Teil III

Entity-Relationship-Modell

Entity-Relationship-Modell

1. Datenbankmodelle

2. ER-Modell

3. Weitere Konzepte im ER-Modell

Lernziele für heute ...

- Kenntnis der Konzepte des Entity-Relationship-Modells
- Fähigkeiten zur konzeptuellen Modellierung eines Anwendungsbereichs

OTTO VON GUERICKE
UNIVERSITÄT
MAGDEBURG

Datenbankmodelle

Grundlagen von Datenbankmodellen

OTTO VON GUERICKE UNIVERSITÄT MAGDEBURG

Datenbankmodell

Ein **Datenbankmodell** ist ein System von Konzepten zur Beschreibung von Datenbanken. Es legt Syntax und Semantik von Datenbankbeschreibungen für ein Datenbanksystem fest.

- Datenbankbeschreibungen = Datenbankschemata

Ein Datenbankmodell legt fest...

1. **statische Eigenschaften**
   - 1.1 Objekte
   - 1.2 Beziehungen

   inklusive der Standard-Datentypen, die Daten über die Beziehungen und Objekte darstellen können,
2. **dynamische Eigenschaften** wie
   - 2.1 Operationen
   - 2.2 Beziehungen zwischen Operationen,
3. **Integritätsbedingungen** an
   - 3.1 Objekte
   - 3.2 Operationen

Datenbankmodelle

- Klassische Datenbankmodelle sind speziell geeignet für
  - große Informationsmengen mit relativ starrer Struktur und
  - die Darstellung statischer Eigenschaften und Integritätsbedingungen (also die Bereiche 1(a), 1(b) und 3(a))
- Entwurfsmodelle: (E)ER-Modell, UML, ...
- Realisierungsmodelle: Relationenmodell, objektorientierte Modelle, ...

Datenbanken versus Programmiersprachen

Datenbankkonzept	**Typsystem einer Programmiersprache**
Datenbankmodell *Relation, Attribut ...*	Typsystem `int, struct ...`

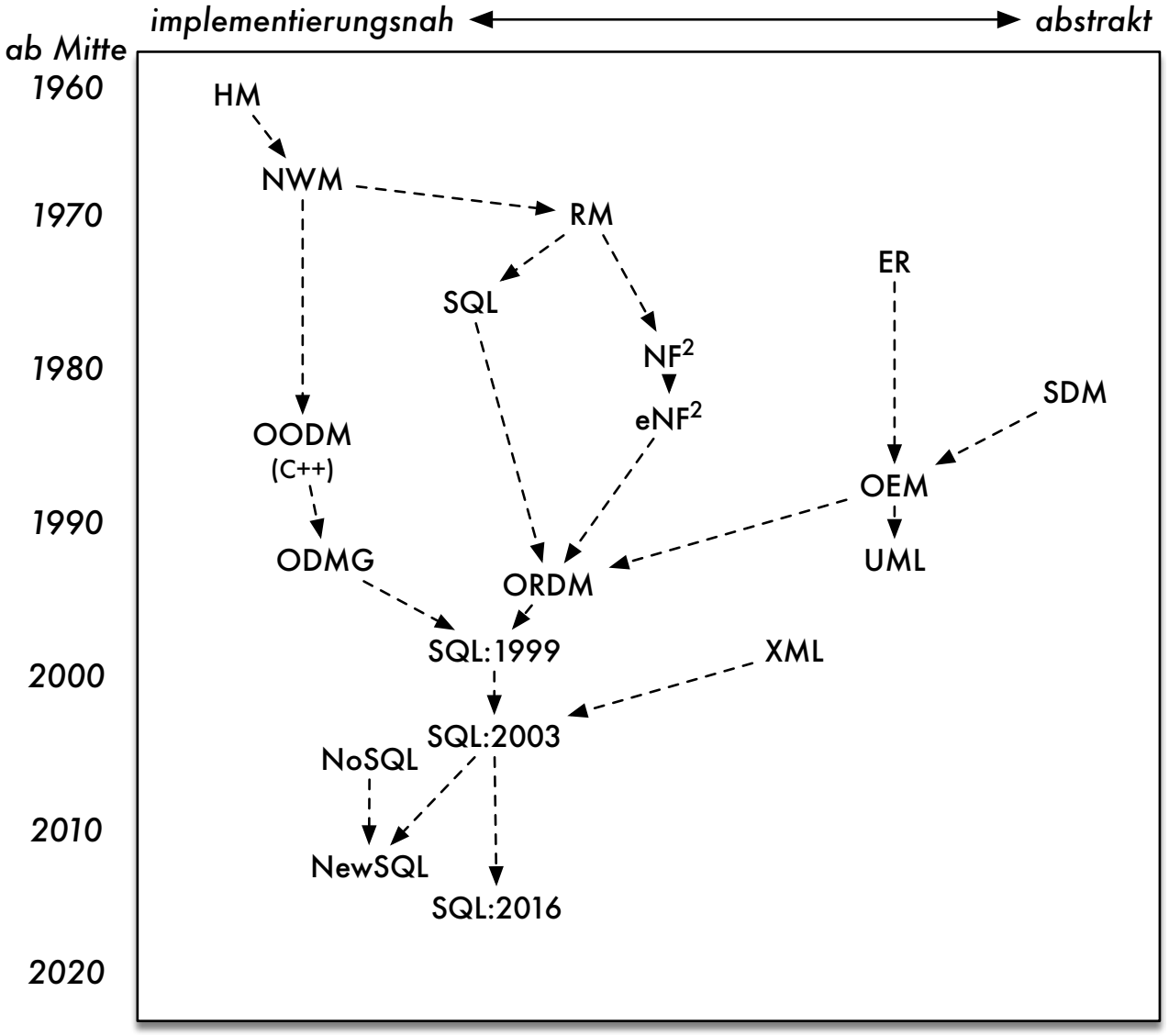
Datenbankschema
`relation WEIN = (...)`
	Variablendeklaration
	`var x: int,`
	`y: struct Wein`

Datenbank `WEIN`(4961, 'Chardonnay', 'Weiß', ...)	Werte 42, 'Cabernet Sauvignon' 42, 'Cabernet Sauvignon'

Abstraktionsstufen

Modelle	Daten	Algorithmen
abstrakt	Entity-Relationship-Modell	Struktogramme
konkret	Hierarchisches Modell Netzwerkmodell Relationenmodell	Pascal C, C++ Java, C#

Datenbankmodelle im Überblick



Datenbankmodelle im Überblick /2

- HM: hierarchisches Modell, NWM: Netzwerkmodell, RM: Relationenmodell
- NF^2: Modell der geschachtelten (Non-First-Normal-Form = NF^2) Relationen, eNF^2: erweitertes NF^2-Modell
- ER: Entity-Relationship-Modell, SDM: semantische Datenmodelle
- OODM / C++: objektorientierte Datenmodelle auf Basis objektorientierter Programmiersprachen wie C++, OEM: objektorientierte Entwurfsmodelle (etwa UML), ORDM: objektrelationale Datenmodelle

