

---

# Datenbanken

Dr. Özgür L. Özçep

Prof. Dr. Ralf Möller

**Universität zu Lübeck**

**Institut für Informationssysteme**

Felix Kuhr (Übungen)  
und studentische Tutoren



# Teilnehmerkreis und Voraussetzungen

---

## Studiengänge

- Bachelor Informatik
- Bachelor/Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften
- Bachelor Medieninformatik
- Bachelor Medizinische Ingenieurwissenschaft
- Bachelor Medizinische Informatik
- Bachelor IT-Sicherheit

## Voraussetzungen

- Programmierung
- Algorithmen und Datenstrukturen (Bäume)
- Lineare Algebra und Diskrete Strukturen 1

## Vorteilhaft

- Einführung in die Logik



# Organisatorisches: Übungen

---

- **Start:** Donnerstag, 19. April 2018
- **Übungen:** Donnerstags  
Anmeldung über Moodle nach dieser Veranstaltung
- **Übungsaufgaben** stehen jeweils nach jeder Vorlesung bis spätestens Mittwoch 18 Uhr über Moodle bereit
- Aufgaben sollen in einer **2-er Gruppe** bearbeitet werden
- **Abgabe der Lösungen** erfolgt bis Montag in der jeweils folgenden Woche nach Ausgabe bis 12 Uhr in der IFIS-Teeküche (1 Kasten pro Gruppe)
- Bitte unbedingt Namen, Matrikelnummern und Übungsgruppennummern auf Abgaben vermerken
- **Blatt 1:** Ausgabe heute; Abgabe 16.4.18; Besprechung am 19.4.18

# Organisatorisches: Prüfung

---

- Die **Eintragung in den Kurs** und in eine Übungsgruppe ist **Voraussetzung**, um an dem Modul Datenbanken teilnehmen zu können und Zugriff auf die Unterlagen zu erhalten
- Am Ende des Semesters findet eine **Klausur** statt
- **Voraussetzung** zur Teilnahme an der Klausur sind mindestens **50% der gesamtmöglichen Punkte aller Übungszettel**

# Literatur

---

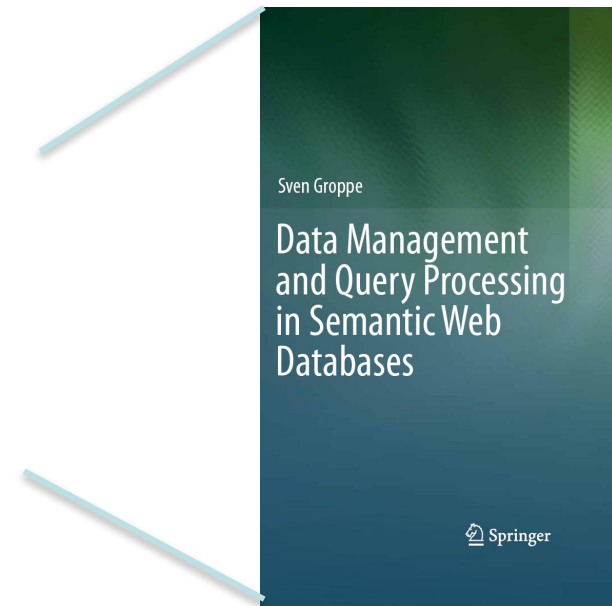
A. Kemper, A. Eickler,  
*Datenbanksysteme: Eine Einführung*,  
9. Auflage, Oldenbourg Verlag, 2013.

R. Elmasri, S.B. Navathe,  
*Grundlagen von Datenbanksystemen: Bachelor-Ausgabe*,  
3. überarbeitete Auflage, Pearson Studium, 2009.

# Ausblick über IFIS Module

---

- **Bachelor-Programm**
  - Algorithmen und Datenstrukturen
  - **Datenbanken**
  - Non-Standard-Datenbanken
- **Master-Programm**
  - Webbasierte Informationssysteme
  - Datenmanagement
    - Mobile und verteilte Datenbanken
    - Semantic Web
  - Web and Data Science
    - Foundations of Ontologies and Databases for Information Systems
    - Web Mining Agents



# Kapitel 1: Einführung

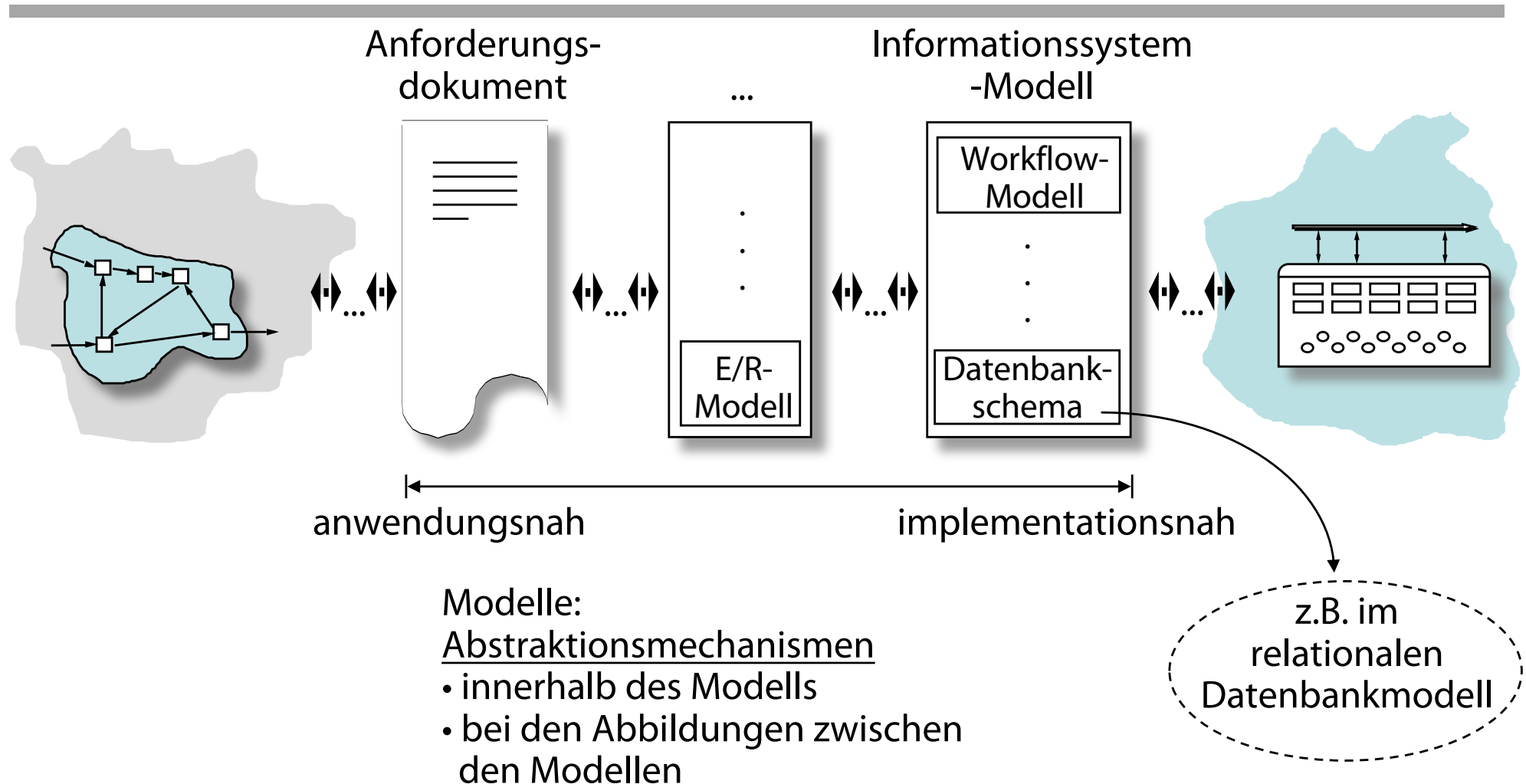
---

## Kennzeichen von Daten in Datenbanken

- lange Lebensdauer (Jahre, Jahrzehnte)
- reguläre Strukturen
- große Datenobjekte, große Datenmengen
- stetig anwachsende integrierte Bestände (Giga-, Tera-, Petabyte)

Decimal	
Value	SI
1000	k kilo
1000 <sup>2</sup>	M mega
1000 <sup>3</sup>	G giga
1000 <sup>4</sup>	T tera
1000 <sup>5</sup>	P peta
1000 <sup>6</sup>	E exa
1000 <sup>7</sup>	Z zetta
1000 <sup>8</sup>	Y yotta

# Modelle und Abstraktion



P. Chen, The Entity-Relationship Model - Toward a Unified View of Data, ACM Transactions on Database Systems 1 (1), pp. 9-36, 1976

E. F. Codd, A Relational Model of Data for Large Shared Data Banks, Communications of the ACM, Vol. 13, No. 6, June 1970, pp. 377-387, 1970



# Erstes Beispiel einer (relationalen) Datenbank

- Datenbank für Inventar eines Weinkellers

## Tabelle Weinkeller

Gestell	Sorte	Jahrgang	Anzahl_Flaschen
2	Franken	2009	5
1	Baden	2006	3
4	Rheinhessen	2007	10
1	Mosel	2013	2
2	Franken	2010	10

# Erste Anfrage

- Alle Infos zu Weinen, von denen der Weinkeller mindestens 4 Flaschen besitzt

Weinkeller

Gestell	Sorte	Jahrgang	Anzahl_Flaschen
2	Franken	2009	5
1	Baden	2006	3
4	Rheinhessen	2007	10
1	Mosel	2013	2
2	Franken	2010	10

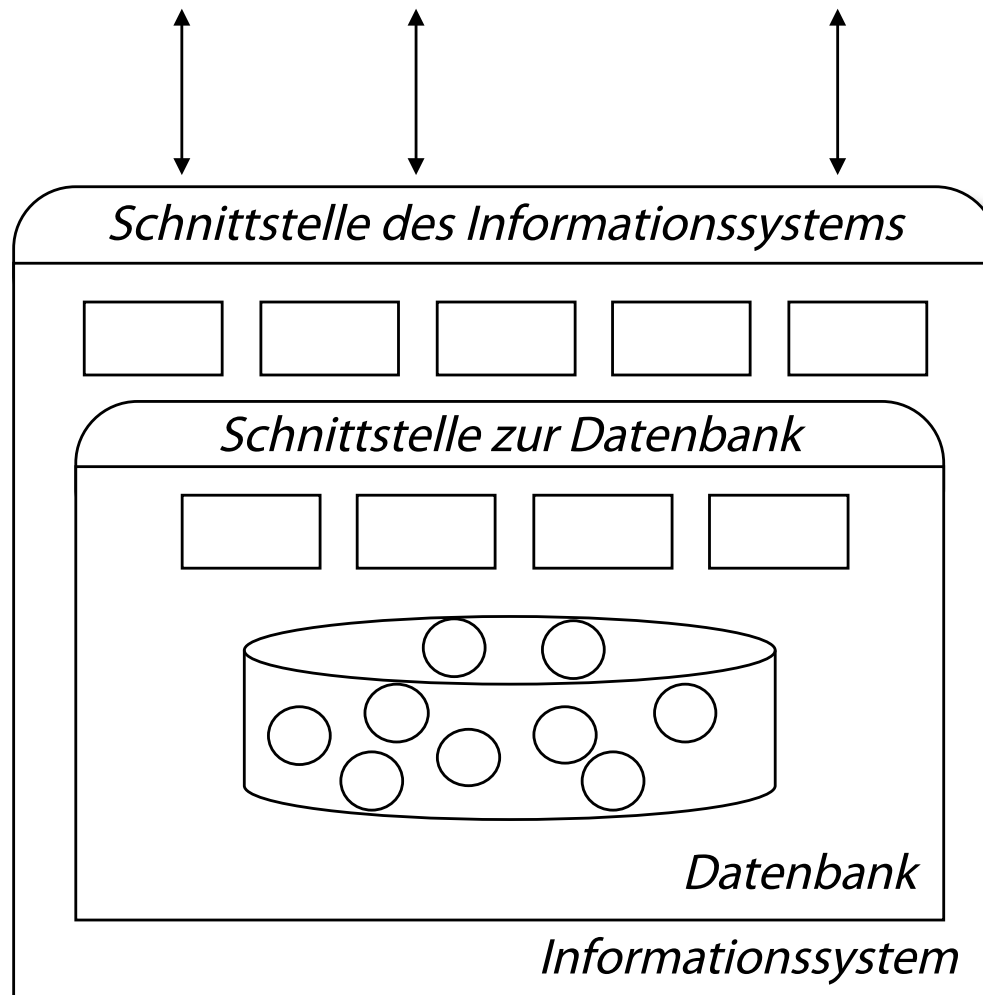
```
SELECT Gestell, Sorte, Jahrgang
FROM Weinkeller
WHERE Anzahl_Flaschen >= 4
```

