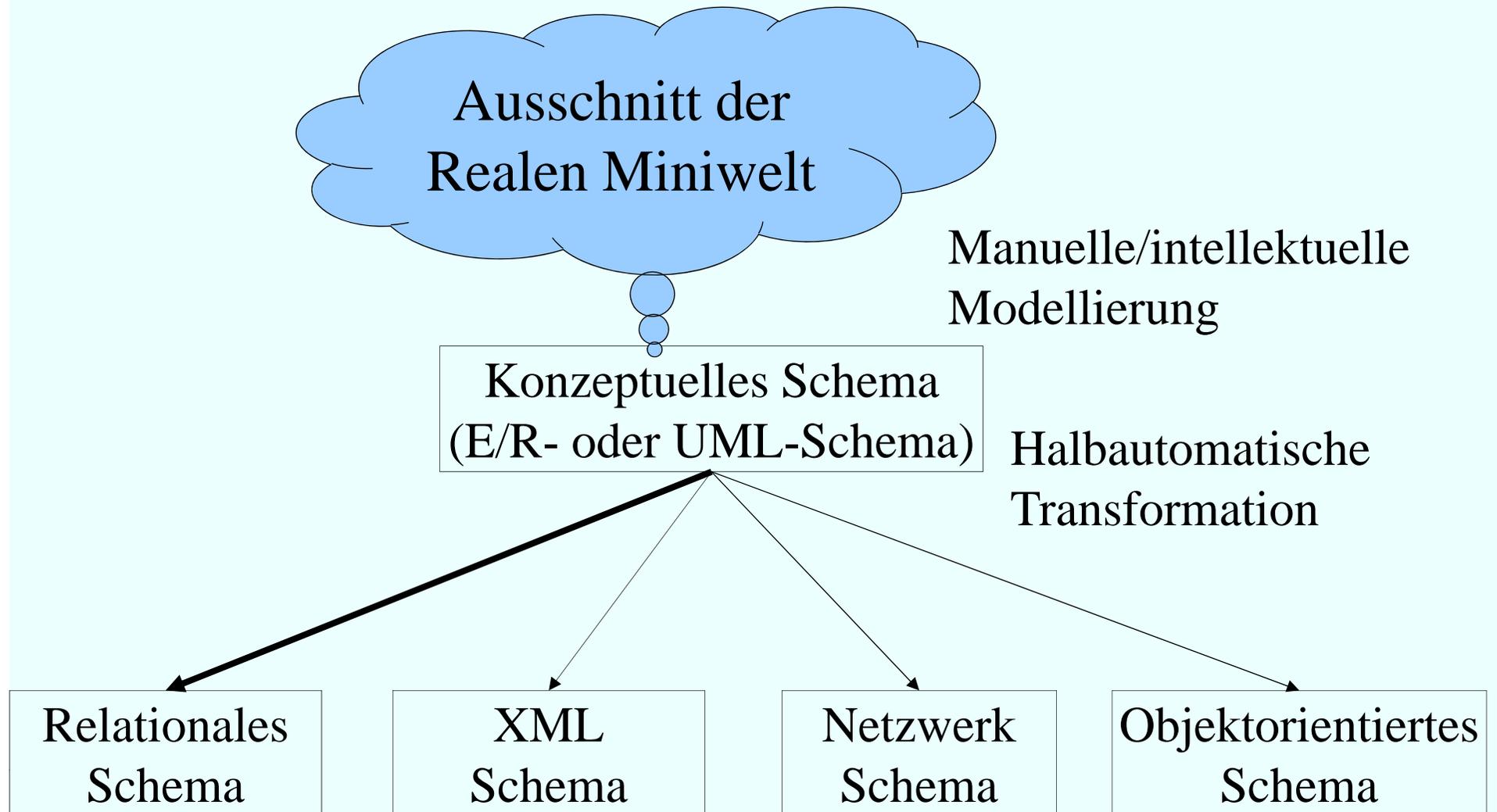
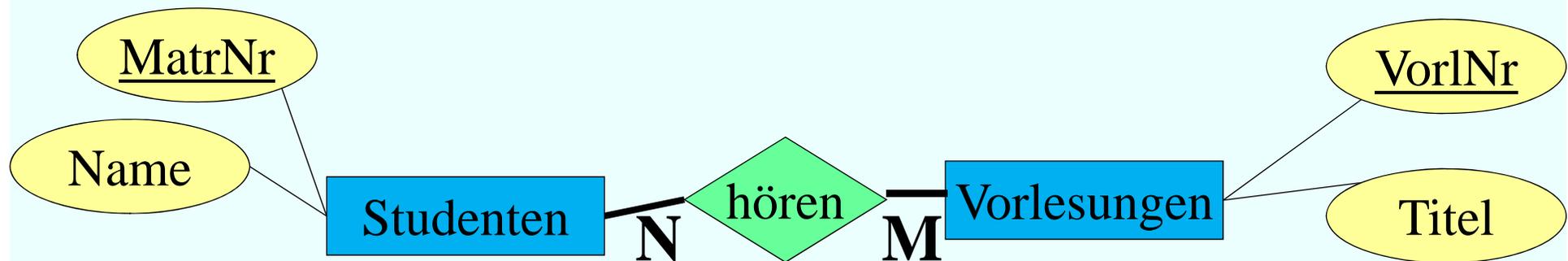