ER-Modell

Das ER-Modell

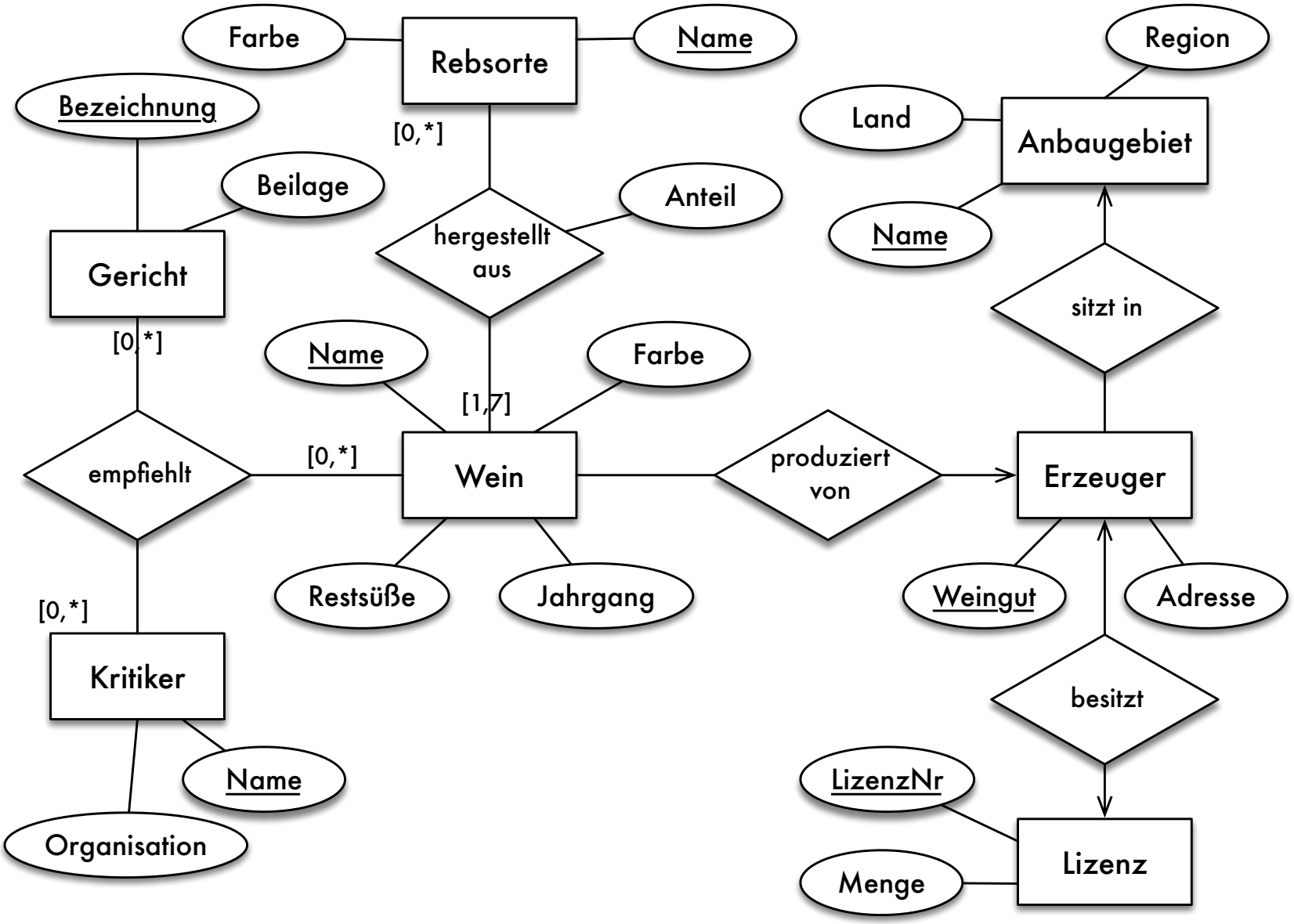
OTTO VON GUERICKE UNIVERSITÄT MAGDEBURG

Entity: Objekt der realen oder der Vorstellungswelt, über das Informationen zu speichern sind, z.B. **Produkte** (Wein, Katalog), Winzer oder Kritiker; aber auch Informationen über Ereignisse, wie z.B. **Bestellungen**

Relationship: beschreibt eine Beziehung zwischen Entities, z.B. ein Kunde **bestellt** einen Wein oder ein Wein wird von einem Winzer **angeboten**

Attribut: repräsentiert eine Eigenschaft von Entities oder Beziehungen, z.B. **Name** eines Kunden, **Farbe** eines Weines oder **Datum** einer Bestellung

ER-Beispiel


Farbe
Rebsorte
Name
Bezeichnung
[0,*]
Beilage
Anteil
hergestellt aus
Gericht
[0,*]
Name
Farbe
[1,7]
empfiehlt
[0,*]
Wein
produziert von
Restsüße
Jahrgang
[0,*]
Kritiker
Name
Organisation
Region
Land
Anbaugebiet
Name
sitzt in
Erzeuger
Weingut
Adresse
besitzt
LizenzNr
Menge
Lizenz

Werte

- **Werte**: primitive Datenelemente, die direkt darstellbar sind
- Wertemengen sind beschrieben durch **Datentypen**, die neben einer Wertemenge auch die Grundoperationen auf diesen Werten charakterisieren
- ER-Modell: vorgegebene Standard-Datentypen, etwa die ganzen Zahlen `int`, die Zeichenketten `string`, Datumswerte `date` etc.
- jeder Datentyp stellt Wertebereich mit Operationen und Prädikaten dar

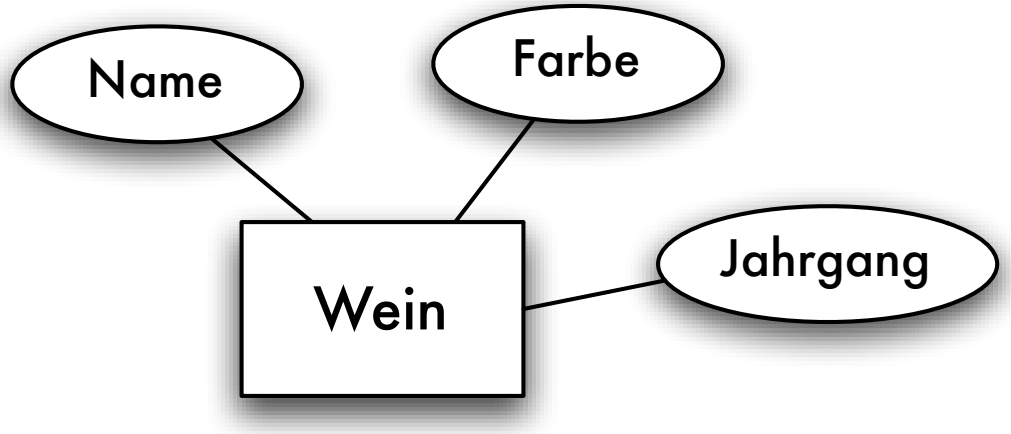
Entities

- **Entities** sind die in einer Datenbank zu repräsentierenden Informationseinheiten
- im Gegensatz zu Werten nicht direkt darstellbar, sondern nur über ihre Eigenschaften beobachtbar
- Entities sind eingeteilt in **Entity-Typen**, etwa $E_1, E_2 \ldots$

- Menge der aktuellen Entities: $\mathcal{E} = \{e_1, e_2, \ldots, e_n\}$

Attribute

- **Attribute** modellieren Eigenschaften von Entities oder auch Beziehungen
- alle Entities eines Entity-Typs haben dieselben Arten von Eigenschaften; Attribute werden somit für Entity-Typen deklariert



- textuelle Notation $E(A_1 : D_1, \ldots, A_m : D_m)$

Identifizierung durch Schlüssel

- Schlüsselattribute: Teilmenge der gesamten Attribute eines Entity-Typs $E(A_1, \ldots, A_m)$

$$\{S_1, \ldots, S_k\} \subseteq \{A_1, \ldots, A_m\}$$

- in jedem Datenbankzustand identifizieren die aktuellen Werte der Schlüsselattribute eindeutig Instanzen des Entity-Typs E
- bei mehreren möglichen Schlüsselkandidaten: Auswahl eines **Primärschlüssels**
- Notation: markieren durch Unterstreichung:

$$E(\ldots, \underline{S_1}, \ldots, \underline{S_i}, \ldots)$$

Beziehungstypen

- Beziehungen zwischen Entities werden zu **Beziehungstypen** zusammengefasst
- allgemein: beliebige Anzahl $n \geq 2$ von Entity-Typen kann an einem Beziehungstyp teilhaben
- zu jedem n-stelligen Beziehungstyp R gehören n Entity-Typen $E_1, \ldots, E_n$
- Ausprägung $\mathcal{R}$ eines Beziehungstyps

$$\mathcal{R} \subseteq \mathcal{E}_1 \times \mathcal{E}_2 \times \cdots \times \mathcal{E}_n$$