Gestell	Sorte	Jahrgang
2	Franken	2009
4	Rheinhessen	2007
2	Franken	2010



# Datenbanksysteme

Realisierung eines Informationssystems mit einer Datenbank:

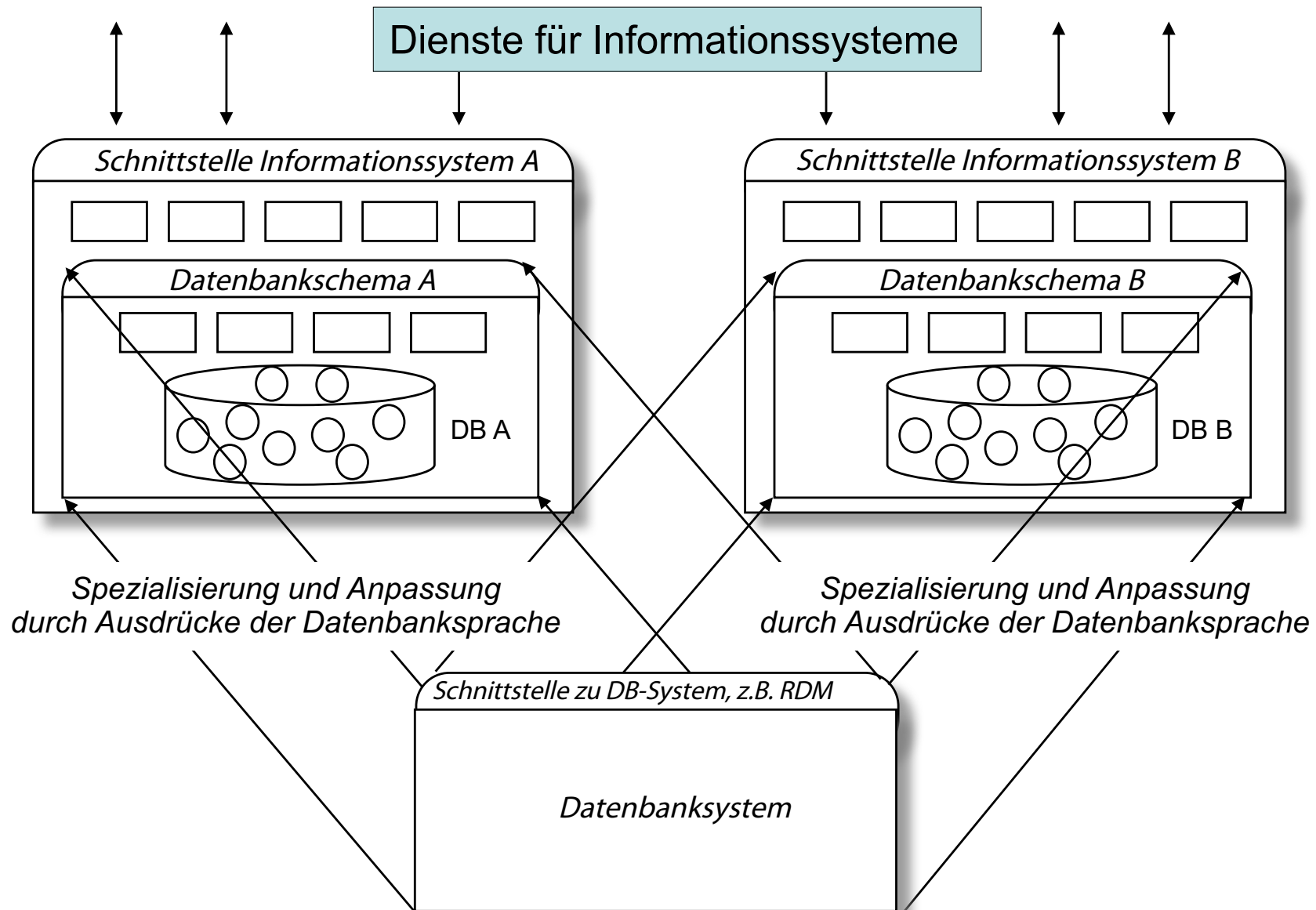


Algorithmen zur Informationsdarstellung, -verarbeitung und zur Integritätssicherung

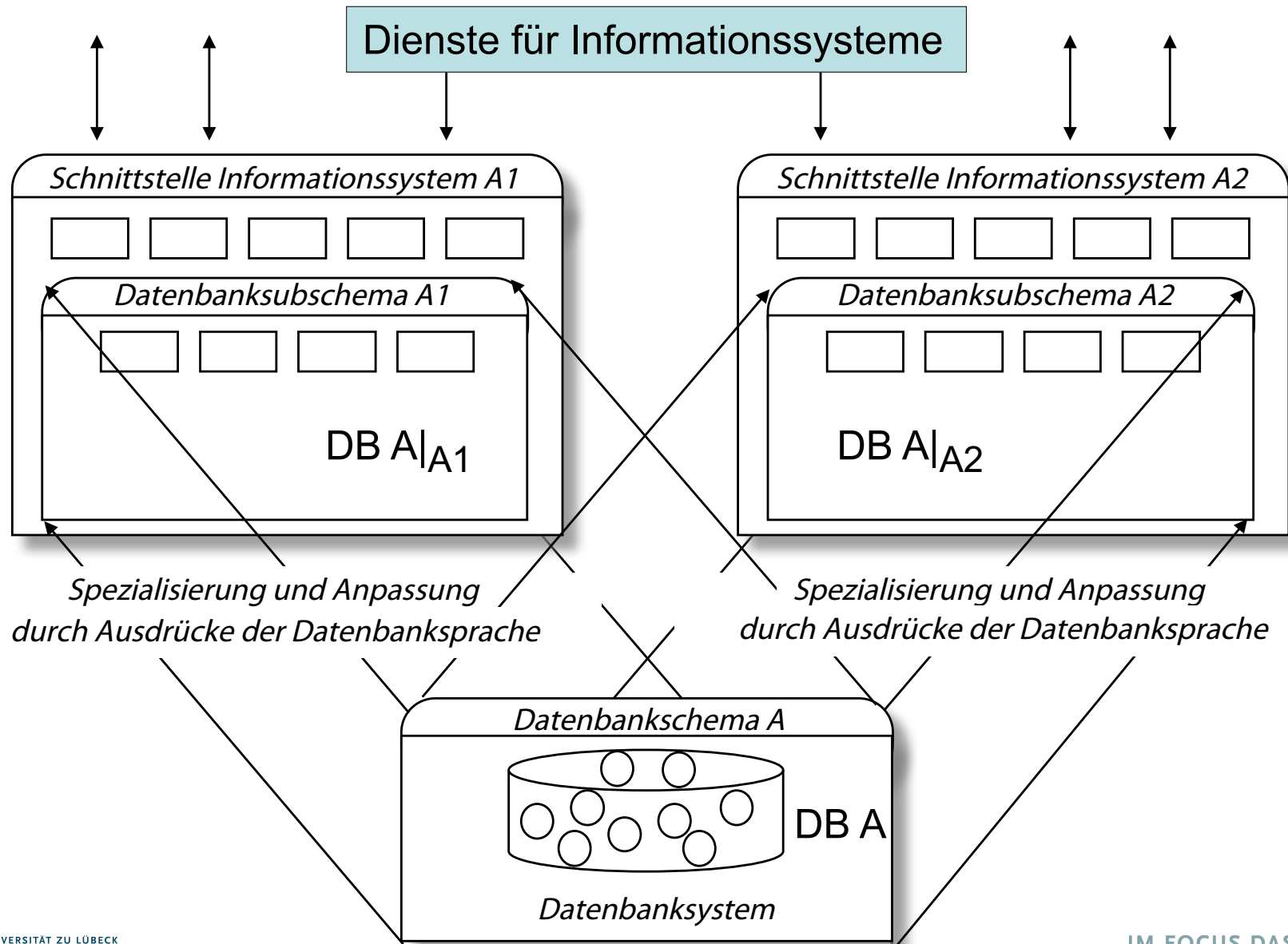
Dienste des Datenbanksystems zur Datenspeicherung, -anfrage und Integritätssicherung (Datenbankschema)

Datenbankzustand

# Generisches Datenbankmodell und -system

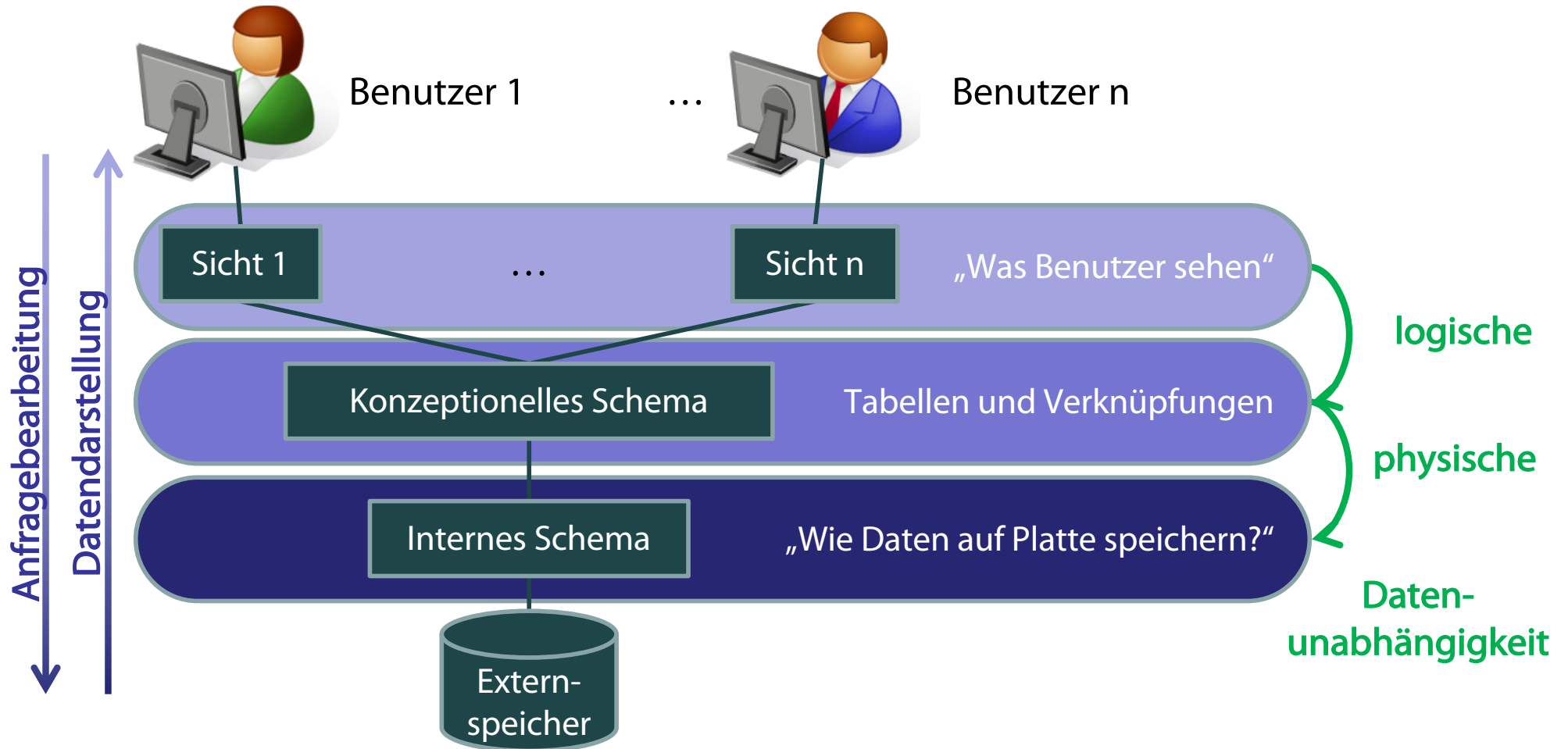


# Sichten: DB-Subschemata und Subdatenbanken



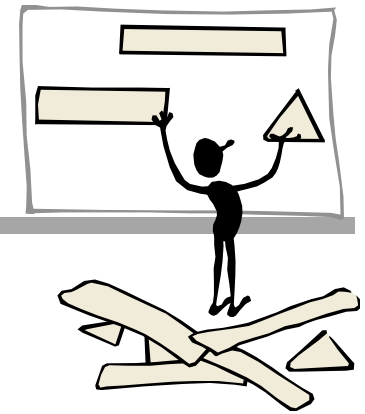
# ANSI-SPARC-Architektur

ANSI: American National Standards Institute  
 SPARC: Standards Planning and Requirement Committee



