören	
MatrNr	VorlNr
25403	5022
26120	5001
...	...

Vorlesungen	
VorlNr	Titel
5001	Grundzüge
5022	Glaube und Wissen
...	...

# Definitionen

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

- *Relation*:  $R \subseteq D_1 \times \dots \times D_n$

*Bsp.: Kunden  $\subseteq \text{integer} \times \text{string} \times \text{string}$*

- *Ein Eintrag in der Relation heißt Tupel*:  $t \in R$

*Bsp.:  $t = (123, \text{„Meier“}, \text{„Monika“})$*

- *Schema*: legt die Struktur der gespeicherten Daten fest

*Schreibweise Beispiel:*

***Kunden: {[Kundennummer:integer, Name: string,  
vorname:string]}***

*[ ... ]* Tupelkonstruktor

*{ ... }* Mengenkonstruktor

# Das Relationale Modell als Tabelle

Kunden		
<u>Kundennummer</u>	Name	Vorname
123	Meier	Monika
124	Müller	Regina
125	Schultz	Heinz

- **Schema:** Beschreibung der Struktur
- **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 (Nutzung als Fremdschlüssel)

# Datentypen

## Definition Datentyp

Ein (konkreter) Datentyp ist eine Menge von Werten und mit den darauf definierten Operationen.

- Gängige Datentypen sind: Char, Varchar, Int, Date, Boolean,...
- Jedem Attribut (Spalte) wird ein Datentyp zugewiesen.
- Der Datentyp bildet den Wertebereich (Domänen) des Attributs. Dabei sind noch weitere Einschränkungen möglich (wie z.B. A-D).
- Welche Datentypen und welche weiteren Einschränkungen möglich sind, hängt vom DBMS ab.

# NULL-Werte

Attribute werden entsprechend ihrem Wertebereich mit Werten belegt. Sie können aber (eventuell) auch undefiniert bleiben, dies wird mit dem symbolischen Wert **NULL** ausgedrückt.

- Null ist nicht mit dem numerischen Wert 0 gleichzusetzen
- Nullwerte sind symbolische Werte und können mit keinen anderen Werten verglichen werden.