Beziehungstypen /2

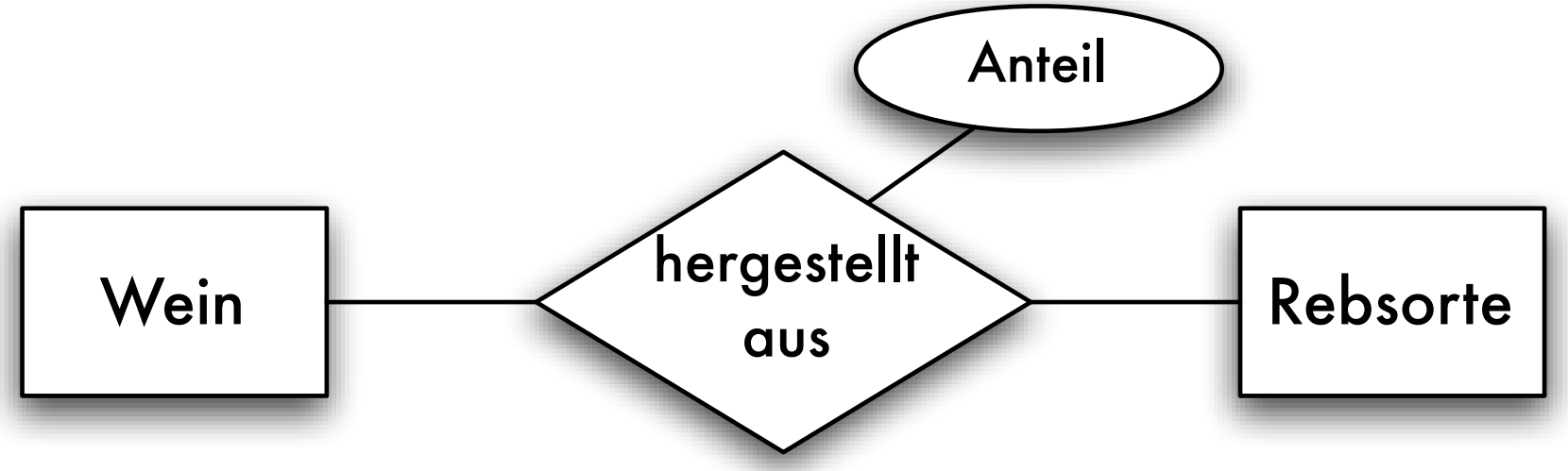
- Notation

- textuelle Notation: $R(E_1, E_2, \ldots, E_n)$
- wenn Entity-Typ mehrfach an einem Beziehungstyp beteiligt: Vergabe von **Rollennamen** möglich

```
verheiratet(Frau: Person, Mann: Person)
```

Beziehungsattribute

- Beziehungen können ebenfalls Attribute besitzen
- Attributdeklarationen werden beim Beziehungstyp vorgenommen; gilt auch hier für alle Ausprägungen eines Beziehungstyps $\rightsquigarrow$ **Beziehungsattribute**

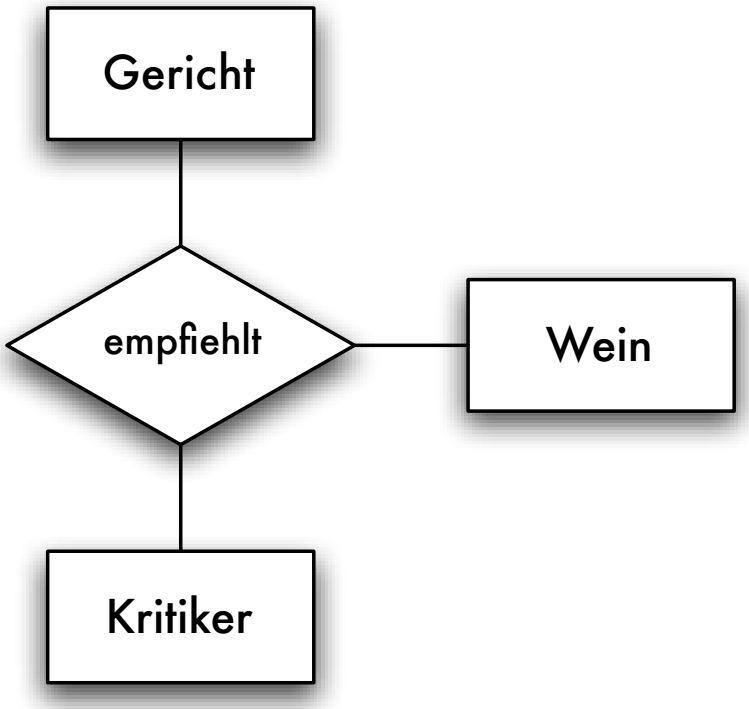


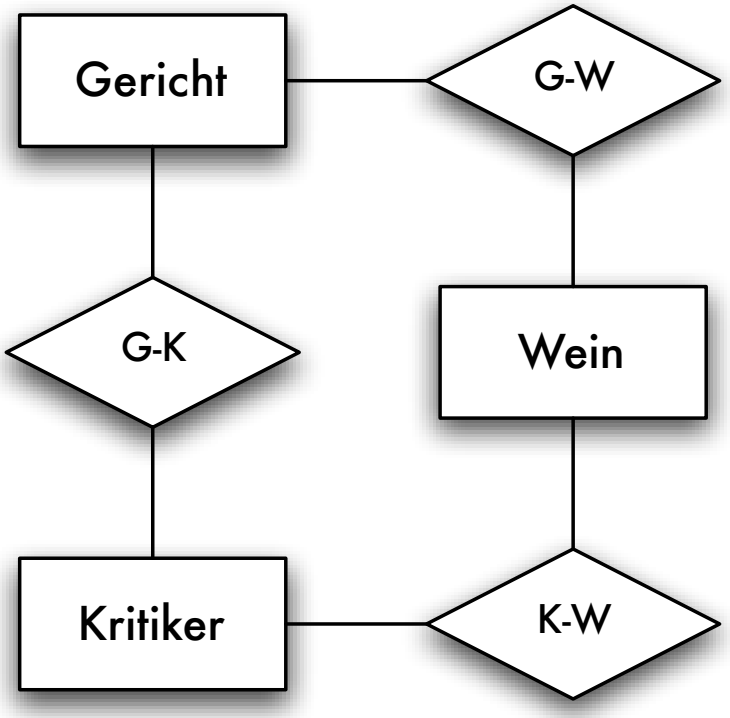
- textuelle Notation: $R(E_1, \ldots, E_n; A_1, \ldots, A_k)$

Merkmale von Beziehungen

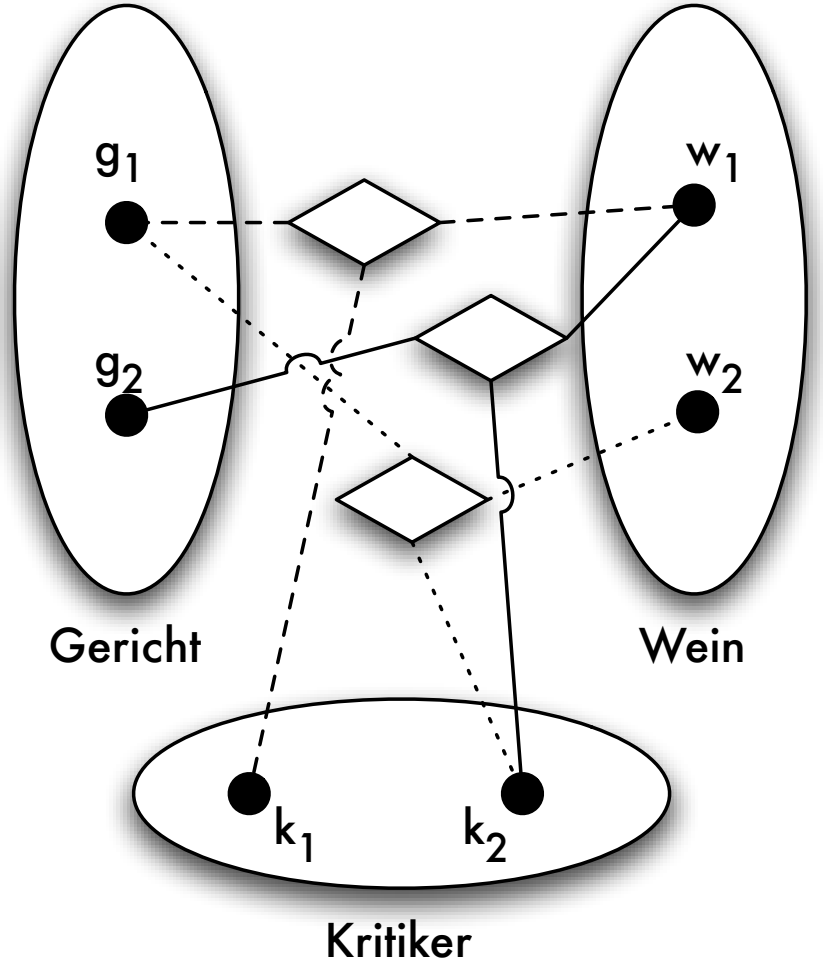
- **Stelligkeit** oder Grad:
  - Anzahl der beteiligten Entity-Typen
  - häufig: binär
  - Beispiel: *Lieferant* **liefert** *Produkt*
- **Kardinalität** oder Funktionalität:
  - Anzahl der eingehenden Instanzen eines Entity-Typs
  - Formen: 1:1, 1:n, m:n
  - stellt Integritätsbedingung dar
  - Beispiel: **maximal 5** *Produkte* **pro** *Bestellung*