Jede Schicht ist unabhängig von deren unteren Schichten

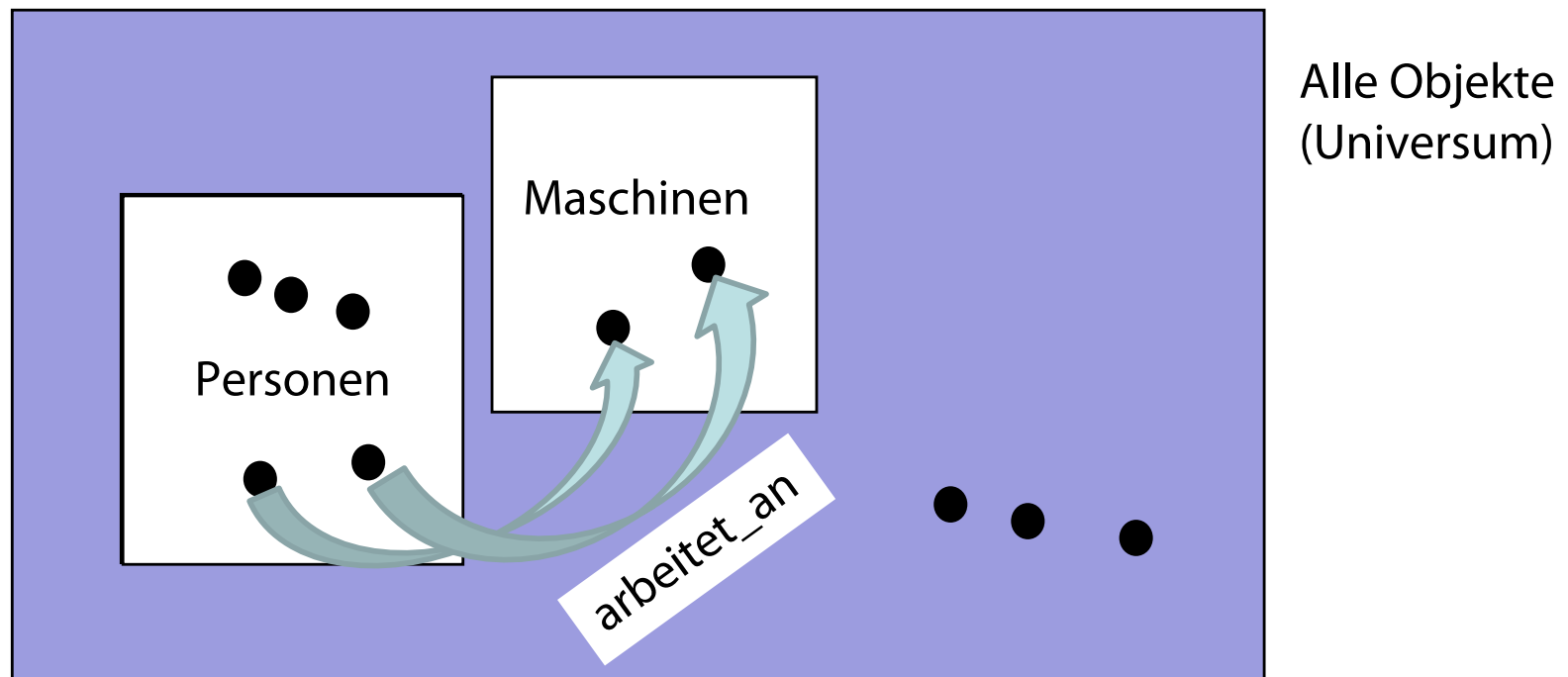
# Datenunabhängigkeit



- Logisch
  - Konzeptionelles Schema kann (bedingt) geändert werden, ohne die Sichten zu verändern
    - Hinzufügen von Attributen und Tabellen zum konzeptionellen Schema
    - Verändern der Tabellenstruktur
- Physisch
  - Internes Schema kann geändert werden, ohne konzeptionelles Schema zu verändern
    - Veränderung des Speicherortes
    - Änderung des Speicherformates
    - Anlegen/Löschen von Indizes (für Anfrageoptimierung)

# Kapitel 2: Entity-Relationship-Modellierung

- Objekte (Entitäten) mit ähnlichen Eigenschaften können zu Mengen (Entitätstypen, Klassen) zusammengefasst werden.
- Jedes Objekt ist "Instanz" einer oder mehrerer Klassen.
- Extension (Menge aller Instanzen einer Klasse)
- Objekte können in Beziehung gesetzt werden (Beziehungstyp, Relationship)


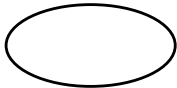
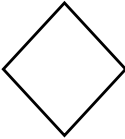


● steht für Objekt oder Entität

IM FOCUS DAS LEBEN



# Grundlegende Elemente von ER-Diagrammen

- Objekttyp  (auch Entitätstyp oder Klasse genannt, Menge von Objekten)
- Werttyp  (für Basisdatentypen, Menge von „Werten“ bzw. Literale)
- Beziehungstyp  (Menge von Tupeln von Objekten)
- Die Elemente von ER-Diagrammen bilden einen bipartiten Graphen:



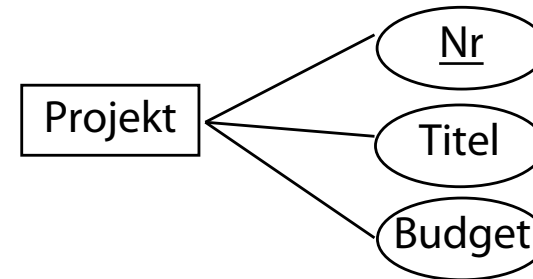
Verbindungen zwischen Symbolen der gleichen Typen sind nicht erlaubt.

# Objekte/Entitäten und Attribute

---

## Beispiele:

- Ein Projekt wird beschrieben durch
  - eine Nummer
  - einen Titel
  - das Budget



- Mathematische Bedeutung von „Projekt“: Menge von Tupeln von Werten
- Ein Tupel kann als „Aggregat“ von Basiswerten aufgefasst werden.
- Tupel können durch bestimmte Attribute eindeutig gekennzeichnet sein
  - In der Graphik sind diese Attribute unterstrichen
  - Wir nennen die Attribute „Schlüssel“
  - Mehr dazu gleich

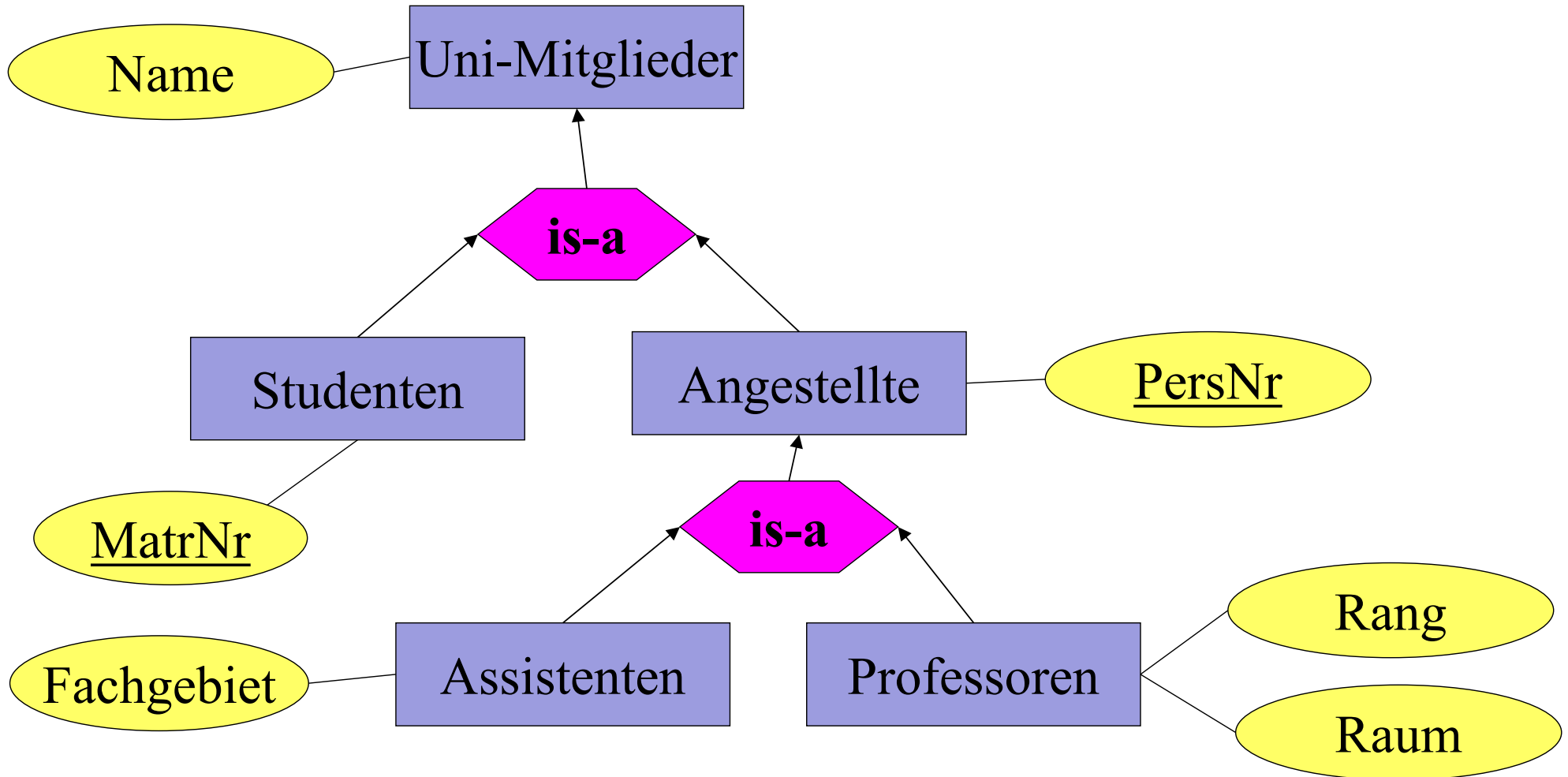
# Generalisierung und Spezialisierung (1)

---

- **Spezialisierung** bezeichnet die Verfeinerung einer Klasse (mehr Information/Anforderungen bzgl. der jeweiligen Individuen)
- **Generalisierung** ist die Vergrößerung einer Klasse (weniger Information/Anforderungen bzgl. der jeweiligen Individuen)
- Spezielle Klassen (**Subklasse**) und allgemeine Klassen (**Superklasse**) bilden eine Subklassenhierarchie  
(→ Subtypisierung, Typhierarchie)
- **Instanzen** einer Klasse sind auch Instanzen der Superklasse
- Instanzen von Subklassen „**erben**“ die Eigenschaften der Superklasse und fügen evtl. neue hinzu  
(→ Vererbung von Beschreibungen für Tupelkomponenten)