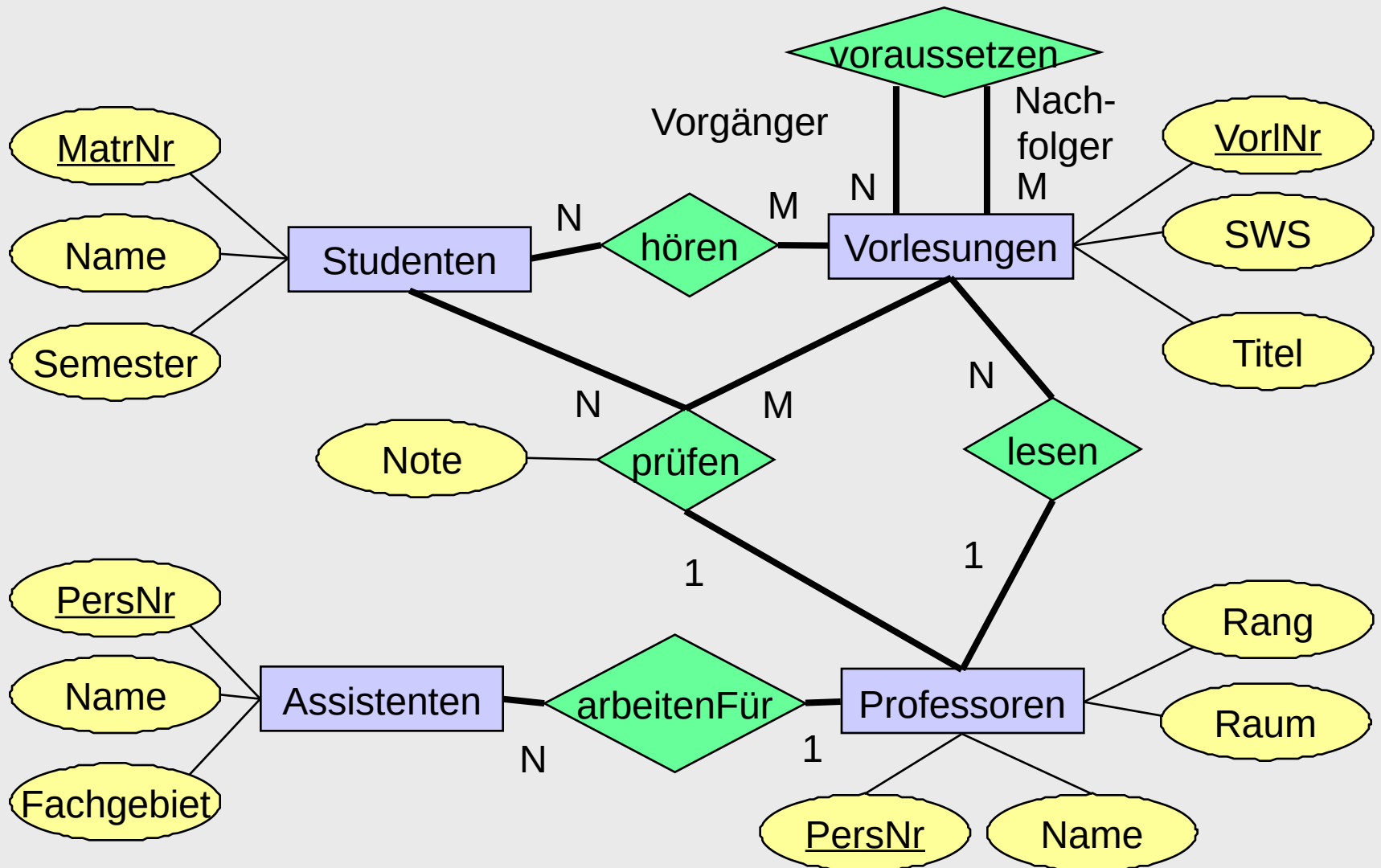


# Strukturelemente im ER- und Relationalen Modell

- Im ER-Modell gibt es Entitäten und Beziehungen. Im relationalen Modell gibt es nur Relationen.
- Sowohl Entitäten als auch Beziehungen werden als Relationen (Tabellen) repräsentiert.

Es gelten die folgenden Abbildungsregeln.