# Das Datenmodell



# Das relationale Datenmodell



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

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

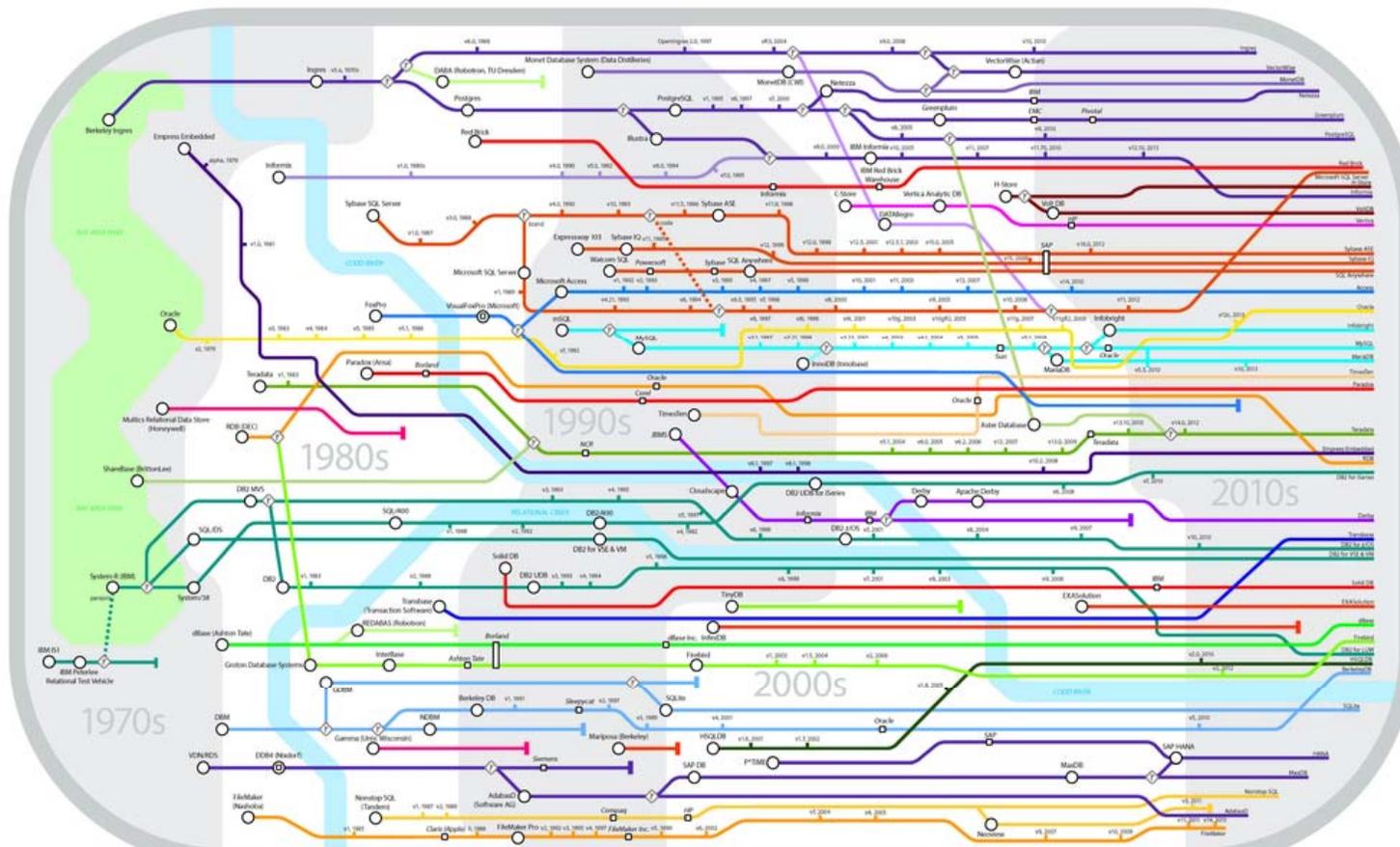
| Vorlesungen |                   |
|-------------|-------------------|
| VorlNr      | Titel             |
| 5001        | Grundzüge         |
| 5022        | Glaube und Wissen |
| ...         | ...               |

# Historische Entwicklung relationaler DBMS

- Codasyl, Anfang 1960: netzwerkartiges Datenmodell
- IMS, Mitte 1960: hierarchisches Datenmodell
- Ted Codd, 1970: Grundlage relationales Datenmodell
- System R, Mitte 1970: relationales Datenbanksystem  
(Forschungsprototyp)
- Genealogie-Poster:  
[www.hpi.de/naumann/projects/rdbms-genealogy.html](http://www.hpi.de/naumann/projects/rdbms-genealogy.html)

# Historische Entwicklung relationaler DBMS

Genealogy of Relational Database Management Systems



Key to lines and symbols

- Publishing Date
- ◻ Acquisition
- 🔥 Versions
- ➡ Discontinued
- ⬇ Branch (Intellectual and/or code)
- ✗ Crossing lines have no special semantics

Felix Naumann, Jana Bauckmann, Claudia Ederle, Jan-Peer Rüdiger, Fabian Technische  
 Contact: Hasso Plattner Institut, Potsdam, Felix.Naumann@uni-potsdam.de  
 Design: Alexander Sankh-Grafle Design, Hamburg  
 Version 5.0 - Oktober 2015  
[http://www.hpi.uni-potsdam.de/naumann/projekte/dbms\\_genealogy.html](http://www.hpi.uni-potsdam.de/naumann/projekte/dbms_genealogy.html)

# Historische Entwicklung relationaler DBMS

Kommerzielle relationale Datenbanksysteme,  
Fokus OLTP

- Oracle V2, Ende 1970
- Ingres (Berkeley), Ende 1970 → PostgreSQL
- SQL/DS, Anfang 1980: IBM → DB2
- MS SQL Server, 1990 (aus Sybase)
- MySQL, Ende 1990

→ ab Ende 1990: Objektrelationale Erweiterungen

# Historische Entwicklung DBMS

## Spezialisierte Systeme:

- Objektorientierte DBMS (ab Ende 1980)
- XML DBMS (ab Ende 1990)
- Hauptspeicherdatenbanksysteme (ab Ende 1990)
- Analytische Datenbanksysteme (Fokus OLAP)  
(ab Anfang 2000)

## Hybride Systeme:

- OLTP & OLAP: HyPer, SAP HANA  
(Hauptspeicher-DBS, Mehrprozessorarchitektur)

# Grundlagen des relationalen Modells

Seien  $D_1, D_2, \dots, D_n$  **Domänen** ( $\sim$ 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“, 4711)*