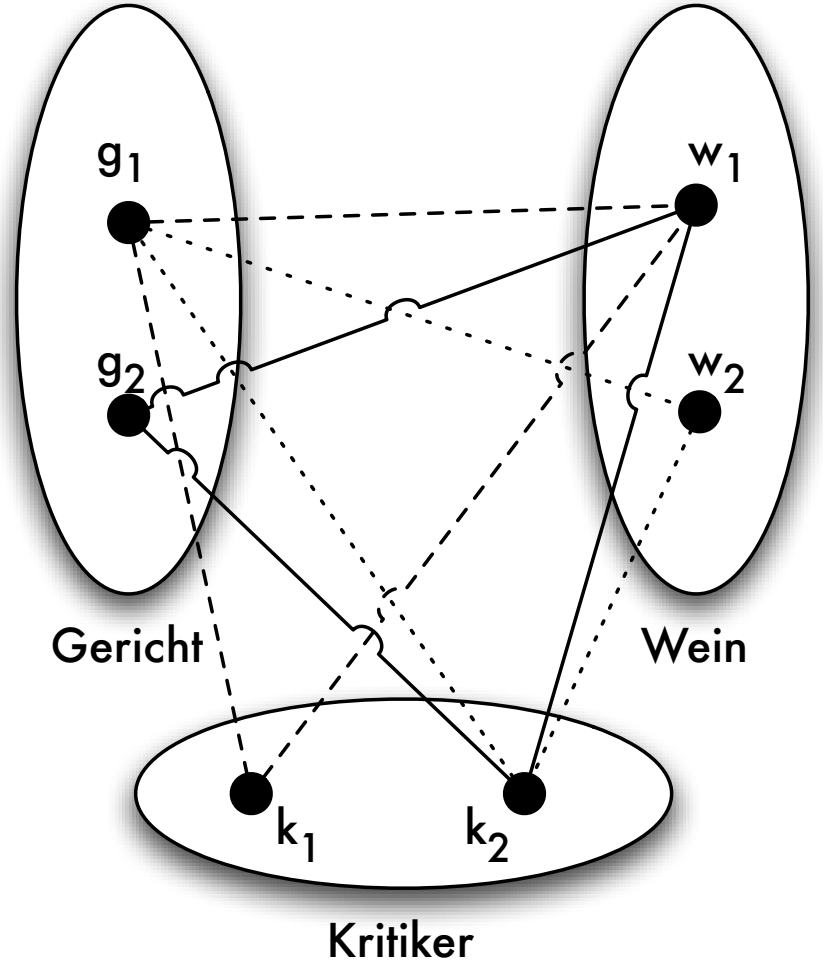
Zwei- vs. mehrstellige Beziehungen



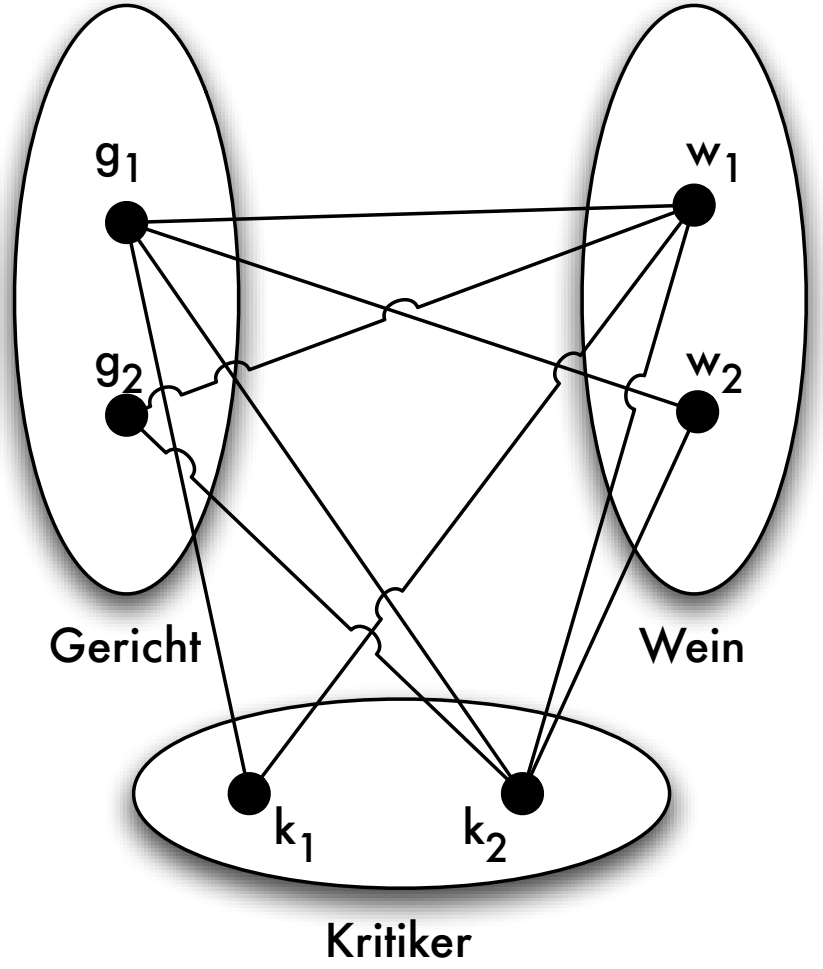


Ausprägungen im Beispiel





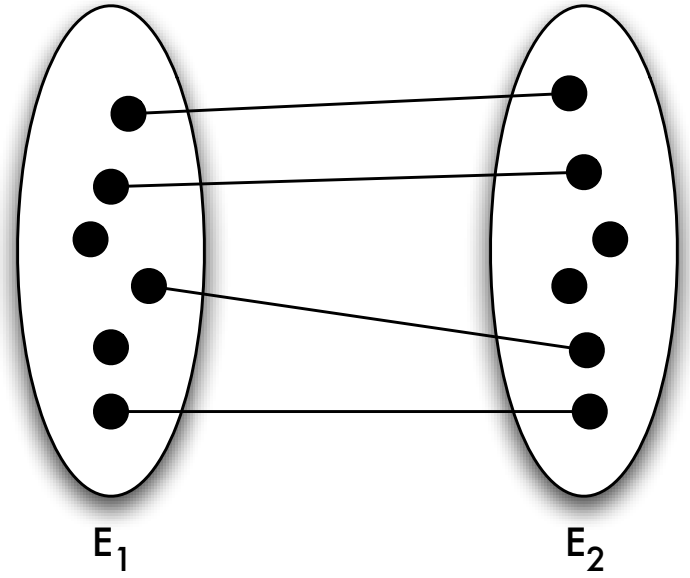
Rekonstruktion der Ausprägungen



- $g_1 - k_1 - w_1$
- $g_1 - k_2 - w_2$
- $g_2 - k_2 - w_1$
- aber auch: $g_1 - k_2 - w_1$