# Generalisierung und Spezialisierung (2)

Graphische Notation variiert

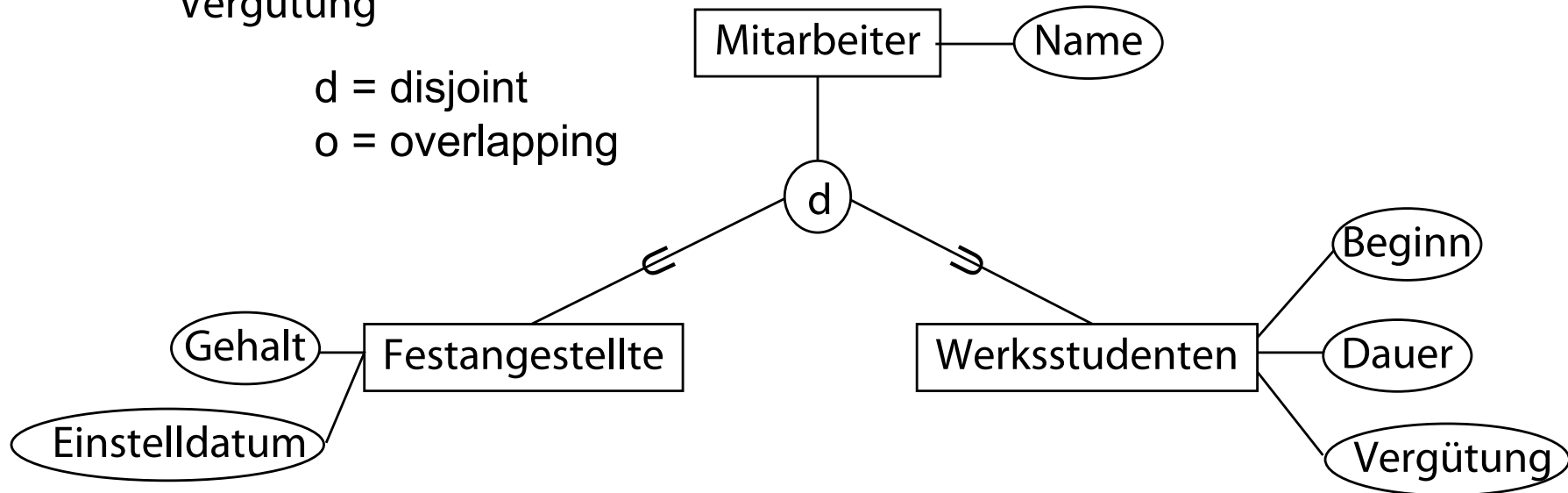


# Generalisierung und Spezialisierung (3)

## Erweiterte Entity-Relationship-Diagramme

### Beispiel:

- Festangestellte und Werksstudenten sind Mitarbeiter.  
Festangestellte sind keine Werksstudenten
- Festangestellte haben die zusätzlichen Eigenschaften Gehalt und Einstelldatum.
- Werksstudenten haben die zusätzlichen Eigenschaften Beginn, Dauer und Vergütung

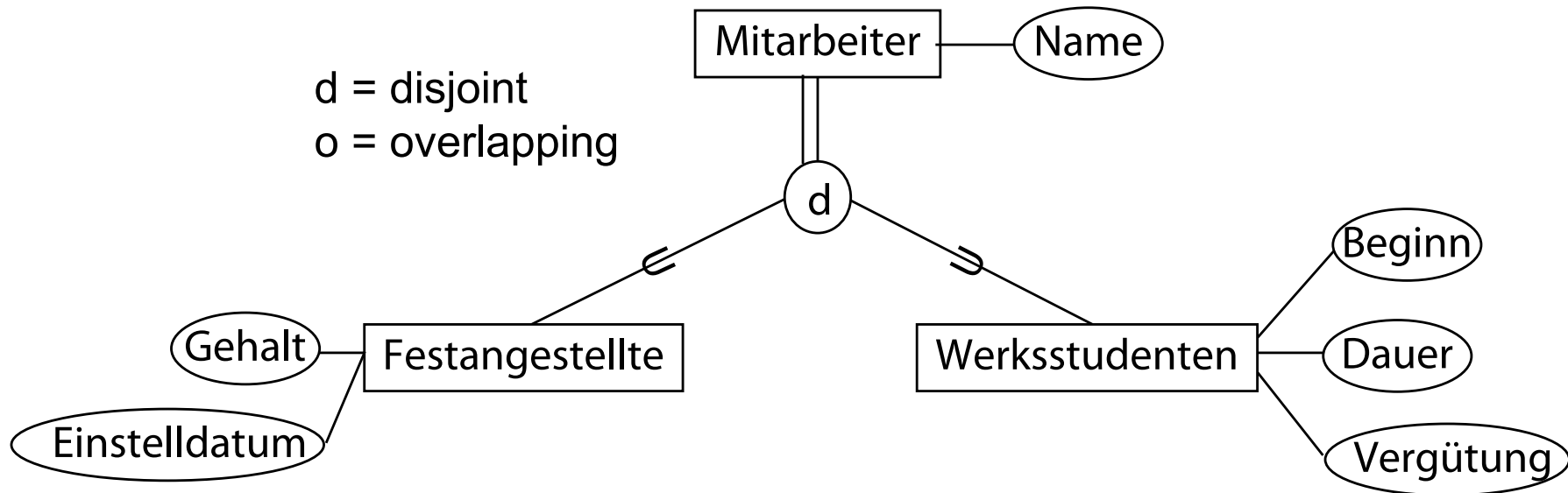


# Generalisierung und Spezialisierung (4)

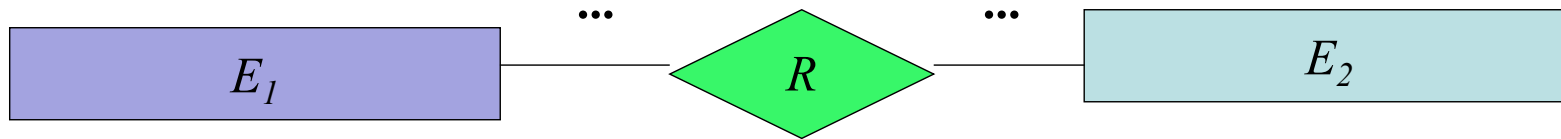
## Erweiterte Entity-Relationship-Diagramme

### Beispiel:

- Festangestellte und Werksstudenten sind Mitarbeiter.  
Festangestellte sind keine Werksstudenten
- Die Menge der Mitarbeiter ist gleich der (disjunkten) Vereinigung der Mengen Festangestellte und Werksstudenten, d.h. ein Mitarbeiter ist entweder festangestellt oder Werksstudent

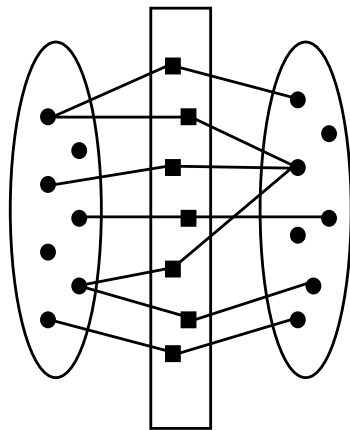


# Assoziation / Relationship

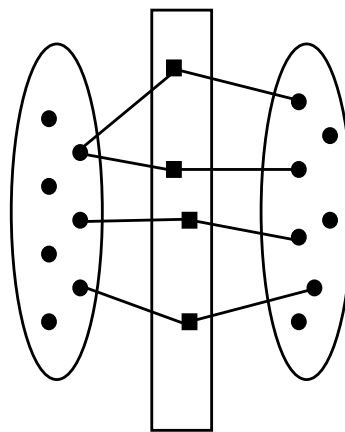


$$R \subseteq E_1 \times E_2$$

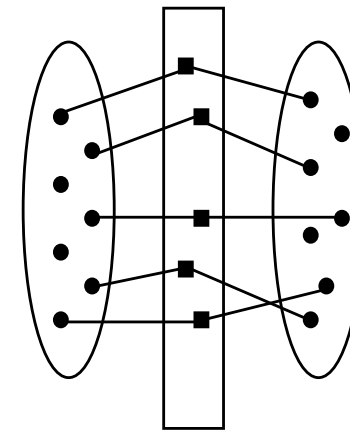
- Objekte können miteinander in Beziehung gesetzt (assoziiert) werden:
  - Binäre (ternäre, ...) Beziehungen assoziieren zwei (drei, ...) Klassen oder Objekte
  - Allgemein: n-äre Beziehungen zwischen n Klassen oder Objekten, wobei n der Grad der Beziehung ist
- Funktionalitätsangaben definieren Einschränkungen (siehe Bilder)



n:m



1:n



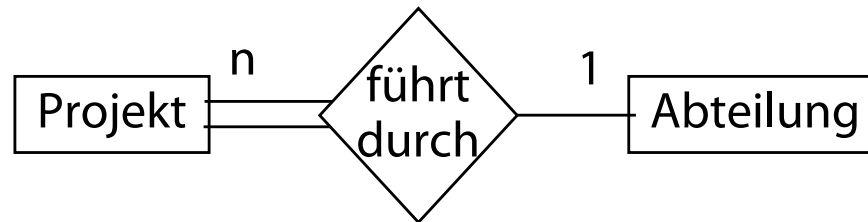
1:1

IM FOCUS DAS LEBEN

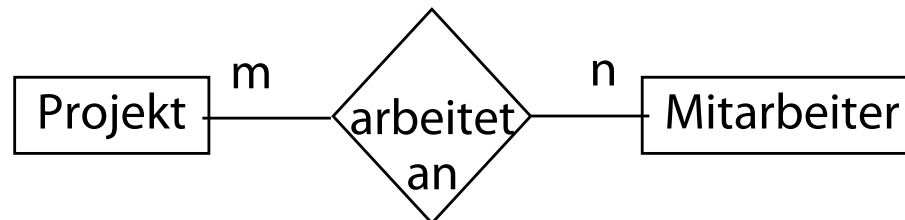
# Assoziation / Relationship

## Beispiele:

- Projekte werden von Abteilungen durchgeführt. Jedes Projekt muss einer Abteilung zugeordnet sein. Eine Abteilung kann mehrere Projekte ausführen.



- An Projekten arbeiten Mitarbeiter. Ein Mitarbeiter kann an mehreren Projekten arbeiten. Jedes Projekt wird von beliebig vielen Mitarbeitern bearbeitet.



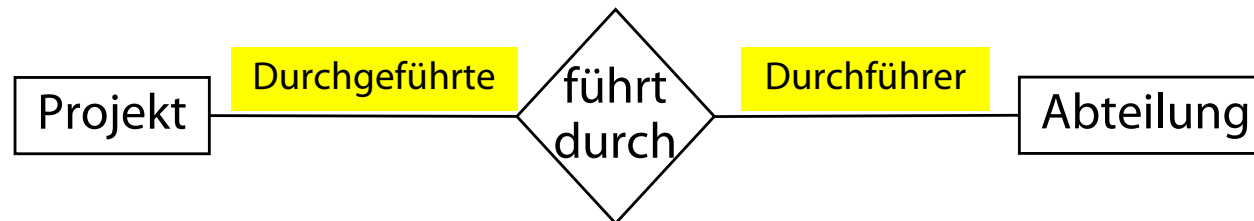
- Bemerkung:  
In der Literatur findet man auch andere Beschriftungsregeln.



# Assoziation / Relationship

---

- **Totale Partizipation:** Jede Instanz einer Klasse muss mit einer Instanz der zweiten Klasse in Beziehung stehen (====)
- **Partielle Partizipation:** Eine Instanz einer Klasse kann in Beziehung zu einer Instanz der zweiten Klasse stehen (-----)
- Rollennamen (Namen für die Argumente der Relation) identifizieren die Menge der Instanzen, die mit einer anderen Instanz in Beziehung stehen.
- Rollen können als abgeleitete Attribute verstanden werden, die die Menge der Instanzen als Attributwerte besitzen.