# Universitätsschema

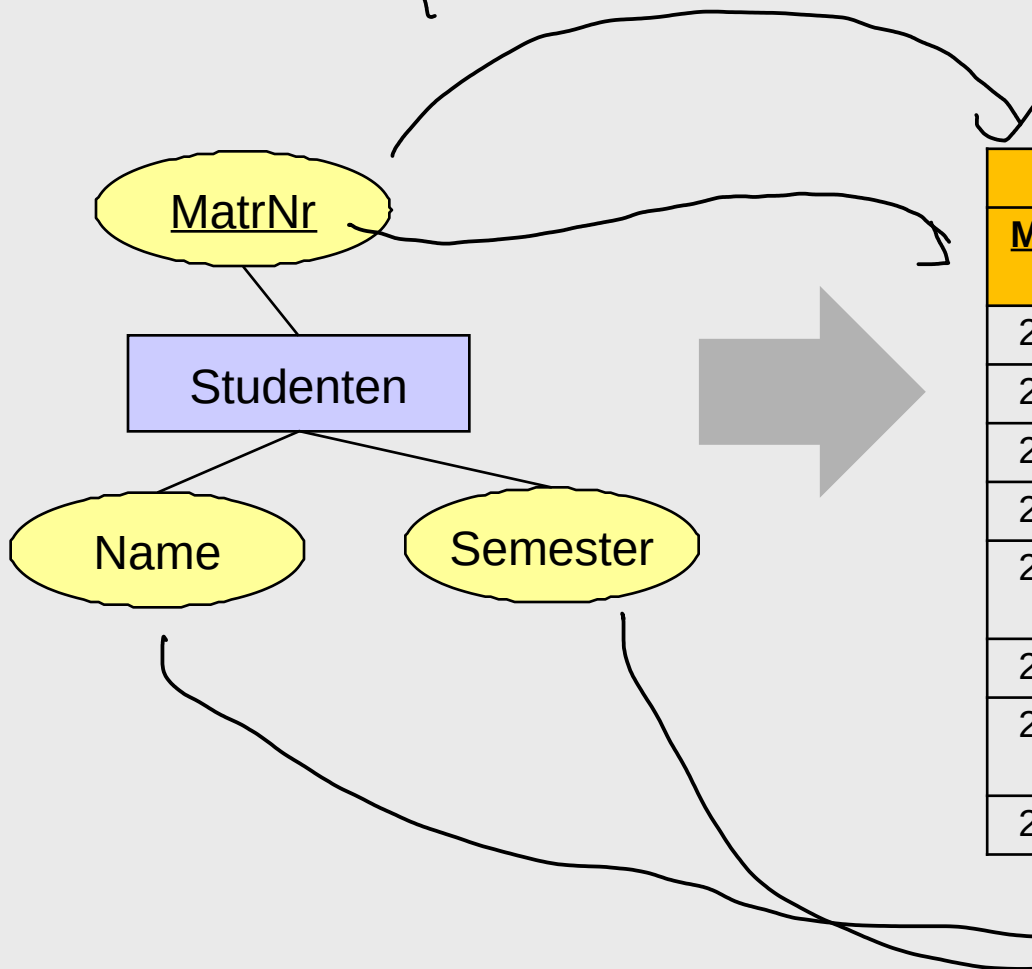


## Schritt 1: Umsetzung der Entitätstypen

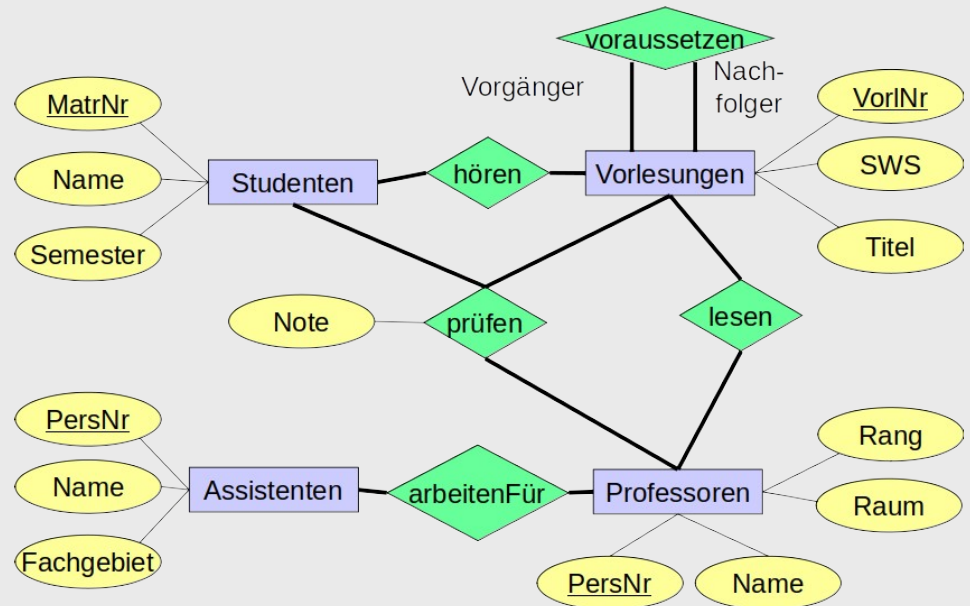
- Für jeden Entitätstypen eines ER-Modells wird eine Relation angelegt.
- Ein Entitätstyp wird in eine Relation umgewandelt, in dem für jedes Attribut des Entitätstypen eine Spalte in der Tabelle erzeugt wird.
- Identifizierende Schlüssel bleiben erhalten.

# Beispiel: Umsetzung von Studenten

Studenten:  $\{ [\text{MatrNr} : \text{Zahl}, \text{name} : \text{Zeichenkette}, \text{Semesterzahl} : \text{Zahl}] \}$



Studenten		
<u>MatrNr</u>	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 :  $\{ \lfloor \underline{\text{VorlNr}} : \text{Zahl}, \text{SWS} : \text{Zahl}, \text{Titel} : \text{Zeichenkette} \rfloor \}$   
 Assistenten :  $\{ \lfloor \underline{\text{PersNr}} : \text{Zahl}, \text{Name} : \text{Zk}, \text{Fachgebiet} : \text{Zk}^* \rfloor \}$   
 Professoren :  $\{ \lfloor \underline{\text{PersNr}} : \text{Zahl}, \text{Name} : \text{Zk}, \text{Rang} : \text{Zk}, \text{Raum} : \text{Zahl} \rfloor \}$