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

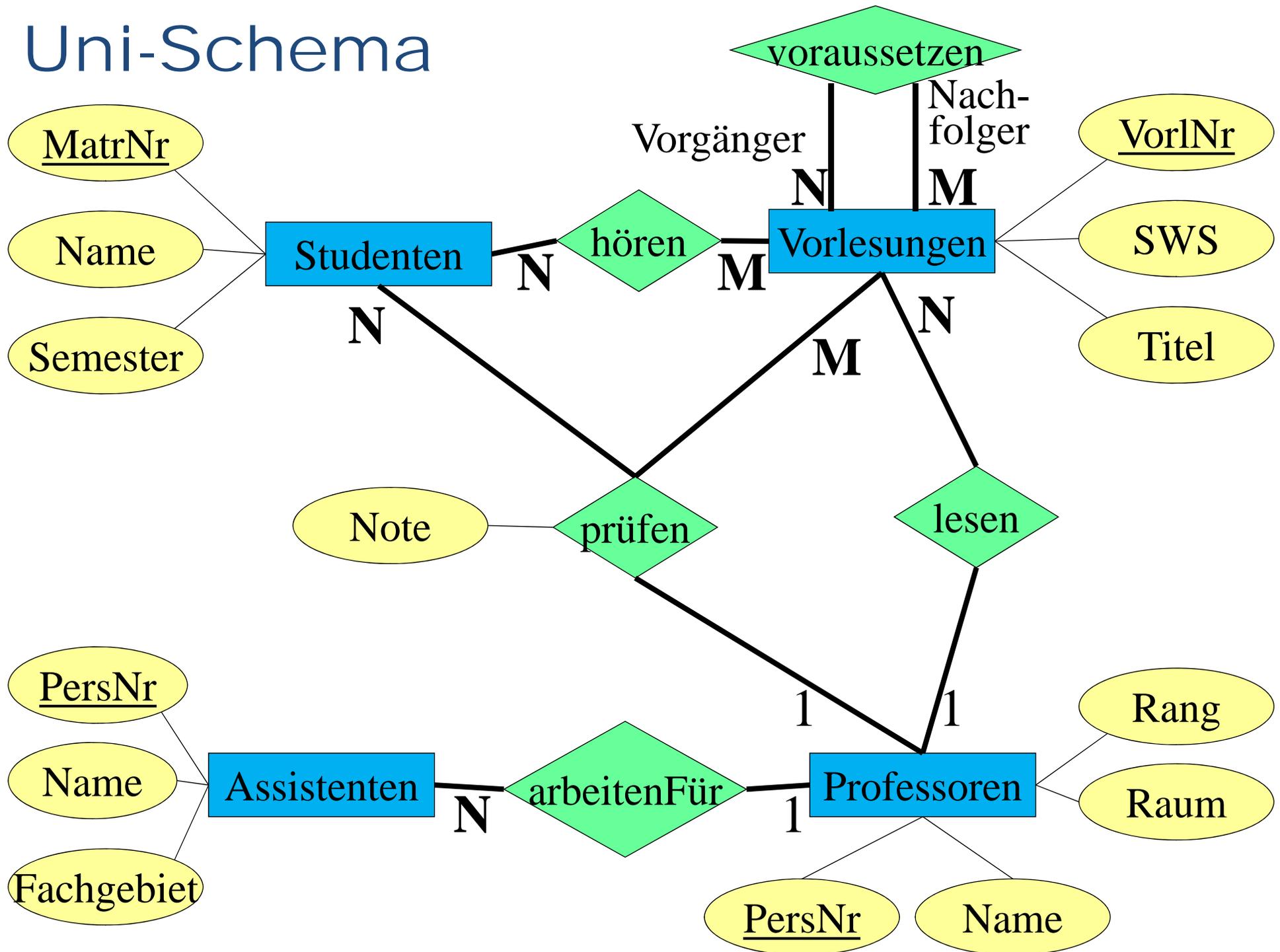
*Bsp.: Telefonbuch: {[Name: string, Adresse: string, Telefon#: integer]}*

# Relation

| Telefonbuch  |             |                 |
|--------------|-------------|-----------------|
| Name         | Straße      | <u>Telefon#</u> |
| Mickey Mouse | Main Street | 4711            |
| Minnie Mouse | Broadway    | 94725           |
| 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

# Uni-Schema



# Abbildungsregeln (1)

Entitymengen auf Relationen:

Entitymenge  $E$  mit Attributen  $A_i$  aus Domänen  $D_i$  ( $1 \leq i \leq k$ )  
 $\Rightarrow$   $k$ -stellige Relation  $E(A_1:D_1, \dots, A_k:D_k)$ .

Übernahme der Schlüsselattribute

# Relationale Darstellung von Entitymengen

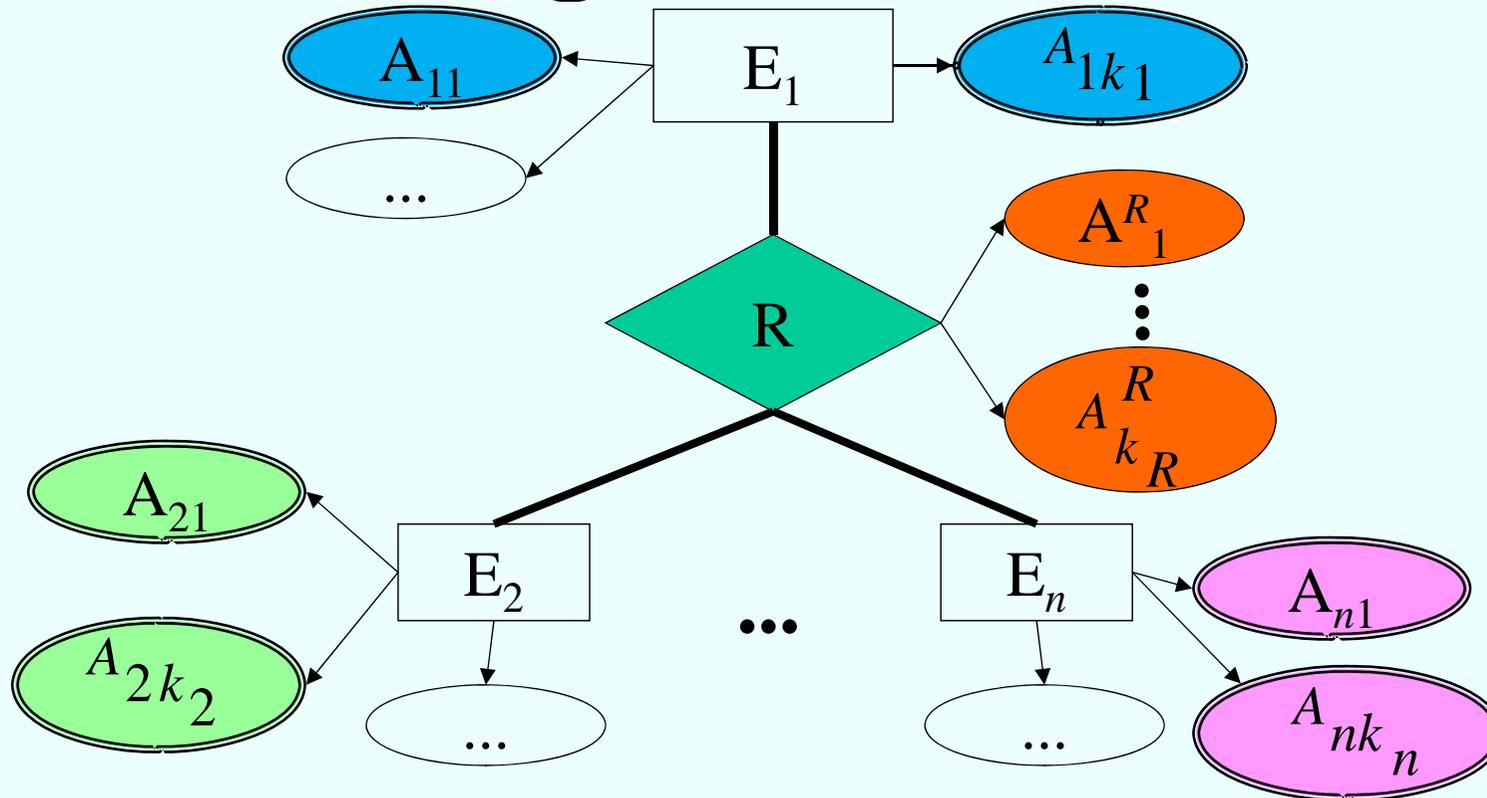
**Studenten:** {[MatrNr:integer, *Name: string*,  
*Semester: integer*]}