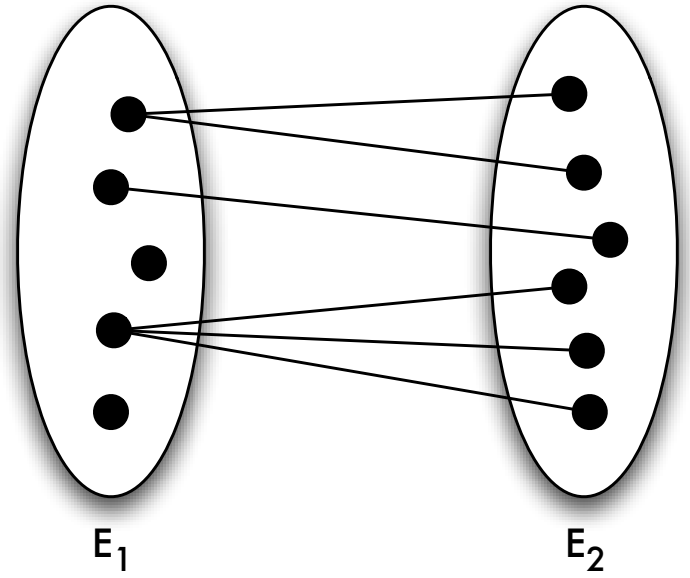
1:1-Beziehungen

- jedem Entity e_1 vom Entity-Typ E_1 ist maximal ein Entity e_2 aus E_2 zugeordnet und umgekehrt
- Beispiele: *Prospekt* **beschreibt** *Produkt*, *Mann* **ist verheiratet mit** *Frau*



1:N-Beziehungen

- jedem Entity e_1 vom Entity-Typ E_1 sind beliebig viele Entities E_2 zugeordnet, aber zu jedem Entity e_2 gibt es maximal ein e_1 aus E_1
- Beispiele: *Lieferant* **liefert** *Produkt*, *Mutter* **hat** *Kinder*



N:1-Beziehung

- invers zu 1:N, auch **funktionale** Beziehung
- zweistellige Beziehungen, die eine **Funktion** beschreiben:

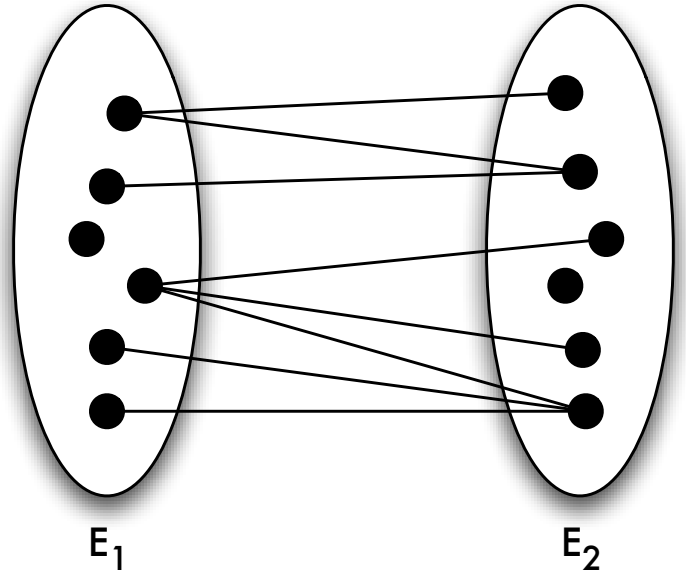
  Jedem Entity eines Entity-Typs E_1 wird maximal ein Entity eines Entity-Typs E_2 zugeordnet.

$$R : E_1 \rightarrow E_2$$

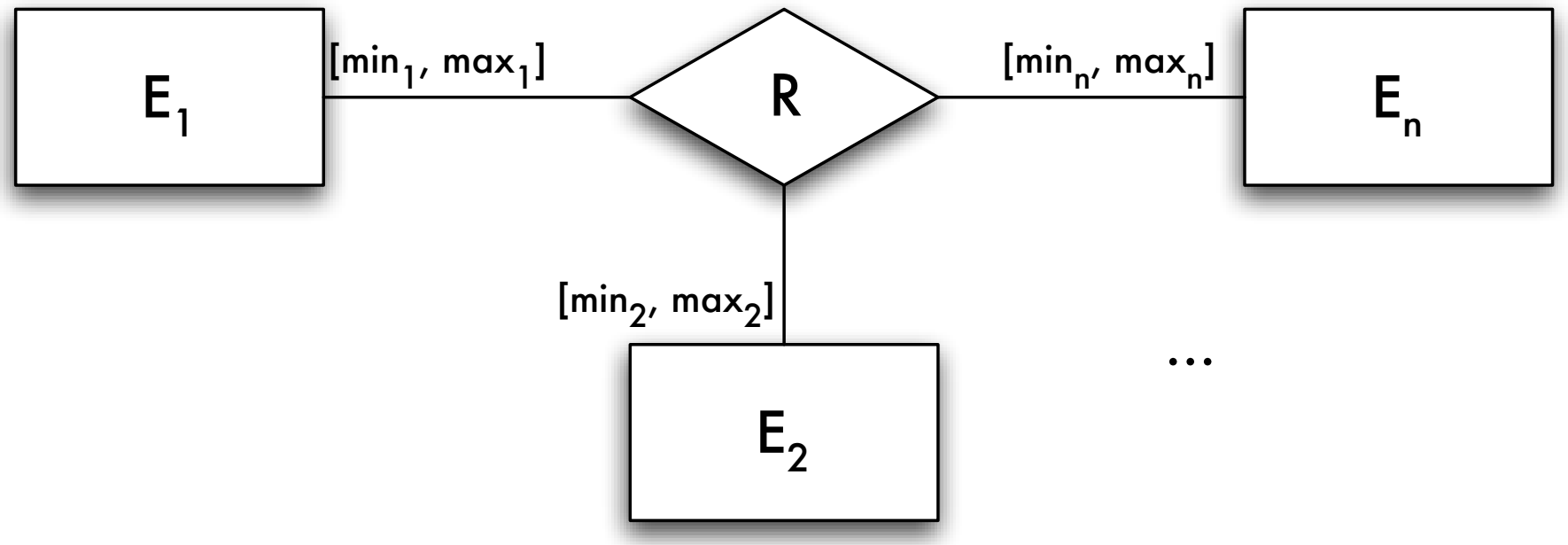
1:1-Beziehung

M:N-Beziehungen

- keine Restriktionen
- Beispiel: *Bestellung* **umfasst** *Produkte*



[min,max]-Notation



- schränkt die möglichen **Teilnahmen** von Instanzen der beteiligten Entity-Typen an der Beziehung ein, indem ein minimaler und ein maximaler Wert vorgegeben wird

[min,max]-Notation /2

OTTO VON GUERICKE UNIVERSITÄT MAGDEBURG

- Notation für Kardinalitätsangaben an einem Beziehungstyp

$$R(E_1, \ldots, E_i[min_i, max_i], \ldots, E_n)$$

- Kardinalitätsbedingung: $min_i \leq |\{r \mid r \in R \wedge r.E_i = e_i\}| \leq max_i$
- Spezielle Wertangabe für max_i ist $*$

Kardinalitätsangaben

- $[0, *]$ legt keine Einschränkung fest (default)
- $R(E_1[0, 1], E_2)$ entspricht einer (partiellen) funktionalen Beziehung $R : E_1 \rightarrow E_2$, da jede Instanz aus E_1 maximal einer Instanz aus E_2 zugeordnet ist
- totale funktionale Beziehung wird durch $R(E_1[1, 1], E_2)$ modelliert