## Lernziel 1:

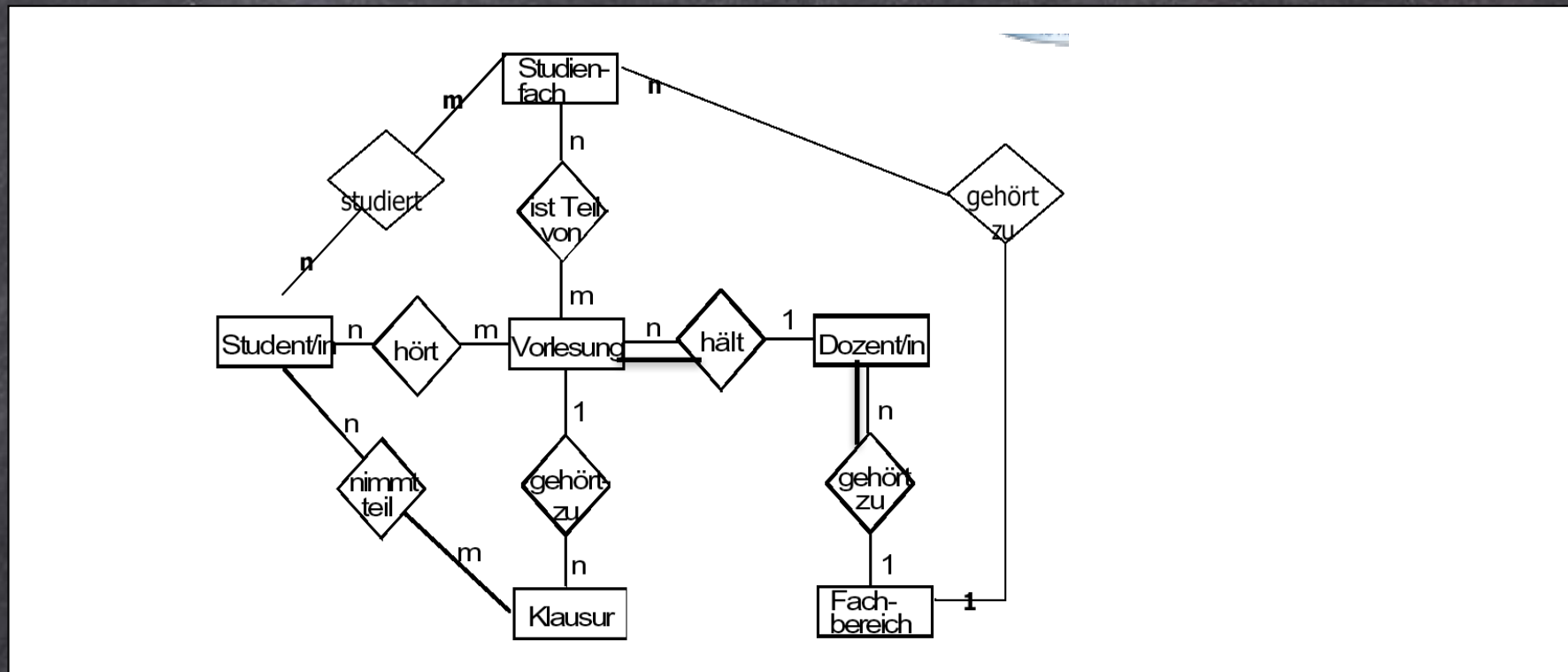
### • Gegeben: "Anforderungsdefinition"

- An einer Universität werden verschiedene Vorlesungen angeboten, die Teil mehrerer Studienfächer sind.
- Diese Vorlesungen werden von genau einem Dozenten gehalten.
- Jeder Dozent ist Mitglied genau eines Fachbereiches.
- Ein Fachbereich hat mehrere Studienfächer.
- Die Vorlesungen werden von Studenten gehört, die jeweils ein oder mehrere Studienfächer belegt haben.
- Zu jeder Vorlesung werden mehrere Klausuren angeboten, die von den Studenten geschrieben werden.

### • Gesucht: ER-Diagramm

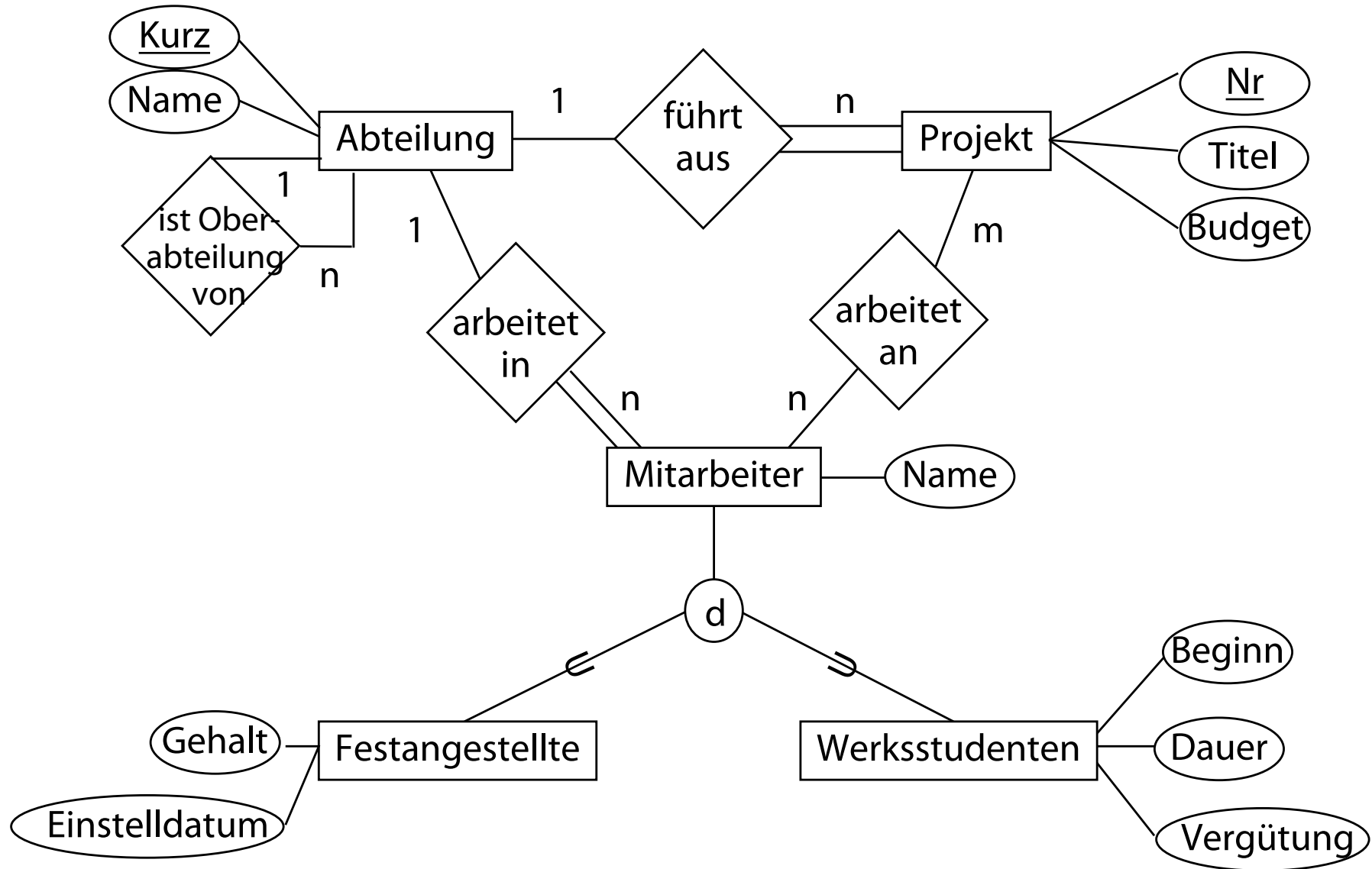
# Lernziel 1:

- Gegeben: "Anforderungsdefinition"



- Gesucht: ER-Diagramm

# Lernziel 2: ER-Diagramm erläutern

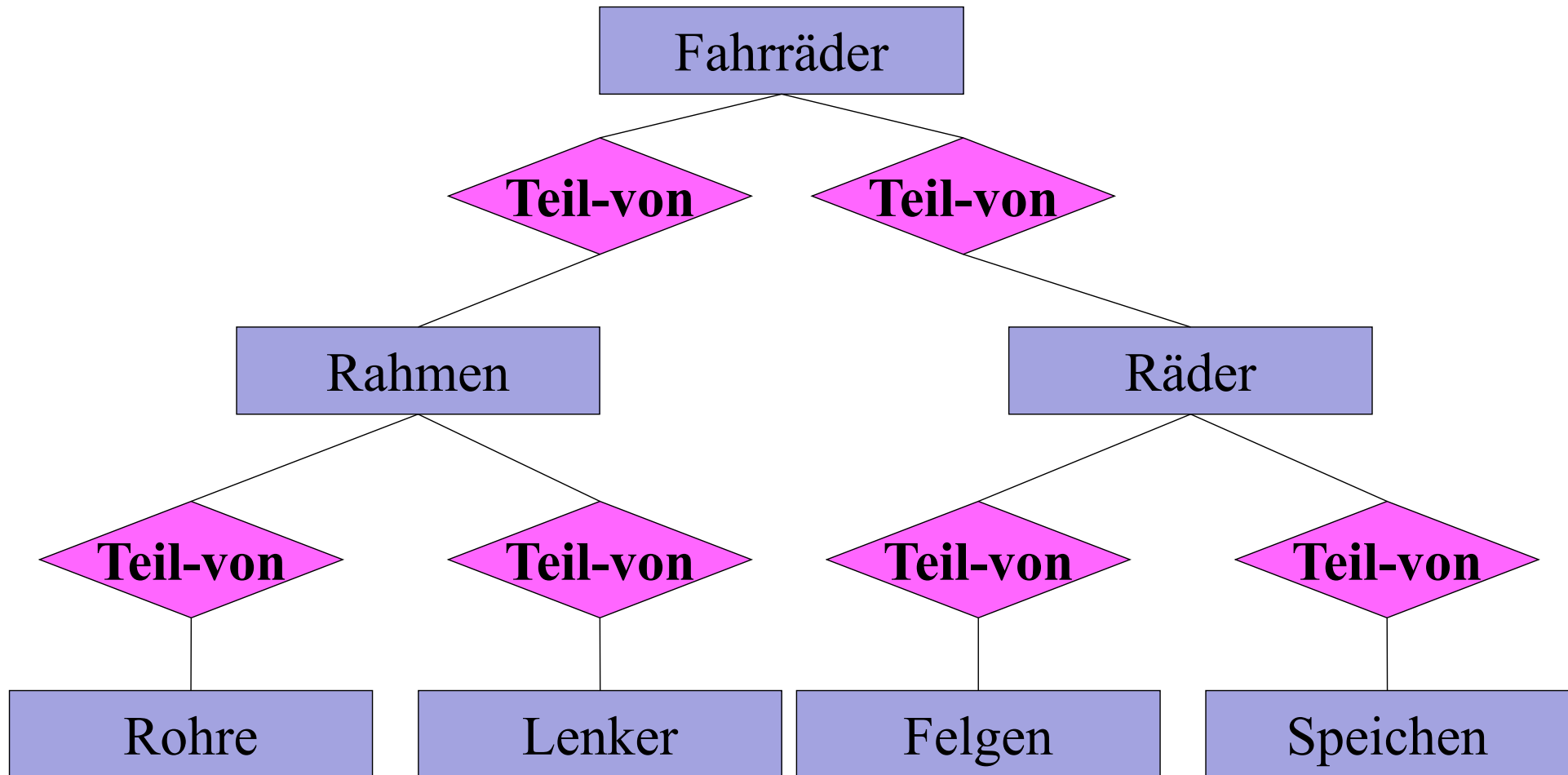


# Aggregation und Dekomposition

---

- Objekte können zu übergeordneten Objekten aggregiert werden:
  - Beziehungen zwischen Komponenten und übergeordnetem Objekt
  - Übergeordnetes Objekt kann wiederum an Beziehungen teilnehmen.
- Im Vergleich zur "normalen" Assoziation wird die "Aggregation" in der Entity-Relationship-Modellierung nicht besonders unterstützt. Man verwende anwendungsspezifische Assoziationen
- Aggregation von Werten (z.B. Addition) werden gesondert behandelt

# Aggregation (von Objekten)



...

...

...

...



# Identifikation und Schlüssel (1)

---

Zur **Identifikation** existieren zwei grundlegende Ansätze in Datenbankmodellen:

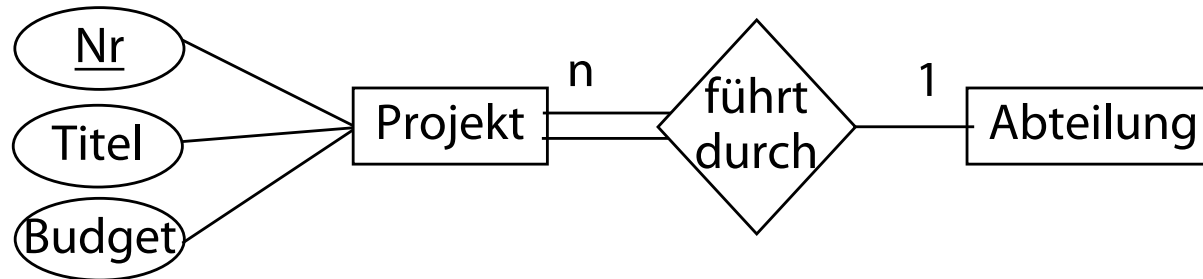
- **Referentielle Identifikation** bezeichnet direkte Verweise auf Objekte (→ Zeiger in Programmiersprachen).
- **Assoziative Identifikation** verwendet die Werte von Attributen oder Attributkombinationen, um sich eindeutig auf Objekte zu beziehen (→ Schlüssel: Ausweisnummer, Fahrgestellnummer, ...).
- In der Praxis benötigt man häufig beide Formen der Identifikation.