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

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

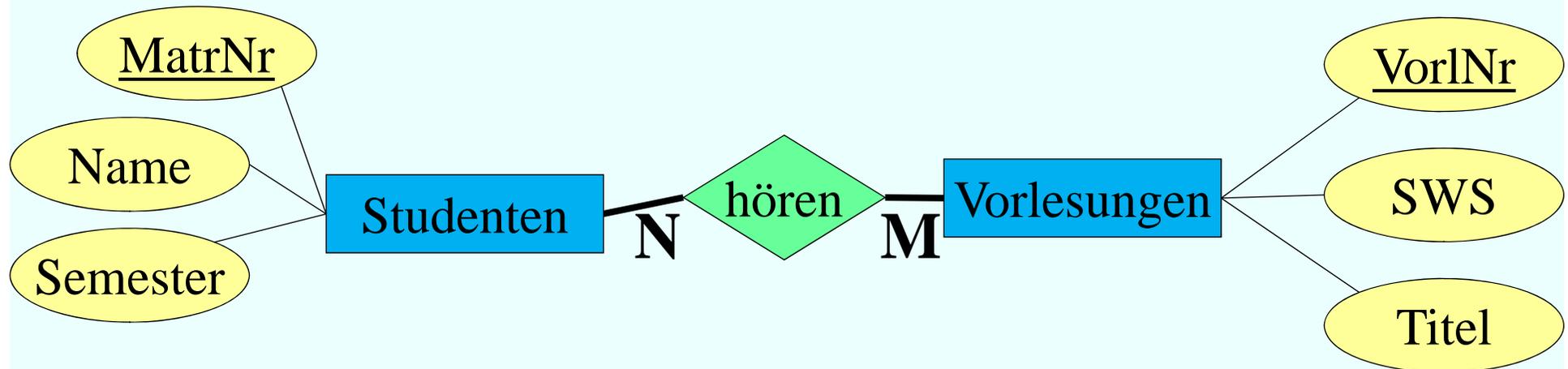
**Assistenten:** {[PersNr:integer, *Name: string*,  
*Fachgebiet: string*]}

# Relationale Darstellung von Beziehungen



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

# Beziehungen unseres Beispiel-Schemas



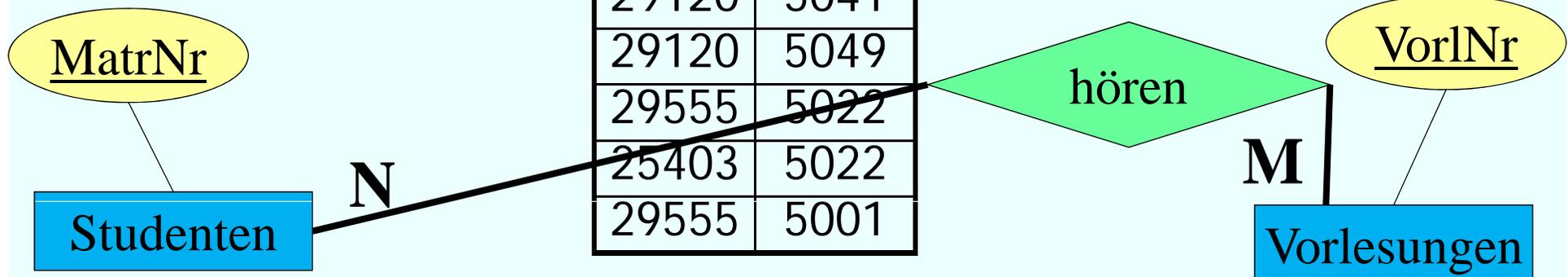
**hören (N:M):** {[MatrNr: integer, VorlNr: integer]}

# Ausprägung Beziehung *hören*

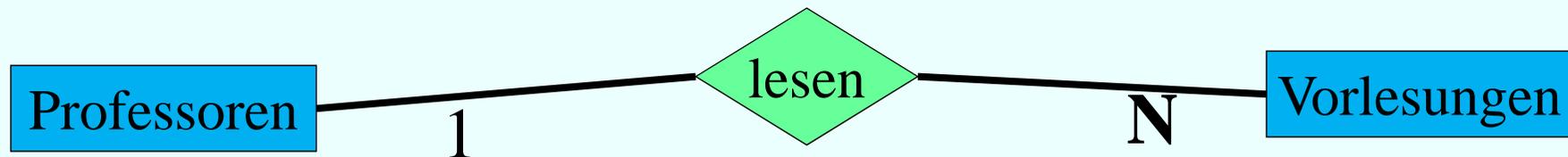
| Studenten     |     |
|---------------|-----|
| <i>MatrNr</i> | ... |
| 26120         | ... |
| 27550         | ... |
| ...           | ... |

| 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   |
| 29555  | 5001   |

| Vorlesungen   |     |
|---------------|-----|
| <i>VorlNr</i> | ... |
| 5001          | ... |
| 4052          | ... |
| ...           | ... |