Kardinalitätsangaben: Beispiele

- partielle funktionale Beziehung

  `lagert_in(Produkt[0,1],Fach[0,3])`

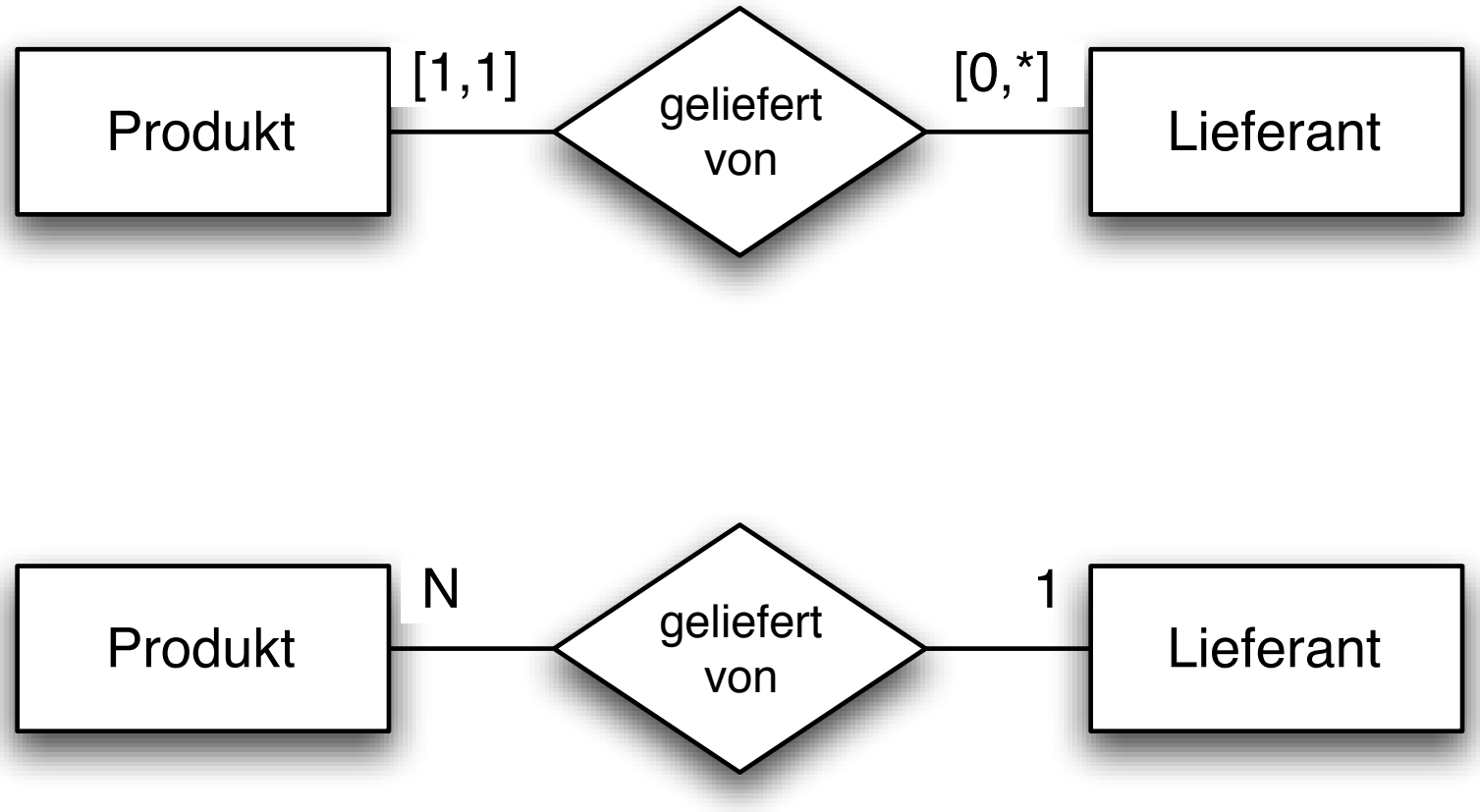
  „Jedes Produkt ist im Lager in einem Fach abgelegt, allerdings wird ausverkauften bzw. gegenwärtig nicht lieferbaren Produkte kein Fach zugeordnet. Pro Fach können maximal drei Produkte gelagert werden.“

- totale funktionale Beziehung

  `liefert(Lieferant[0,*],Produkt[1,1])`

  „Jedes Produkt wird durch genau einen Lieferant geliefert, aber ein Lieferant kann durchaus mehrere Produkte liefern.“

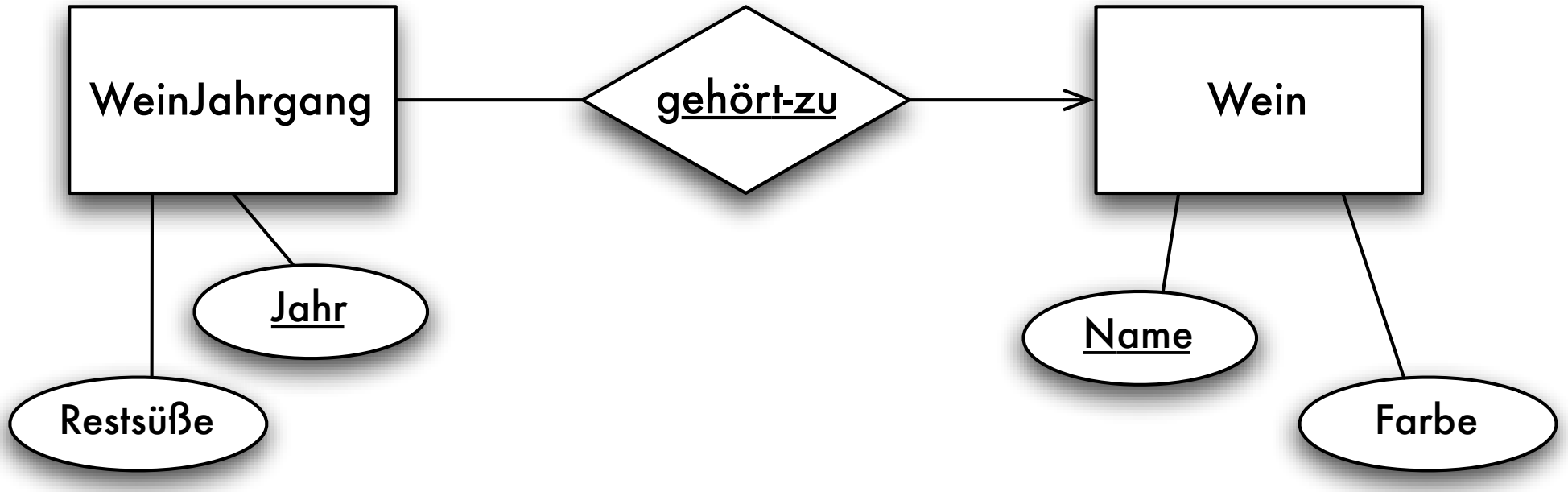
Alternative Kardinalitätsangabe



Weitere Konzepte im ER-Modell

Abhängige Entity-Typen

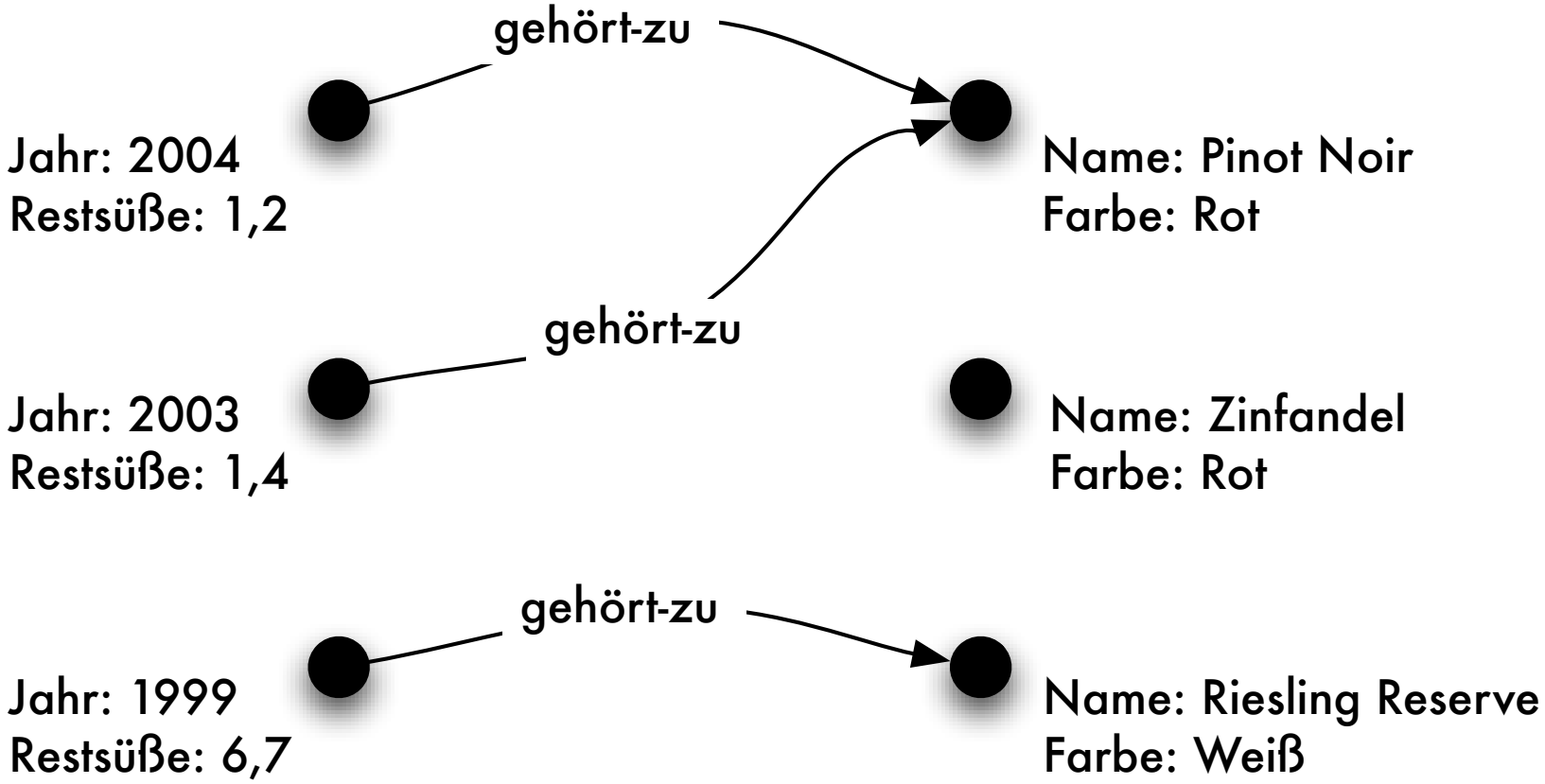
- *abhängiger Entity-Typ*: Identifikation über funktionale Beziehung