## Schlüssel:

- Schlüssel sind Attribute oder Attributkombinationen mit innerhalb einer Klasse eindeutigen Werten und eignen sich deshalb zur Identifikation.
- Es kann mehrere Schlüsselkandidaten geben (Primärschlüssel, Sekundärschlüssel).
- Schlüssel stellen als Attributwerte Beziehungen zu anderen Objekten her (Fremdschlüssel).
- Durch Fremdschlüssel referenzierte Objekte müssen existieren (→ referentielle Integrität).

# Identifikation und Schlüssel (2)

Beispiel: Projekte können durch eine Nummer eindeutig identifiziert werden.



Dabei existieren zwei Möglichkeiten zur Identifikation von Projekten innerhalb der Assoziation "führt durch":

## Referentielle Identifikation

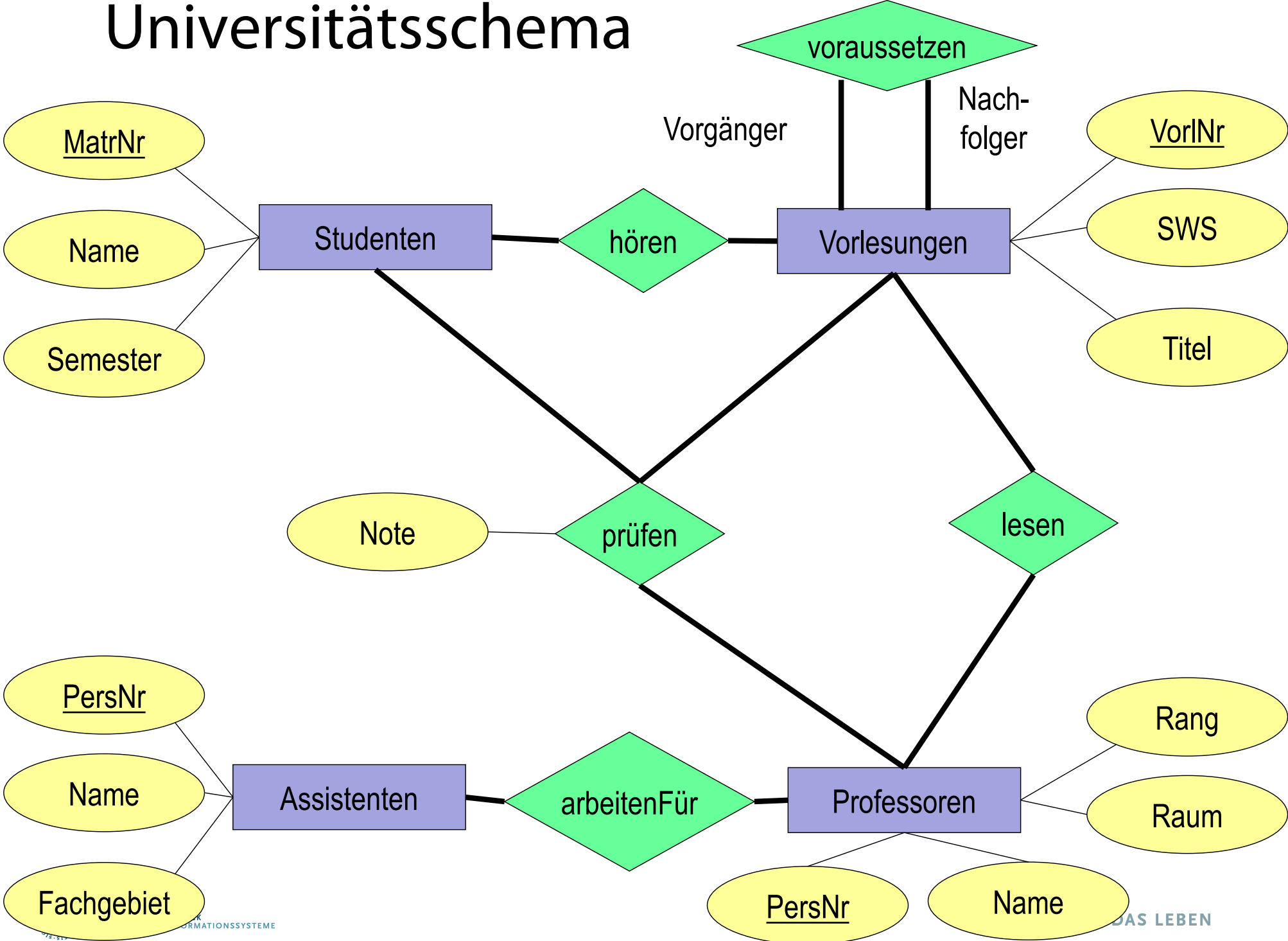
	Projekt	Abteilung
←	●	...
←	●	...
←	●	...
	...	...

## Assoziative Identifikation

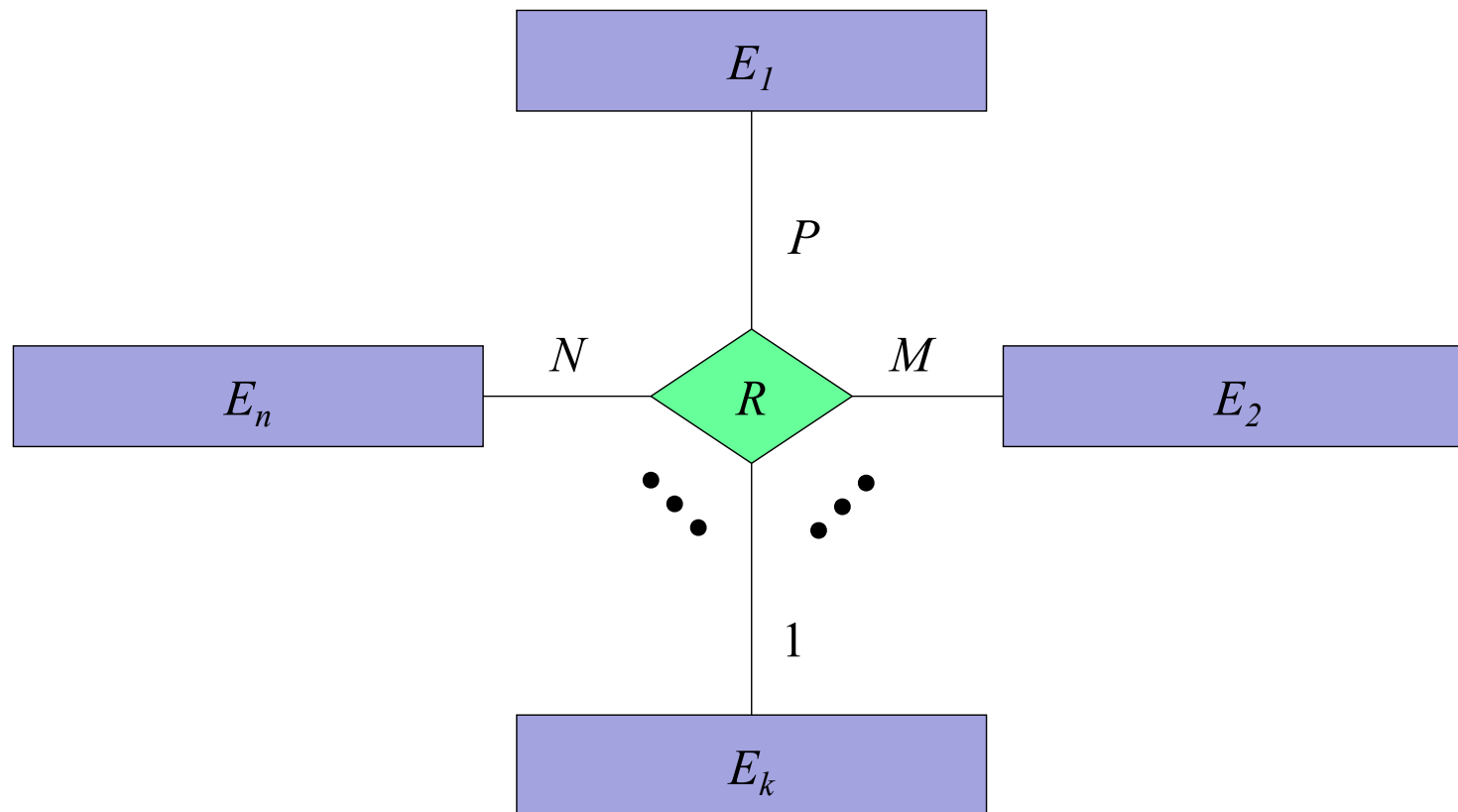
Projekt	Abteilung
4711	...
4712	...
4713	...
...	...



# Universitätsschema

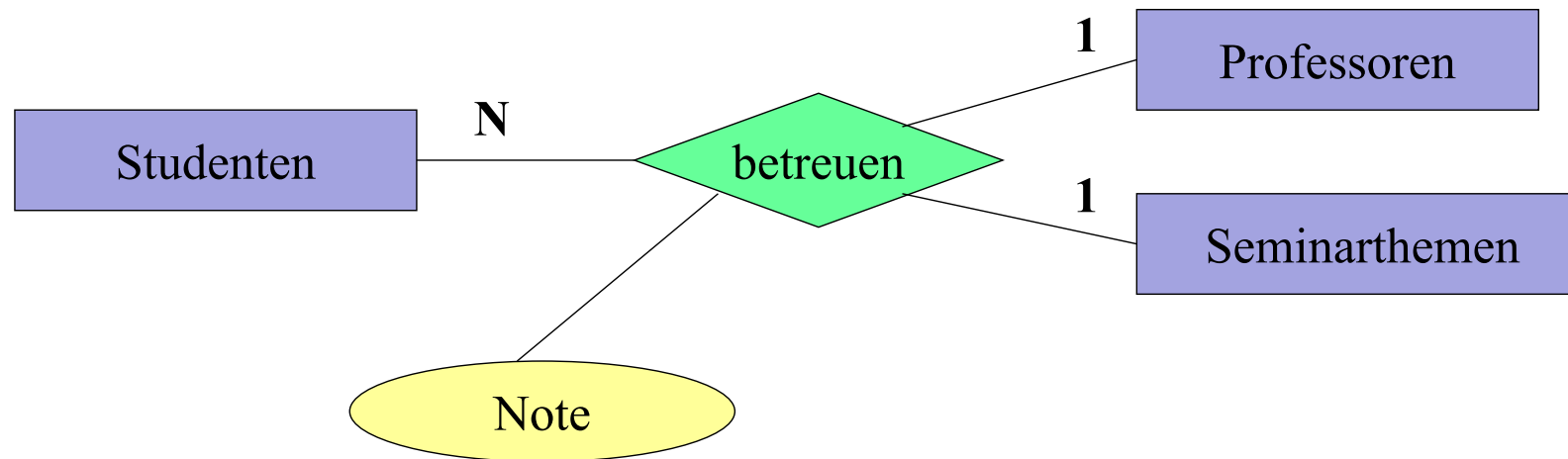


# Funktionalitäten bei $n$ -stelligen Beziehungen



$$R : E_1 \times \dots \times E_{k-1} \times E_{k+1} \times \dots \times E_n \rightarrow E_k$$