# Beziehungen unseres Beispiel-Schemas



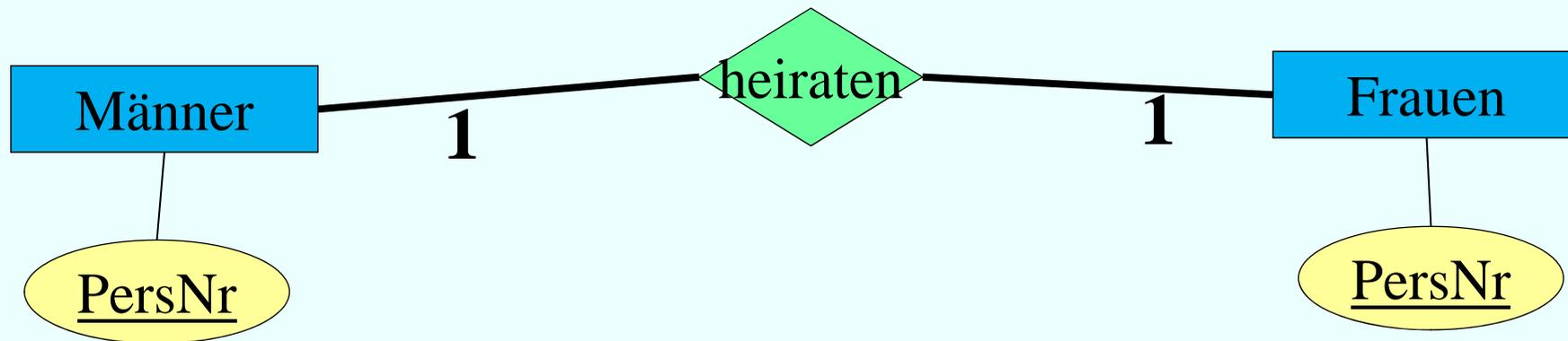
**lesen (1:N):** {[PersNr: integer, VorlNr: integer]}

**arbeitenFür (N:1):** {[AssistentenPersNr: integer,  
*ProfPersNr: integer*]}

**voraussetzen (N:M):** {[Vorgänger: integer, Nachfolger: integer]}

**prüfen (N:M:1):** {[MatrNr: integer, VorlNr: integer,  
PersNr: integer, Note: decimal]}

# Frage: 1:1 Beziehung?



**heiraten (1:1): {[??]}**

# Verfeinerte Abbildungsregeln

## Relationships auf Relationen (cont'd):

### 1:1-Beziehung:

Relationship R zwischen 2 Entities E und F.

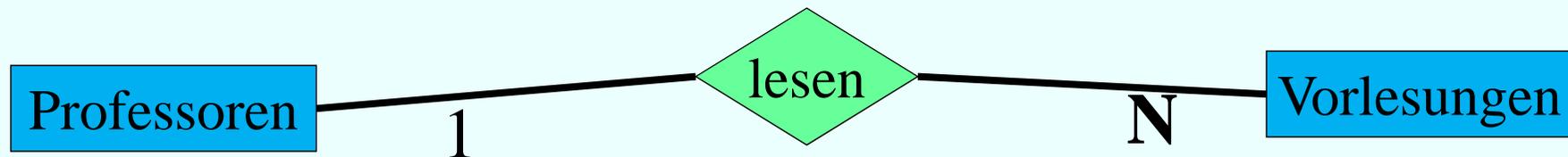
⇒ keine Relation aus R, stattdessen Primärschlüssel von E in Relation in F oder umgekehrt.

### 1:n-Beziehung:

Relationship R zwischen 2 Entities E und F.

⇒ Keine Relation R, stattdessen Primärschlüssel von E in Relation F als Fremdschlüssel aufnehmen. Fall R eigene Attribute hat, müssen diese auch in F aufgenommen werden.

# Verfeinerung des relationalen Schemas



## 1:N-Beziehung

Initial-Entwurf

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

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

*lesen*: {[PersNr , VorlNr]}

# Verfeinerung des relationalen Schemas

## 1:N-Beziehung

Initial-Entwurf

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

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

*lesen*: {[PersNr , VorlNr]}

Verfeinerung durch Zusammenfassung

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

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

**Regel:** Relationen mit gleichem Schlüssel kann man zusammenfassen

**... aber nur diese und keine anderen!**

# Ausprägung von *Professoren* und *Vorlesung*

| 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    |

| 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        |

Professoren

1

lesen

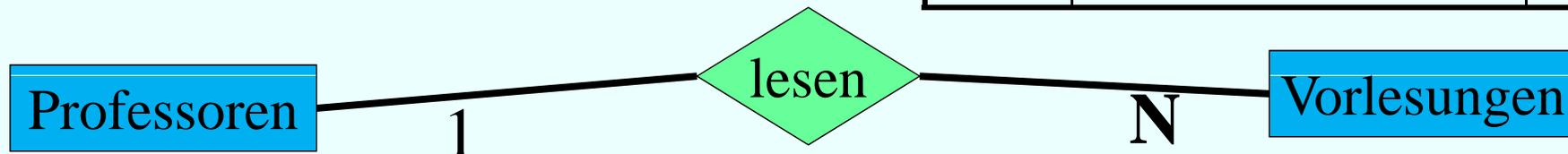
N

Vorlesungen

# Warum nicht andersherum?

| 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 |
| 5001        | Grundzüge            | 4   |
| 5041        | Ethik                | 4   |
| 5043        | Erkenntnistheorie    | 3   |
| 5049        | Mäeutik              | 2   |
| 4052        | Logik                | 4   |
| 5052        | Wissenschaftstheorie | 3   |
| 5216        | Bioethik             | 2   |
| 5259        | Der Wiener Kreis     | 2   |
| 5022        | Glaube und Wissen    | 2   |
| 4630        | Die 3 Kritiken       | 4   |



# Folgen → 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   | ??    |
|             |            |      |      |       |