\* boss : Zahl<sup>\*</sup>  
 ↳ PersNr eines Profs

# Schema der Beispieldatenbank

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

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

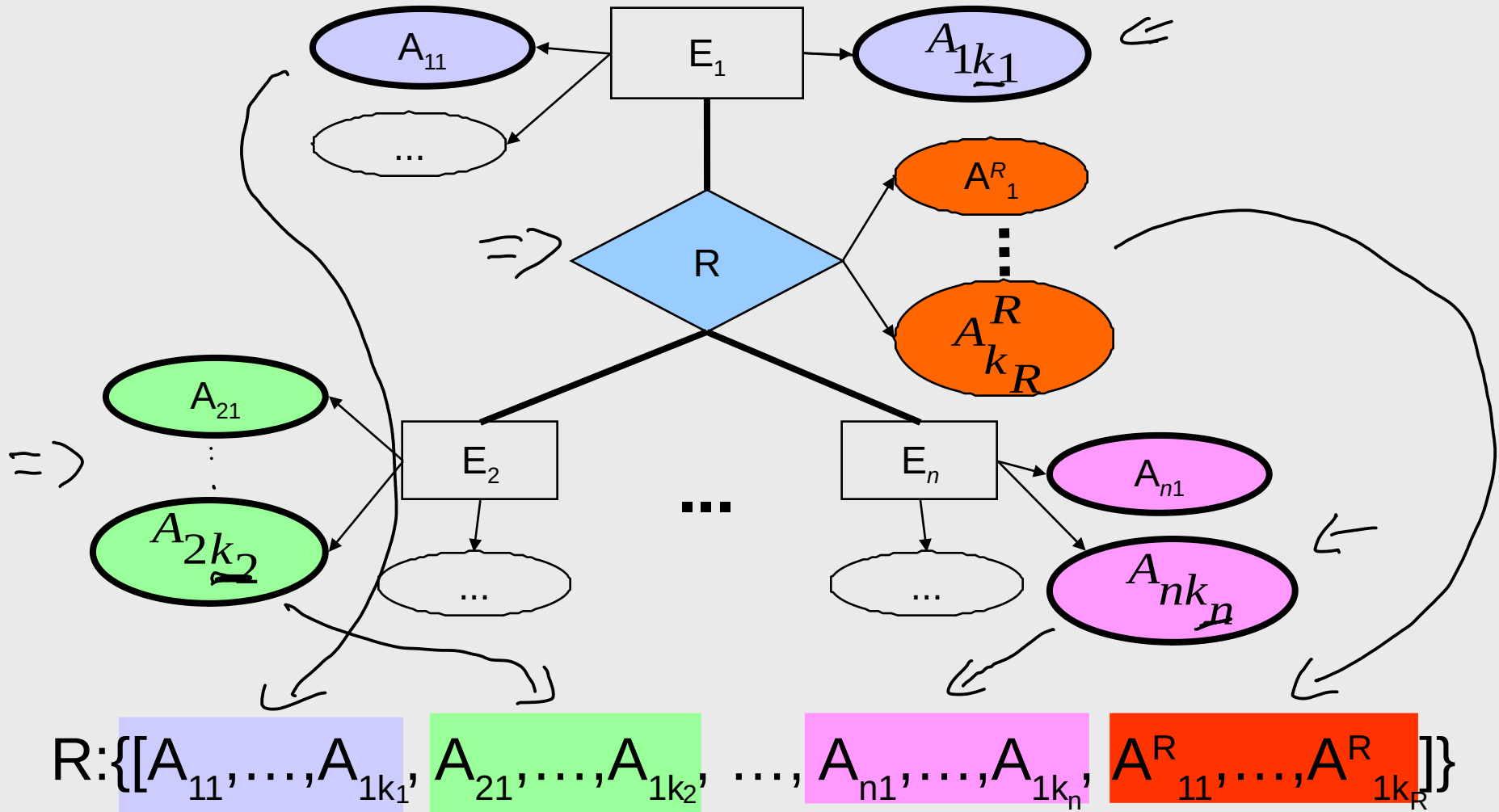
**Professoren:** {[PersNr:integer, Name: string, Rang: string, Raum: integer]}