# Beispiel-Beziehung: *betreuen*



betreuen : Professoren x Studenten  $\rightarrow$  Seminarthemen

betreuen : Seminarthemen x Studenten  $\rightarrow$  Professoren

# Dadurch erzwungene Konsistenzbedingungen

---

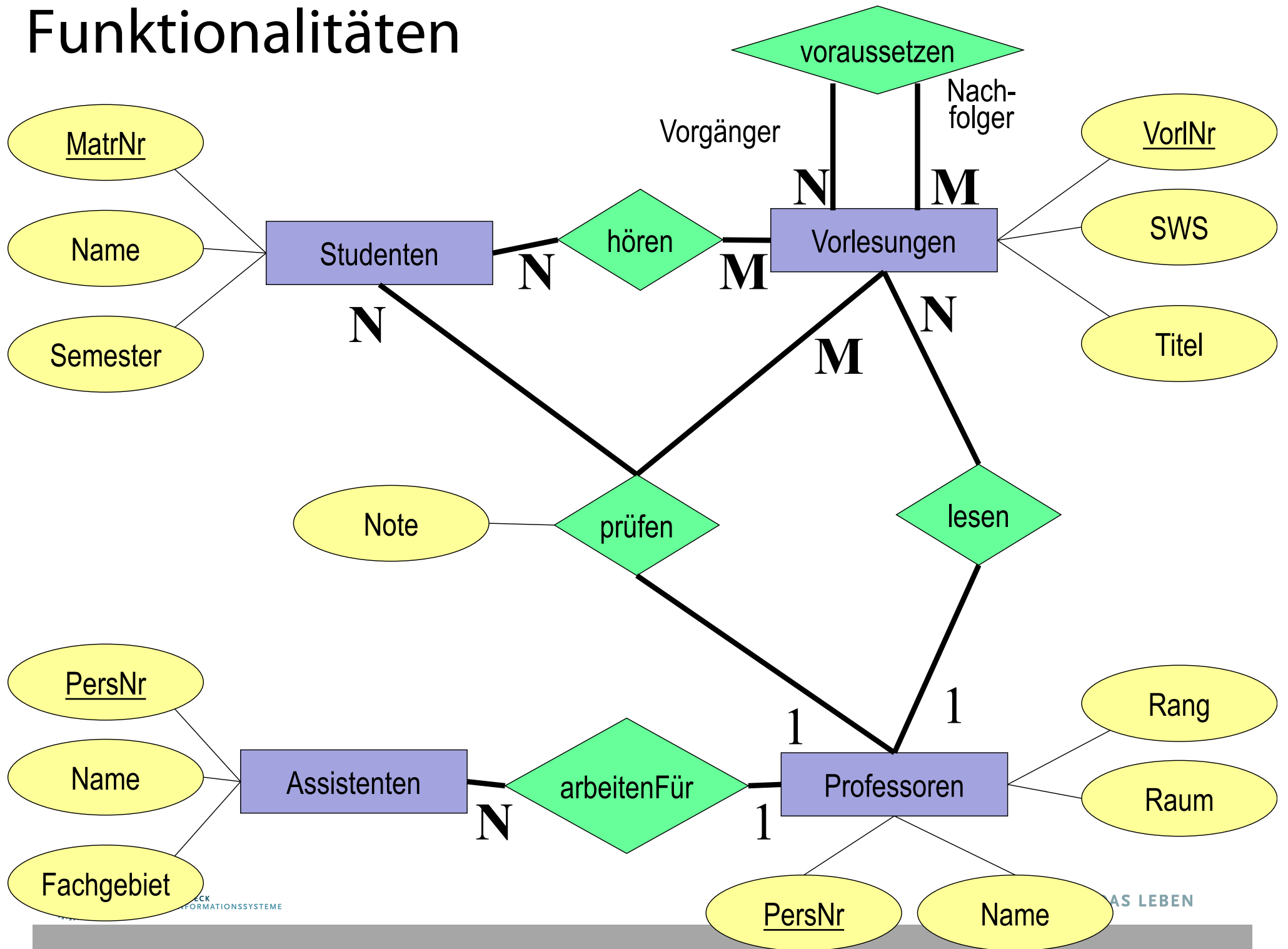
1. Studenten dürfen bei demselben Professor bzw. derselben Professorin nur ein Seminarthema "ableisten" (damit ein breites Spektrum abgedeckt wird).
1. Studenten dürfen dasselbe Seminarthema nur einmal bearbeiten – sie dürfen also nicht bei anderen Professoren ein schon einmal erteiltes Seminarthema nochmals bearbeiten.

Folgende Datenbankzustände nach wie vor möglich:

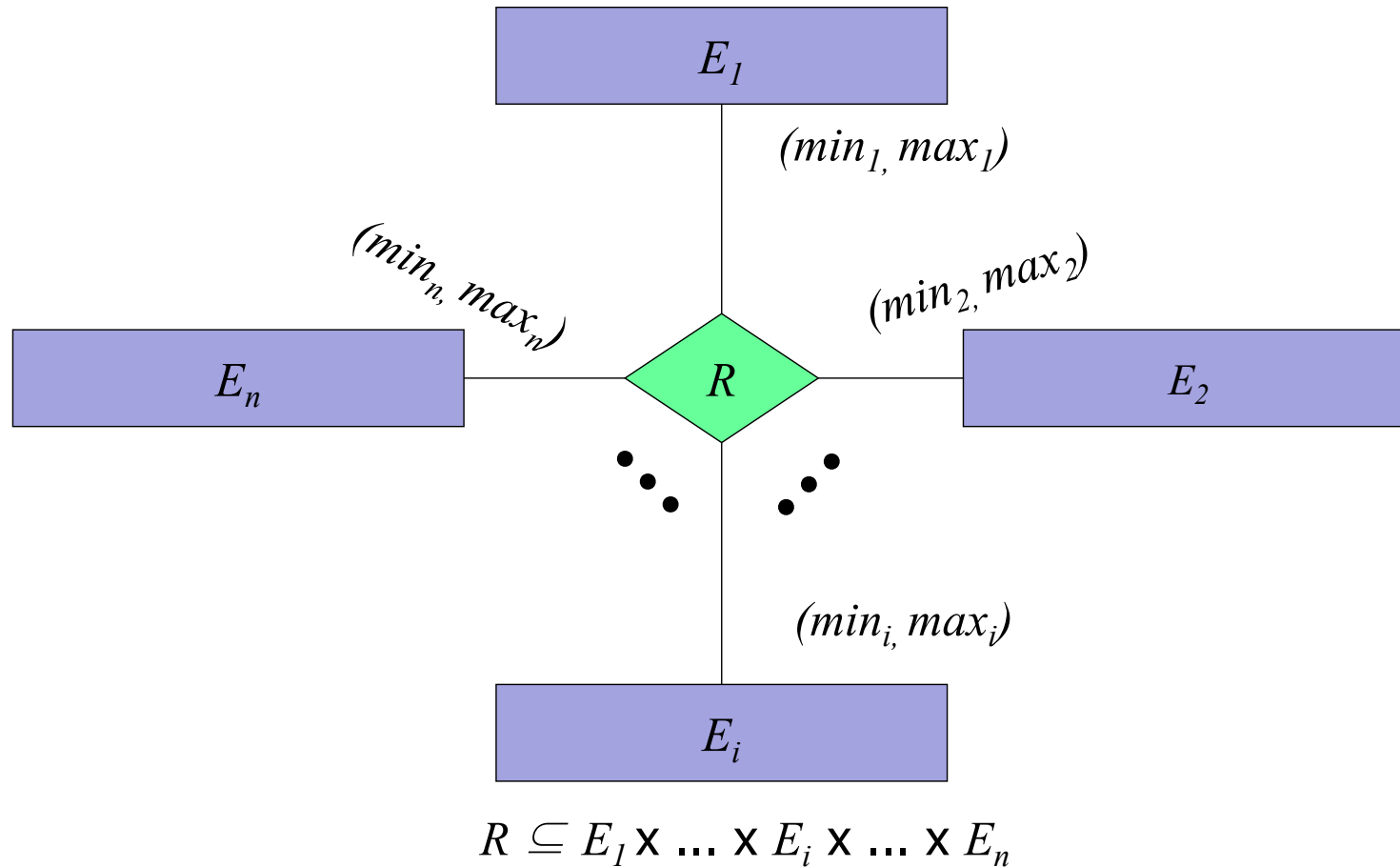
- Professoren können dasselbe Seminarthema „wiederverwenden“ – also dasselbe Thema auch mehreren Studenten erteilen.
- Ein Thema kann von mehreren Professoren vergeben werden – aber an unterschiedliche Studenten.



# Funktionalitäten



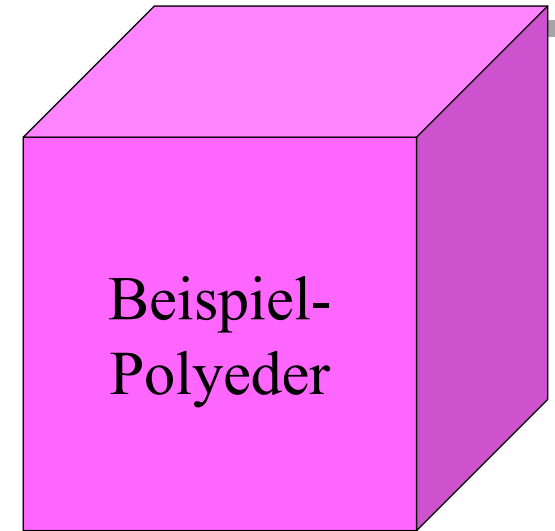
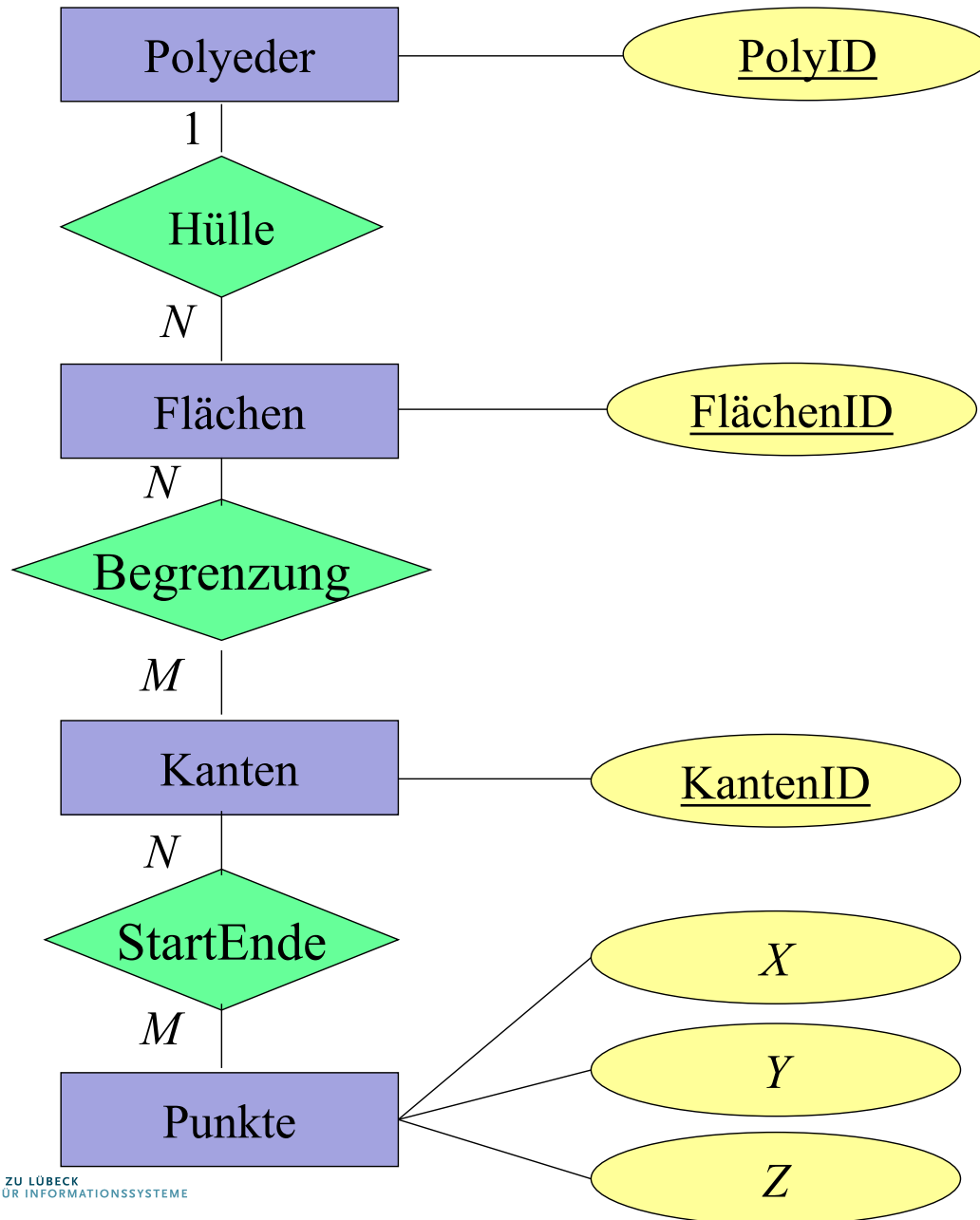
# (Min, Max)-Notation / Kardinalitäten