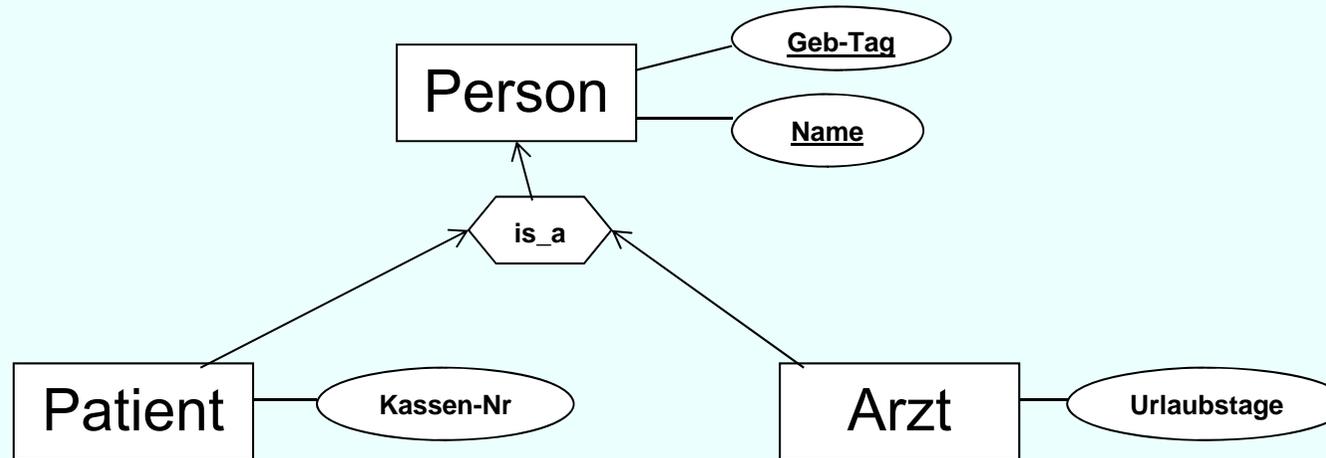
| Vorlesungen |                      |     |
|-------------|----------------------|-----|
| VorINr      | Titel                | SWS |
| 5001        | Grundzüge            | 4   |
| 5041        | Ethik                | 4   |
| 5043        | Erkenntnistheorie    | 3   |
| 5049        | Mäeutik              | 2   |
| 4052        | Logik                | 4   |
| 5052        | Wissenschaftstheorie | 3   |
| 5216        | Bioethik             | 2   |
| 5259        | Der Wiener Kreis     | 2   |
| 5022        | Glaube und Wissen    | 2   |
| 4630        | Die 3 Kritiken       | 4   |

Update-Anomalie: Was passiert wenn Sokrates umzieht

Lösch-Anomalie: Was passiert wenn „Glaube und Wissen“ wegfällt

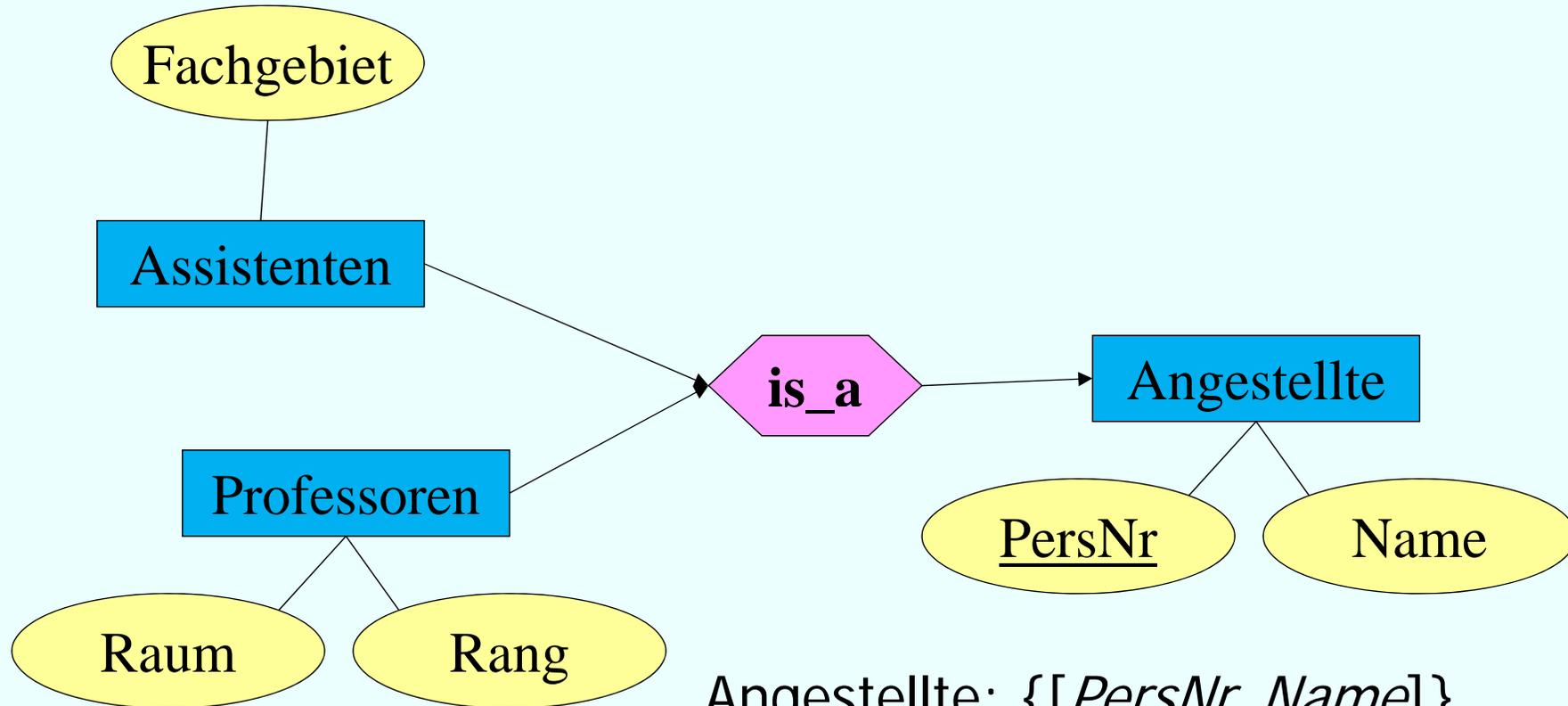
Einfügeanomalie: Curie ist neu und liest noch keine Vorlesungen