- Abhängige Entities im ER-Modell: Funktionale Beziehung als Schlüssel

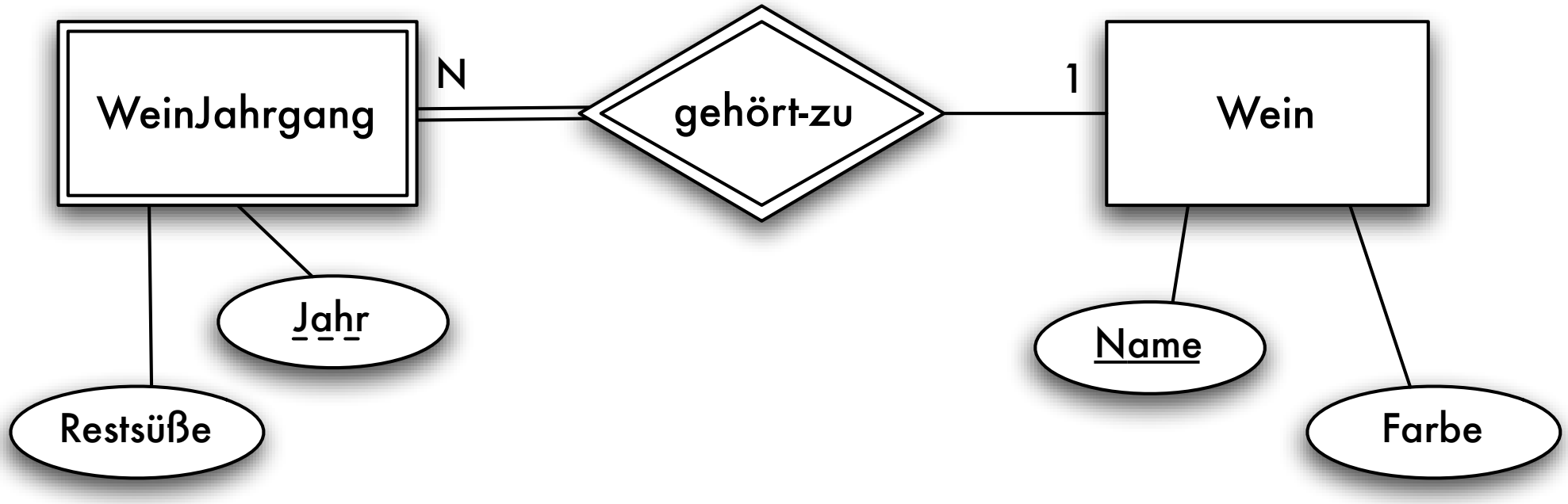
Abhängige Entity-Typen /2

- Mögliche Ausprägung für abhängige Entities



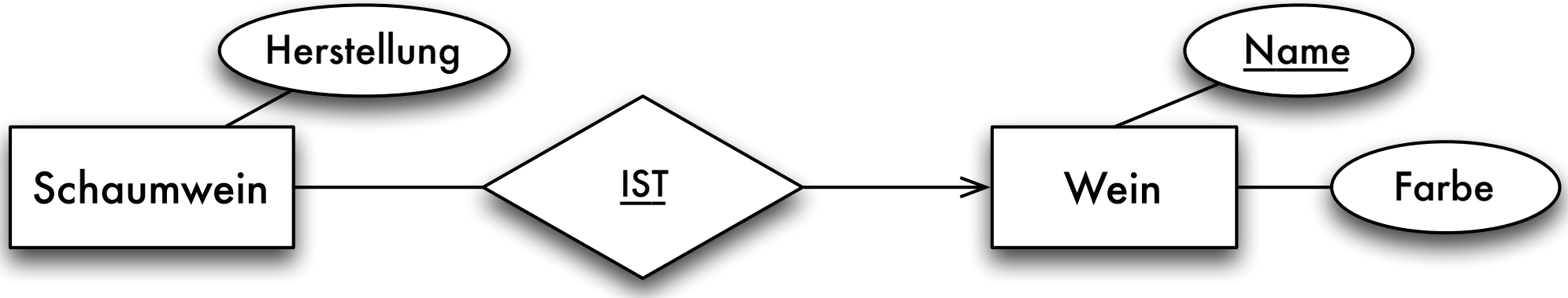
Abhängige Entity-Typen /3

- Alternative Notation



Die IST-Beziehung

- **Spezialisierungs-/Generalisierungsbeziehung** oder auch IST-Beziehung (engl. *is-a relationship*)
- textuelle Notation: E_1 IST E_2
- IST-Beziehung entspricht semantisch einer **injektiven** funktionalen Beziehung