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

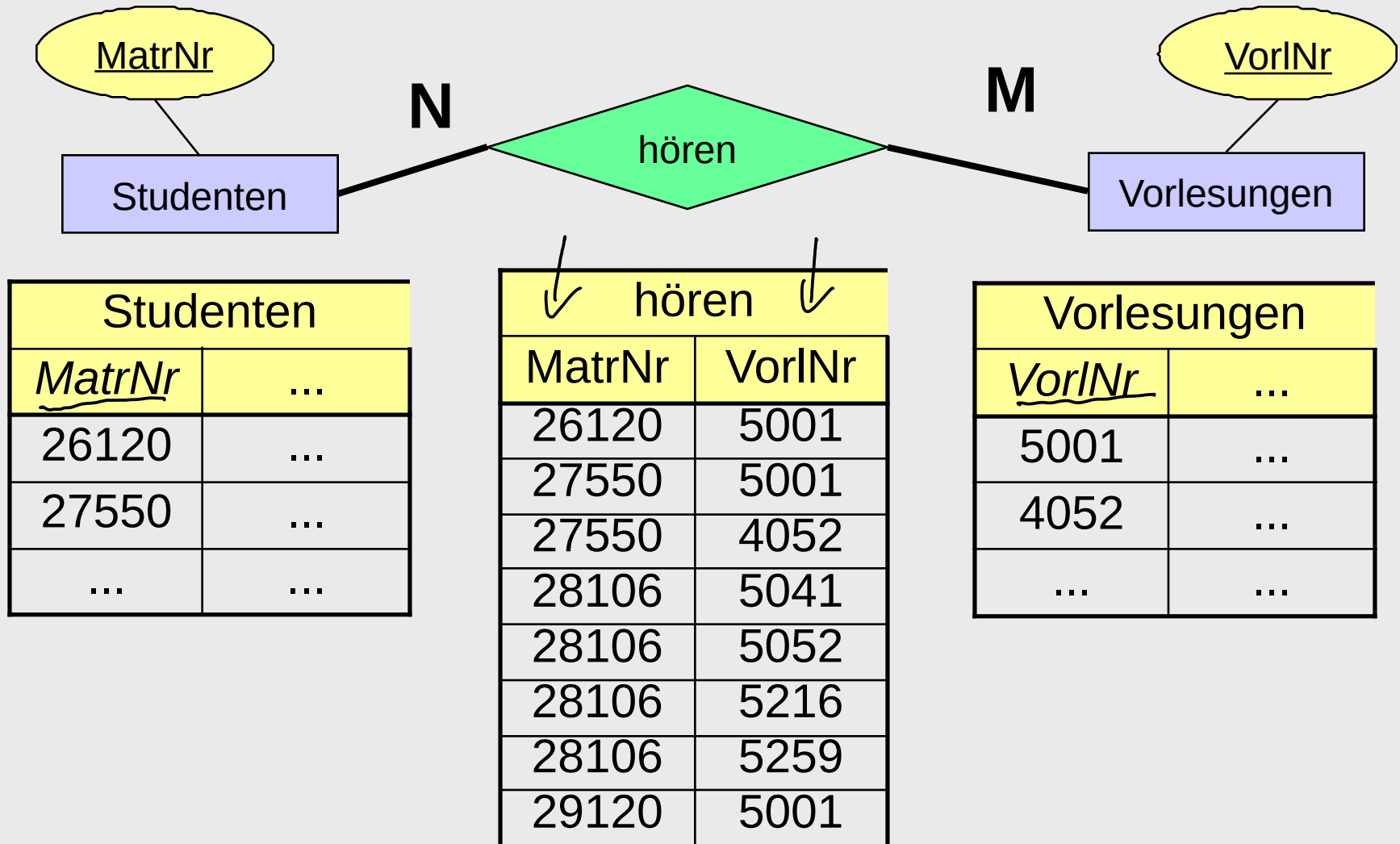
Notation:

<RelationsName>: {[<Attributname<sub>11<Attributname<sub>nn</sub></sub>

# Relationale Darstellung von Beziehungen



# Ausprägung der Beziehung hören

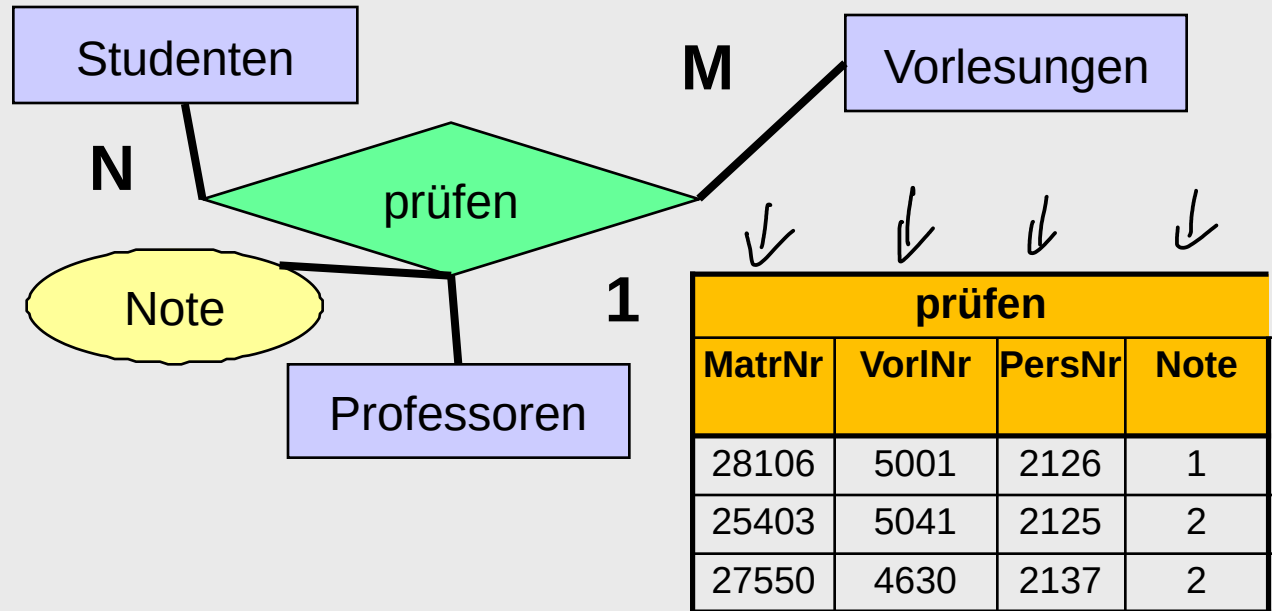




# Ausprägung der Beziehung prüfen

Professoren			
<u>PersNr</u>	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