# Umsetzung Generalisierung



Diskussion

# Relationale Modellierung der Generalisierung

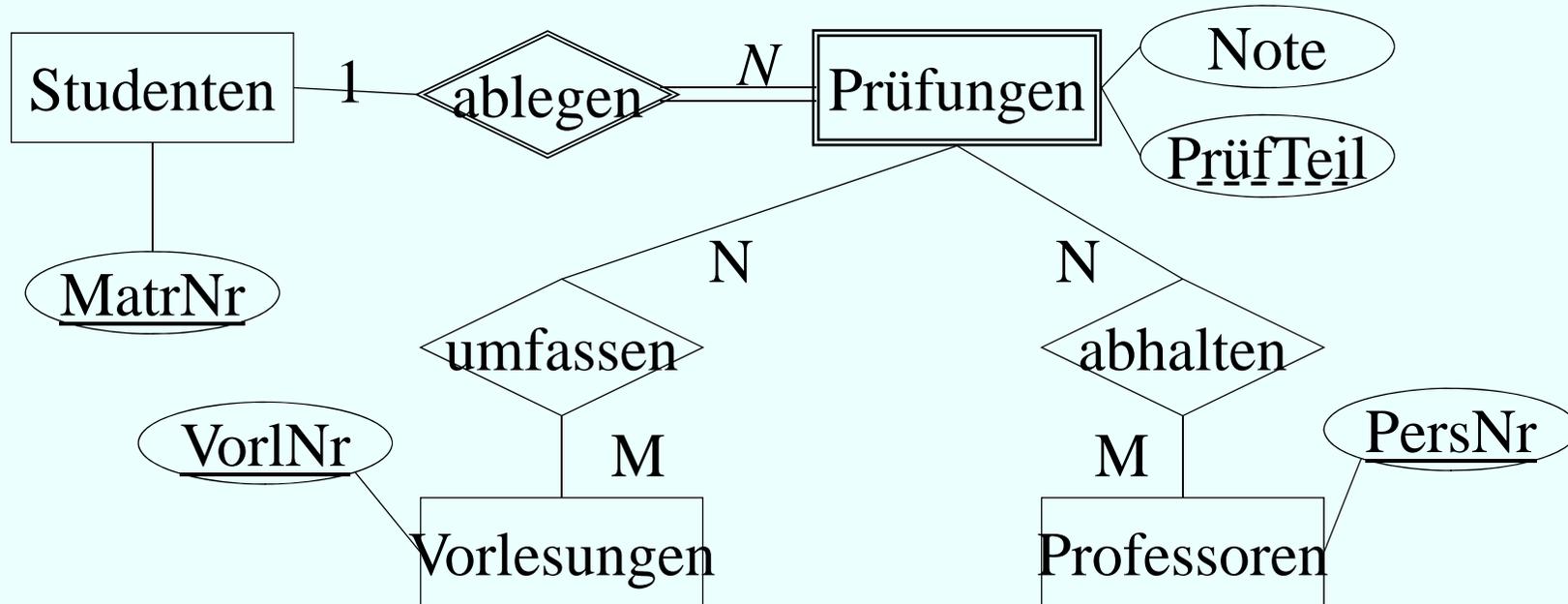


Angestellte: {[PersNr, Name]}

Professoren: {[PersNr, Rang, Raum]}

Assistenten: {[PersNr, Fachgebiet]}

# Relationale Modellierung schwacher Entitytypen

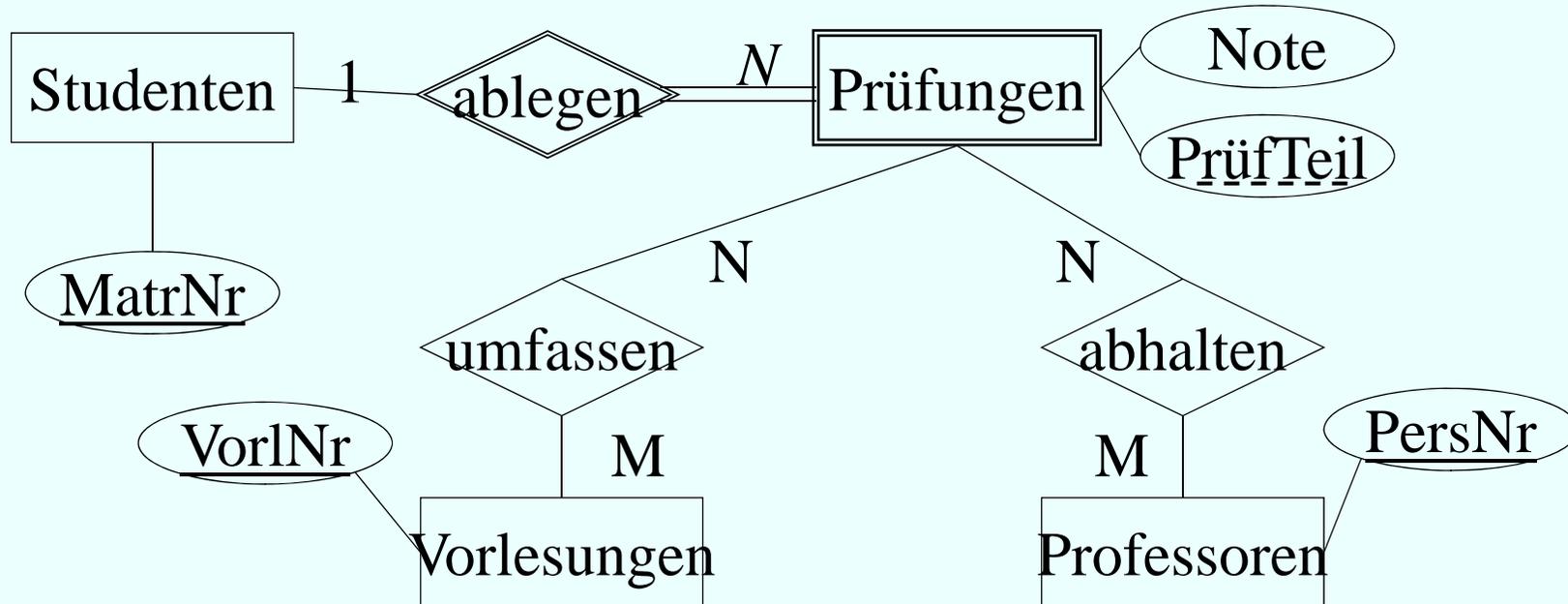


Entity-Mengen Studenten, Prüfungen:

Studenten: {[MatrNr: integer, ... ]}

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

# Relationale Modellierung schwacher Entitytypen

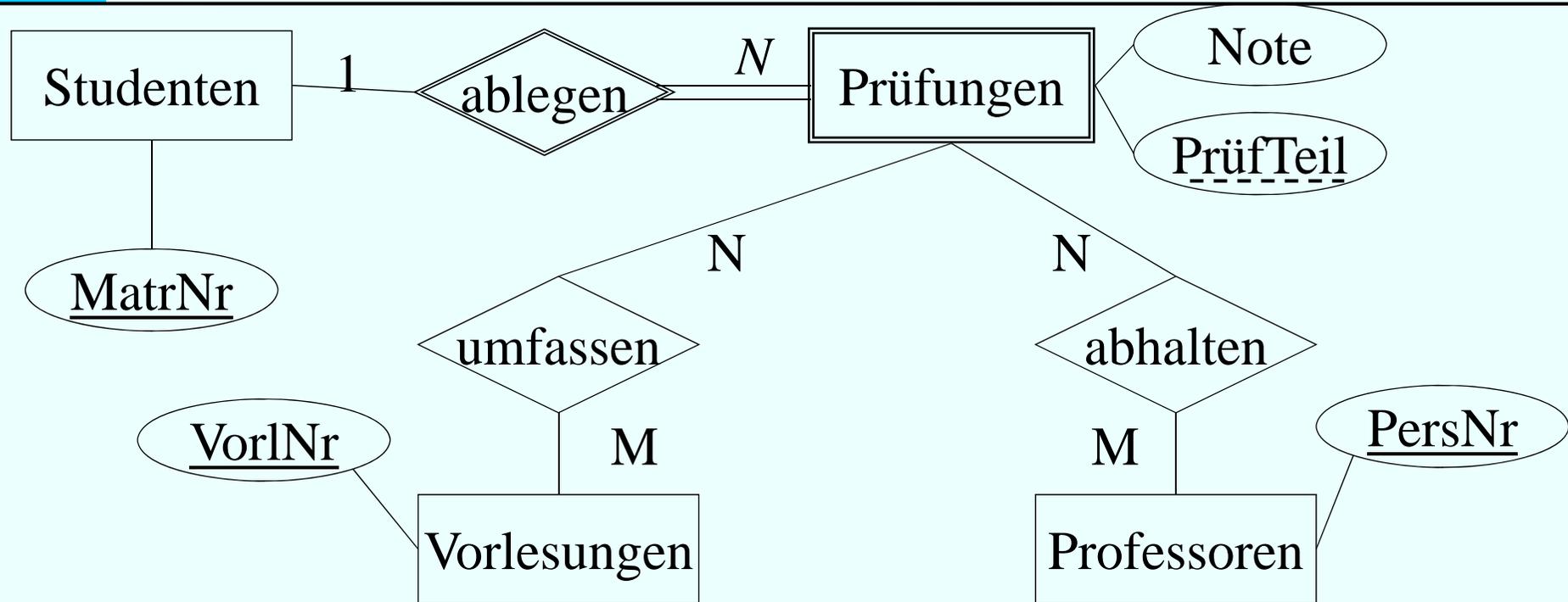


RelShips *umfassen* und *abhalten*:

Global eindeutiger Schlüssel der Relation *Prüfung* = *MatrNr* **und** *PrüfTeil*

muss als Fremdschlüssel in die Relationen *umfassen* und *abhalten* übernommen werden

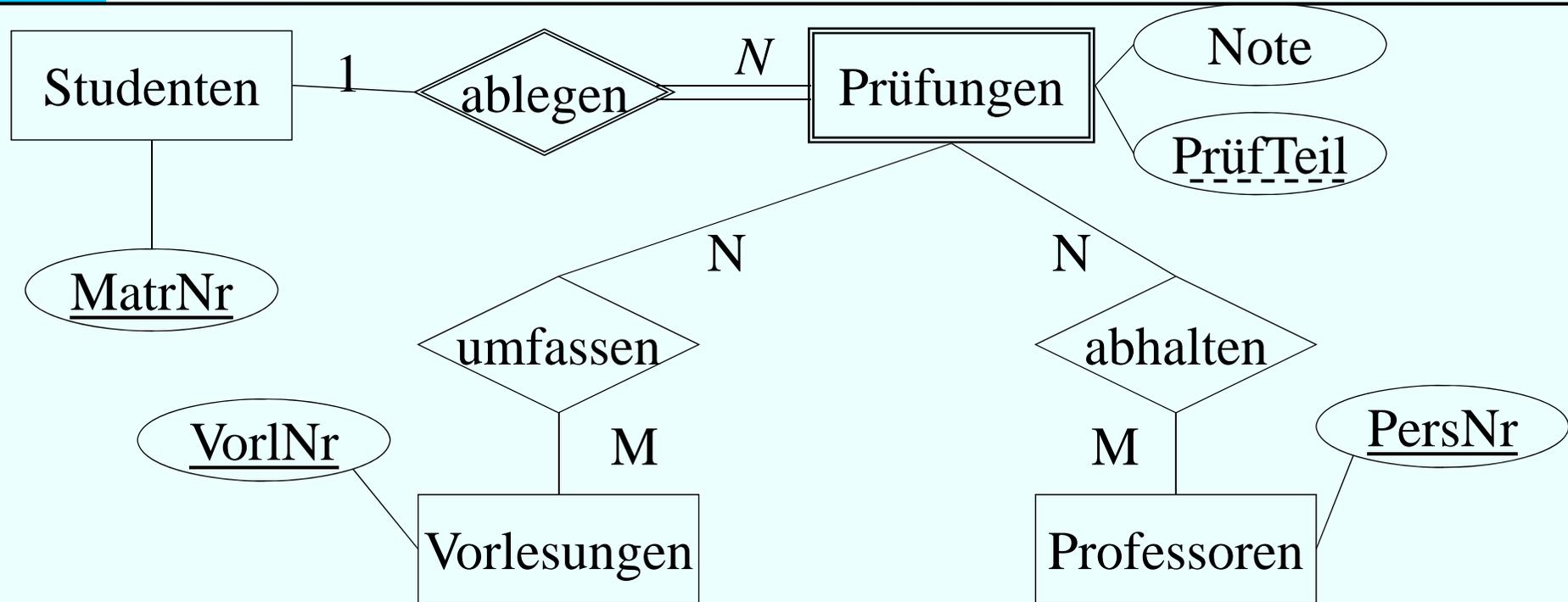
# Relationale Modellierung schwacher Entitytypen



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

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

# Relationale Modellierung schwacher Entitytypen



RelShip *ablegen* ?

| 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 |                      |     |             |
|-------------|----------------------|-----|-------------|
| VorINr      | 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        |

| hören  |        |
|--------|--------|
| MatrNr | VorINr |
| 26120  | 5001   |
| 27550  | 5001   |
| 27550  | 4052   |
| 28106  | 5041   |
| 28106  | 5052   |
| 28106  | 5216   |
| 28106  | 5259   |
| 29120  | 5001   |
| 29120  | 5041   |
| 29120  | 5049   |
| 25403  | 5022   |
| 29555  | 5022   |
| 29555  | 5001   |

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

| prüfen |        |        |      |
|--------|--------|--------|------|
| MatrNr | VorINr | PersNr | Note |
| 28106  | 5001   | 2126   | 1    |
| 25403  | 5041   | 2125   | 2    |
| 27550  | 4630   | 2137   | 2    |

| Assistenten |              |                    |      |
|-------------|--------------|--------------------|------|
| PersNr      | 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 |