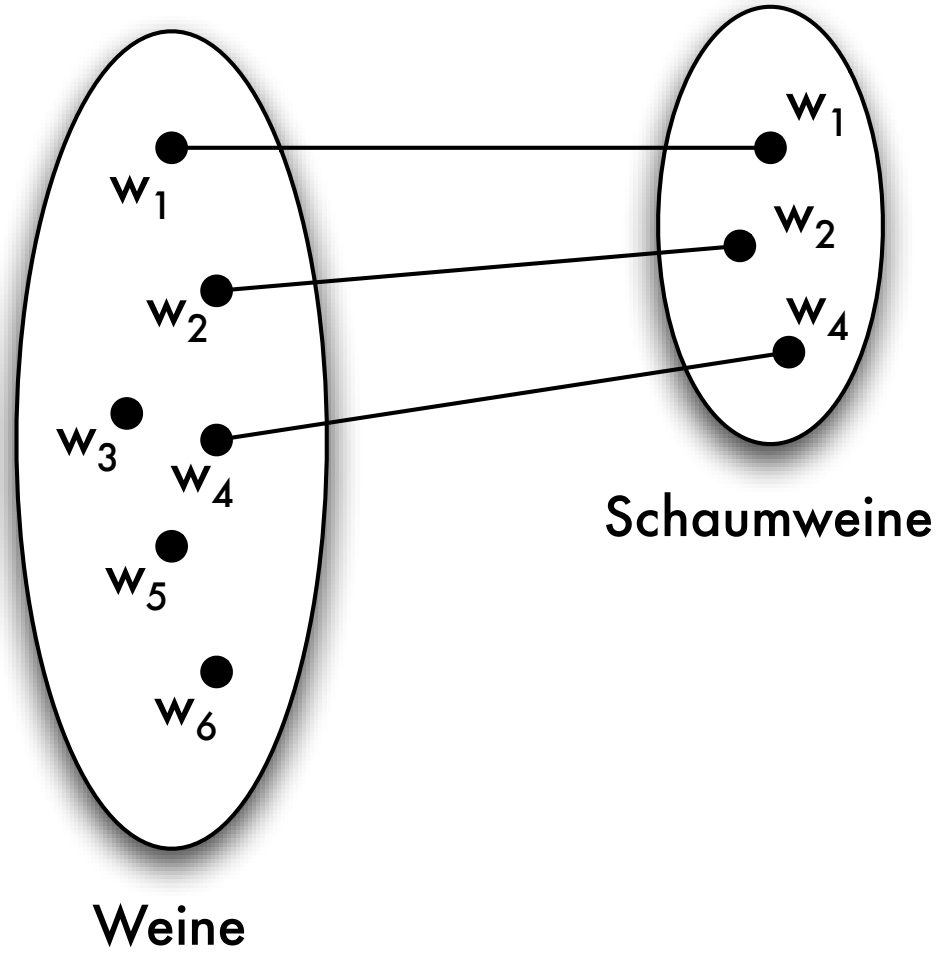
Eigenschaften der IST-Beziehung

- Jeder Schaumwein-Instanz ist genau eine Wein-Instanz zugeordnet
  $\rightsquigarrow$ Schaumwein-Instanzen werden durch die funktionale IST-Beziehung identifiziert
- Nicht jeder Wein ist zugleich ein Schaumwein
- Attribute des Entity-Typs `Wein` treffen auch auf Schaumweine zu: „vererbte“ Attribute

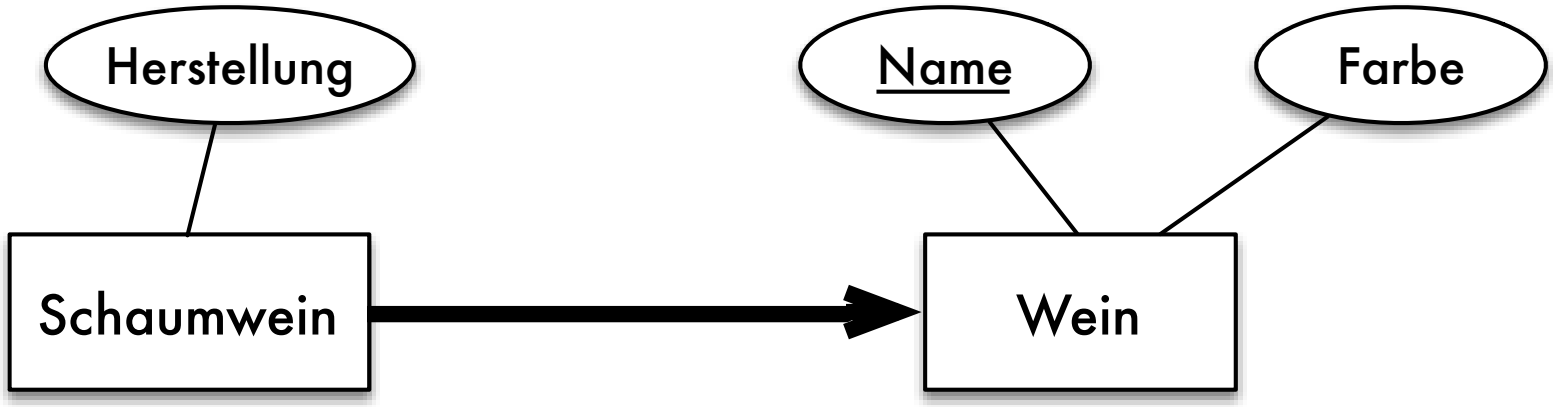
$$\texttt{Schaumwein}(\underbrace{\texttt{Name},\texttt{Farbe}}_{\textit{von Wein}},\texttt{Herstellung})$$

- nicht nur die Attributdeklarationen vererben sich, sondern auch jeweils die aktuellen Werte für eine Instanz

Ausprägung für IST-Beziehung



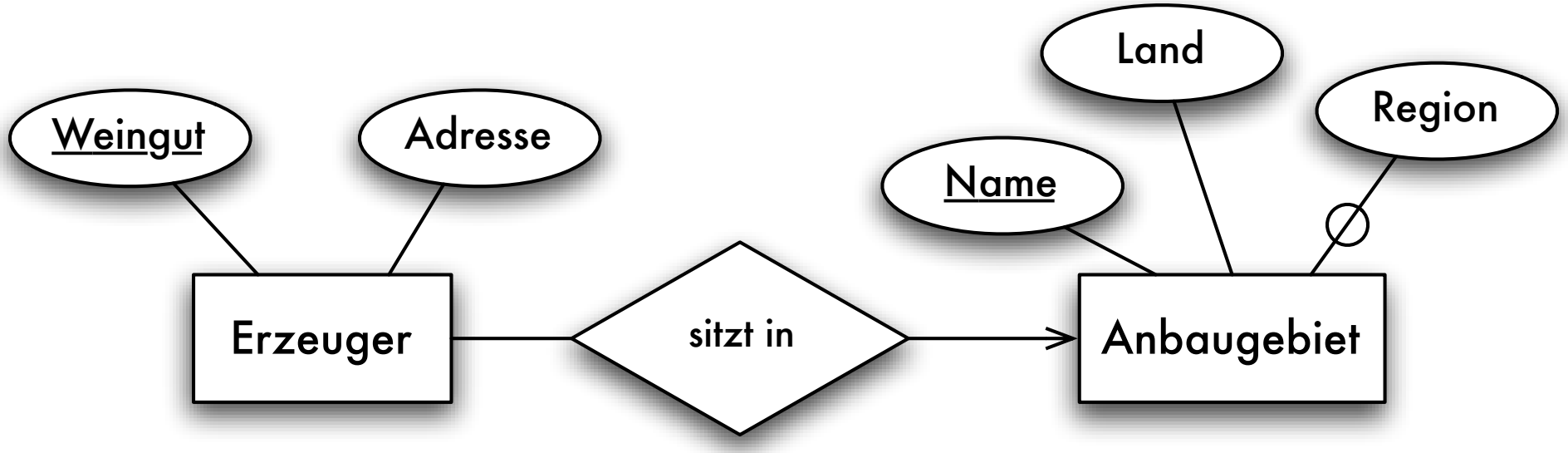
Alternative Notation für IST-Beziehung



Kardinalitätsangaben: IST

- für Beziehung E_1 IST E_2 gilt immer: $\text{IST}(E_1[1,1], E_2[0,1])$
- Jede Instanz von E_1 nimmt genau einmal an der IST-Beziehung teil, während Instanzen des Obertyps E_2 nicht teilnehmen müssen
- Aspekte wie Attributvererbung werden hiervon nicht erfasst

Optionalität von Attributen



Konzepte im Überblick

Begriff	Informale Bedeutung
Entity	zu repräsentierende Informationseinheit
Entity-Typ	Gruppierung von Entitys mit gleichen Eigenschaften
Beziehungstyp	Gruppierung von Beziehungen zwischen Entitys
Attribut	datenwertige Eigenschaft eines Entitys oder einer Beziehung
Schlüssel	identifizierende Eigenschaft von Entitys
Kardinalitäten	Einschränkung von Beziehungstypen bezüglich der mehrfachen Teilnahme von Entitys an der Beziehung
Stelligkeit	Anzahl der an einem Beziehungstyp beteiligten Entity-Typen
funktionale Beziehung	Beziehungstyp mit Funktionseigenschaft

Konzepte im Überblick /2

Begriff	Informale Bedeutung
abhängige Entitys	Entitys, die nur abhängig von anderen Entitys existieren können
IST-Beziehung	Spezialisierung von Entity-Typen
Optionalität	Attribute oder funktionale Beziehungen als partielle Funktionen

Zusammenfassung

- Datenbankmodell, Datenbankschema, Datenbank(instanz)
- Entity-Relationship-Modell
- Weitere Konzepte im ER-Modell
- *Basis: Kapitel 3 von [SSH13]*

Kontrollfragen

- Was definiert ein Datenbankmodell? Was unterscheidet Modell und Schema?
- Welche Konzepte definiert das ER-Modell?
- Durch welche Eigenschaften sind Beziehungstypen charakterisiert?
- Was unterscheidet abhängige Entity-Typen von normalen Entity-Typen?