Studenten		
<u>MatrNr</u>	Name	Semester
24002	Xenokrates	18
25403	Jonas	12
26120	Fichte	10
26830	Aristoxenos	8



Vorlesungen			
<u>VorlNr</u>	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

*Schlüsselattribute?*

hören :  $\{ \underline{\text{MatrNr: Zahl}}, \underline{\text{VorlNr: Zahl}} \}$

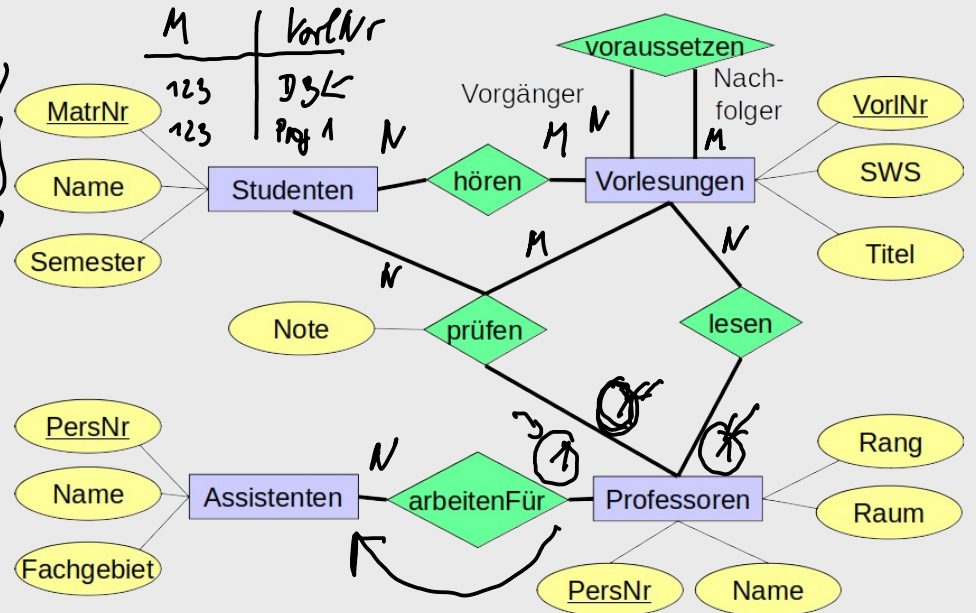
~~lesen~~ :  $\{ \underline{\text{VorlNr: Zahl}}, \underline{\text{PersNr: Zahl}} \}$

~~arbeitenFür~~ :  $\{ \underline{\text{PersNr: Zahl}}, \underline{\text{PersNr: Zahl}}, \underline{\text{PersNr: Zahl}} \}$

Voraussetzen :  $\{ \underline{\text{Vorgänger: VorlNr: Zahl}}, \underline{\text{Nachfolger: VorlNr: Zahl}} \}$

prüfen :  $\{ \underline{\text{MatrNr: Zahl}}, \underline{\text{VorlNr: Zahl}}, \underline{\text{PersNr: Zahl}}, \underline{\text{Note: Zahl}} \}$

$\begin{matrix} S & VL \\ \text{(Mein, DB)} \end{matrix} \rightarrow \text{Jaerker}$   
 ~~$\begin{matrix} S & VL \\ \text{(Mein, DB)} \end{matrix} \rightarrow \text{Gesta}$~~