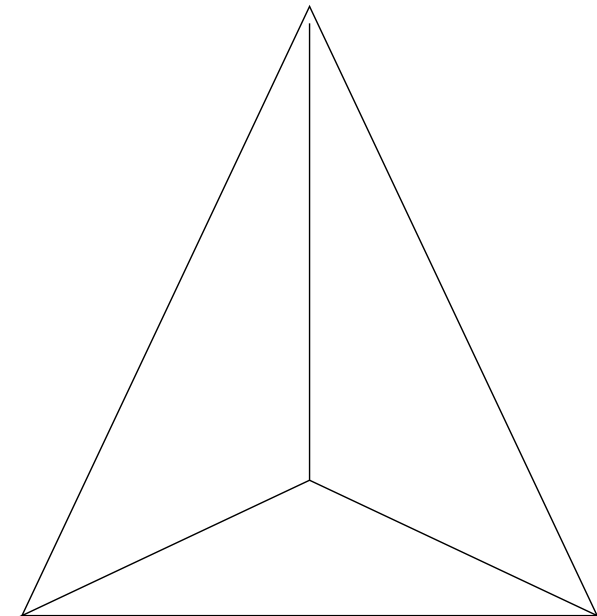
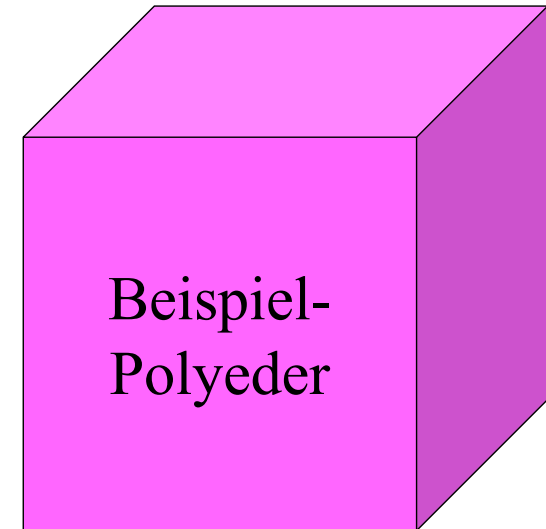
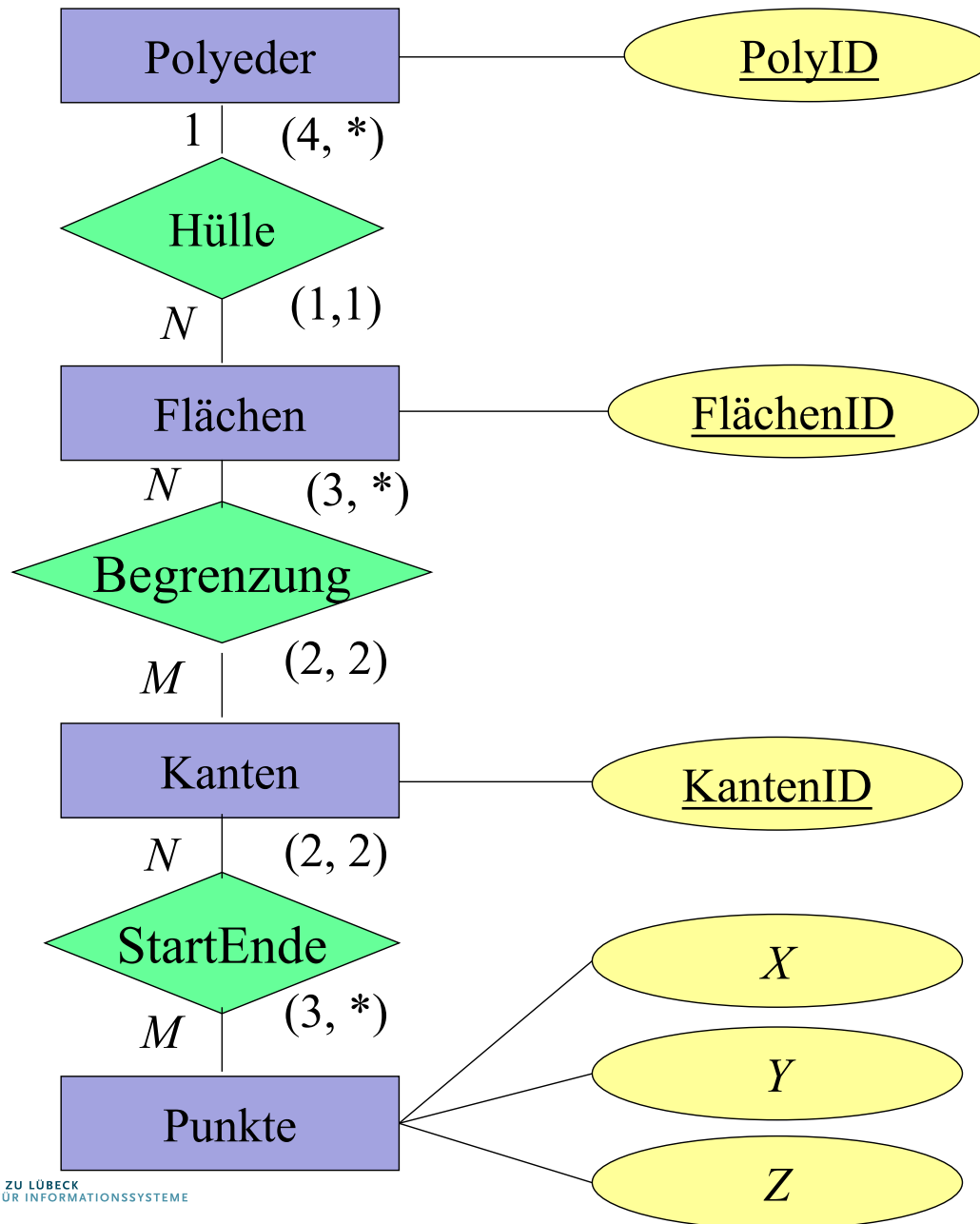
Für jedes  $e_i \in E_i$  gibt es

- Mindestens  $min_i$  Tupel der Art  $(\dots, e_i, \dots)$  und
- Höchstens  $max_i$  viele Tupel der Art  $(\dots, e_i, \dots) \in R^n$

# Komplex-strukturierte Entities



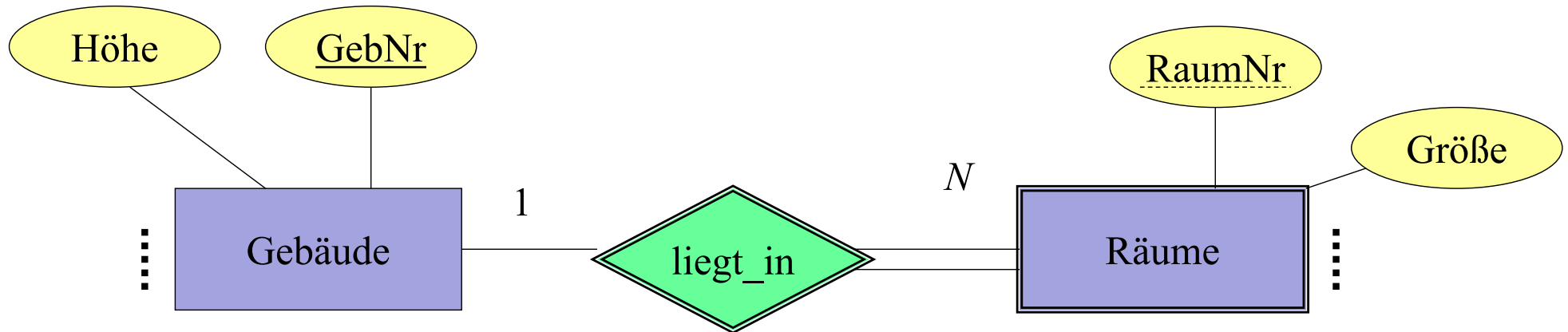
# Komplex-strukturierte Entities



IM FOCUS DAS LEBEN



# Schwache, existenzabhängige Entities



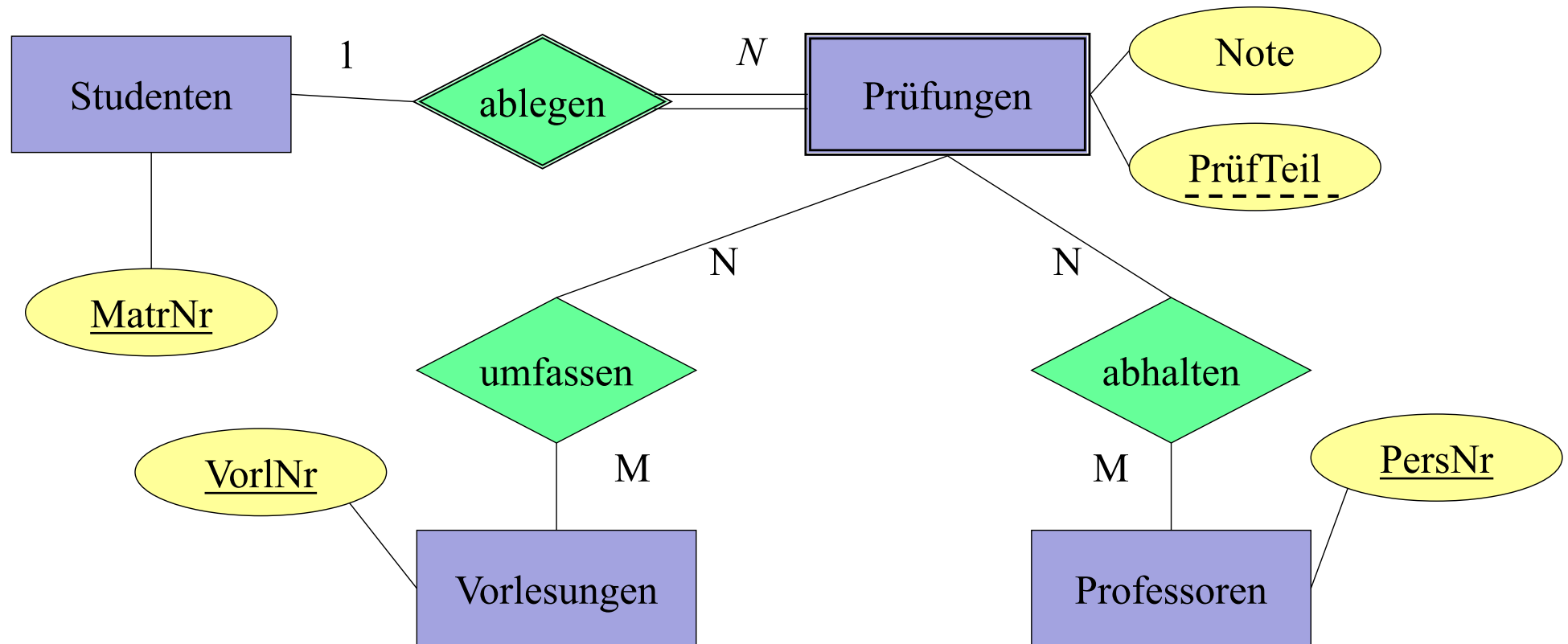
Beziehung zwischen "starken" und schwachem Typ ist immer 1:N (oder 1:1 in seltenen Fällen)

Warum kann das keine  $N:M$ -Beziehung sein?

RaumNr ist nur innerhalb eines Gebäudes eindeutig

Schlüssel ist: GebNr **und** RaumNr

# Prüfungen als schwacher Entitytyp



Mehrere Prüfer in einer Prüfung

Mehrere Vorlesungen werden in einer Prüfung abgefragt

# Zusammenfassung, Kernpunkte

---

## Grundlagen von Datenbanksystemen

- Grob-Architektur eines Datenbanksystems
- Logisch-konzeptuelle Entwurfsebene:  
Entity-Relationship-Modell