# Schema der Beispieldatenbank

**voraussetzen:** {[Vorgänger:integer, Nachfolger:integer]}

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

**prüfen:** {[MatrNr:integer, VorlNr:integer, PersNr:integer,  
Note:integer]}

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

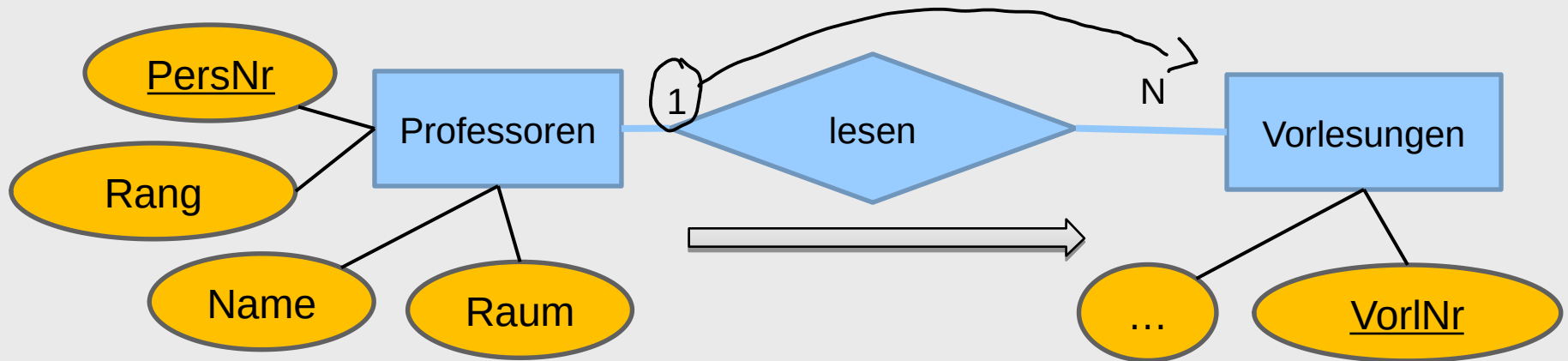
**arbeitenFür:** {[AssiPersNr:integer, ProfPersNr:integer]}

**Können vereinfacht werden**

# Fremdschlüssel

- Ein Fremdschlüssel ist ein Attribut oder eine Attributkombination einer Relation, welches auf einen Primärschlüssel (bzw. Schlüsselkandidaten) einer anderen oder der gleichen Relation verweist
- Ein Fremdschlüssel dient als Verweis zwischen zwei Relationen, d. h. er zeigt an, welche Tupel der Relationen inhaltlich miteinander in Verbindung stehen

# Richtiges Zusammenfassen



Regel 1: Beziehungen können Zusammengefasst werden durch die Verwendung eines Fremdschlüssels auf der gegenüberliegenden Seite der 1!

Professoren			
PersNr	Name	Rang	Raum
2125	Sokrates	C4	226
2126	Russel	C4	232
2127	Kopernikus	C3	310
...	...	...	...

Vorlesungen			
VorlNr	Titel	SWS	gelesen von
5001	Grundzüge	4	2137
5041	Ethik	4	2125
5043	Erkenntnistheorie	3	2126
...	...	...	...

# Achtung: Anomalien durch falsches Zusammenfassen

Professoren					Vorlesungen		
<u>Pers Nr</u>	Name	Rang	Vorl		<u>VorlNr</u>	Titel	SWS
2125	Sokrates ①	C4	5041	↔	5041	Ethik	4
2125	Sokrates ②	C4	5049	↔	5049	Mäeuthik	2
<del>123</del> 2115	Sokrates ③	C4	4052	↔	4052	Logik	4
2137	Kant	C4	5001	↔	5001	Grundzüge	4
2137	Curie	C4	?? ←				

- Updateanomalien: Update eines Adresseintrags z.B. Rang von Sokrates → Inkonsistenzen
- Löschanomalien: Was passiert, wenn Vorlesung Grundzüg w gelöscht wird?
- Einfügeanomalien: Was ist wenn ein neuer Professor aufgenommen wird und dieser keine Vorlesung hält?

## Begründung

- Beziehung lesen hat auf der Professorenmenseite die Funktionalität 1
- Also Vorlesung → Professor
- Da also die Vorlesung eindeutig den Professor bestimmt, kann in der Tabelle Vorlesung durch einen Fremdschlüssel direkt verwiesen werden

# Schema der Beispieldatenbank

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

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

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

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

**voraussetzen:** {[Vorgänger:integer, Nachfolger:integer]}

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

**prüfen:** {[MatrNr:integer, VorlNr:integer, PersNr:integer, Note:integer]}



## Regel 2 zur Vereinfachung

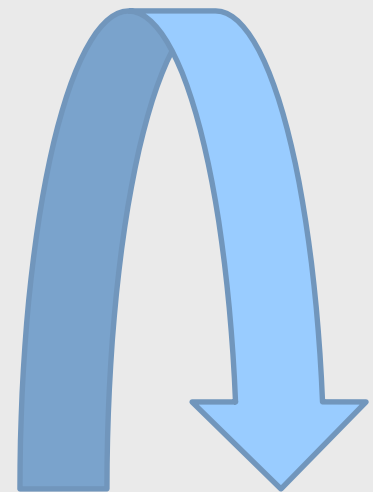
Relationen mit gleichem Schlüssel können zusammengefasst werden! (aber nur diese!)

Vorlesungen: {[vorlnr:INT, titel: VARCHAR(20),...]}

lesen: {[vorlnr:INT, PersNr:INT]}

Vorlesungen: {[vorlnr:INT,  
titel:VARCHAR(20),  
sws:INT,  
gelesenVon:INT]}

**Fremd-  
schlüssel**



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
25403	5022

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

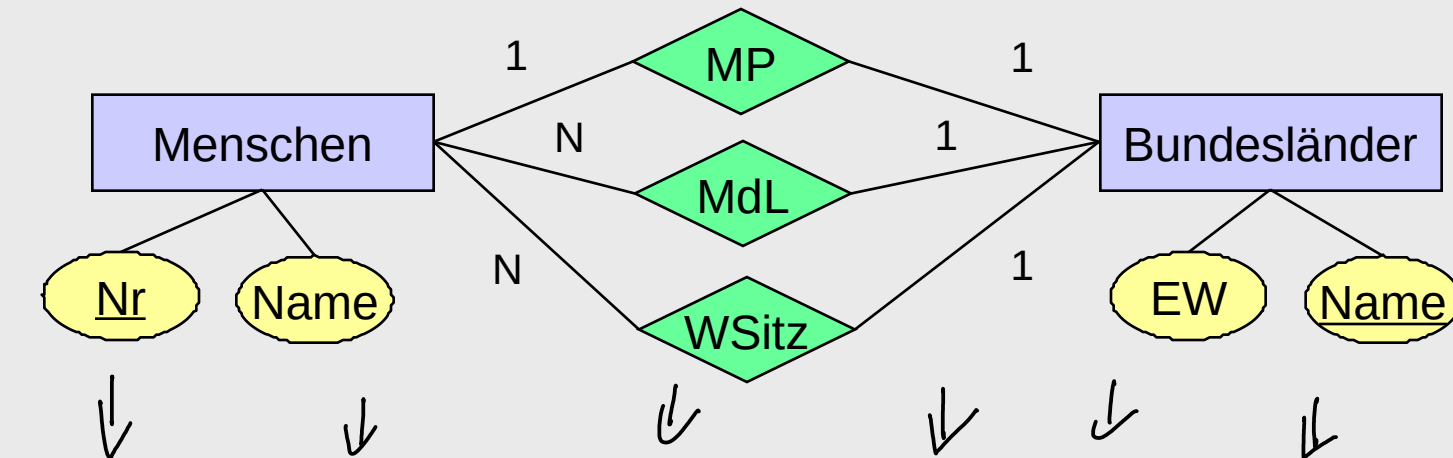
prüfen			
MatrNr	VorlNr	PersNr	Note
28106	5001	2126	1
25403	5041	2125	2
27550	4630	2137	2

# „Gute“ Relationenschemata

# Gute Relationalschemata

- Bei der Füllung von Tabellen mit Daten sollen redundante Daten vermieden werden.
- Vermeiden von NULL-Einträgen in die Tabellen (soweit wie möglich).
- Unter Berücksichtigung der Regeln soll die Anzahl der Tabellen möglichst klein sein

# Vermeidung von Nullwerten



80 Mio  
Einwohner

Menschen					
Nr.	Name	Wohnsitz	MPvon	EW	MdLvon
4711	Gärtner	Berlin	-	3,4	-
1234	Woidke	Brandenburg	Brandenburg	12,5	Brandenburg
3452	Meier	Berlin	↔	3,4	↔ Berlin
2413	Müller	Berlin	Berlin	3,4	Berlin
2123	Schultze	Berlin	-	3,4	-

# Verbessertes Schema

Menschen		
<u>Nr.</u>	Name	Wohnsitz
4711	Gärtner	Berlin
1234	Woidke	Brandenburg
3452	Meier	Berlin
2123	Müller	Berlin

Bundesland		
<u>Name</u>	EW (Mio)	MP
Berlin	3,4	2123
Brandenburg	12,5	1234
...	...	...

MdL	
<u>BL</u>	<u>Mensch</u>
Berlin	2123
Berlin	3452
...	...



- Der Wohnsitz kann als Fremdschlüssel in Menschen bleiben
- Die Beziehung MP modelliert man am besten als Fremdschlüssel in der Tabelle Bundesland (1:1-Beziehung)
- Die Beziehung MdL repräsentiert man als separate Tabelle mit den Fremdschlüsseln Name des Bundeslandes und der Nummer des Menschen

Vielen Dank für

---

Ihre Aufmerksamkeit

Prof. Dr.-Ing. Hendrik Gärtner