Datenbanken und SQL

Kapitel 3

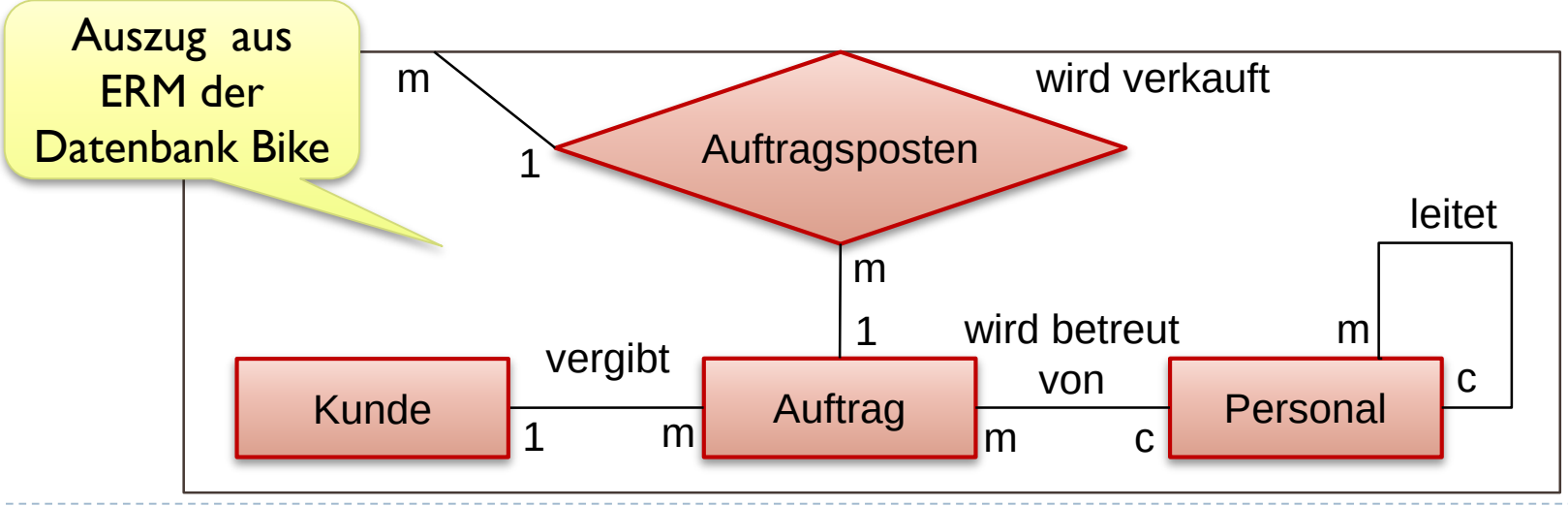
Datenbankdesign – Teil 2: Entity-Relationship-Modell

Datenbankdesign

- Entity-Relationship-Modell ERM
  - Entitäten und ihre Eigenschaften
  - Beziehungen zwischen den Entitäten
  - Überführung der Entitäten in Relationen
  - Überführung der Beziehungen in Fremdschlüssel
  - Fremdschlüsseleigenschaften
  - Schwache Entitäten
  - Subtypen

Entity-Relationship-Modell (ERM)

- Bisher:
  - Betrachten einzelner Relationen isoliert für sich
- Jetzt:
  - Betrachten des Zusammenspiels der Relationen



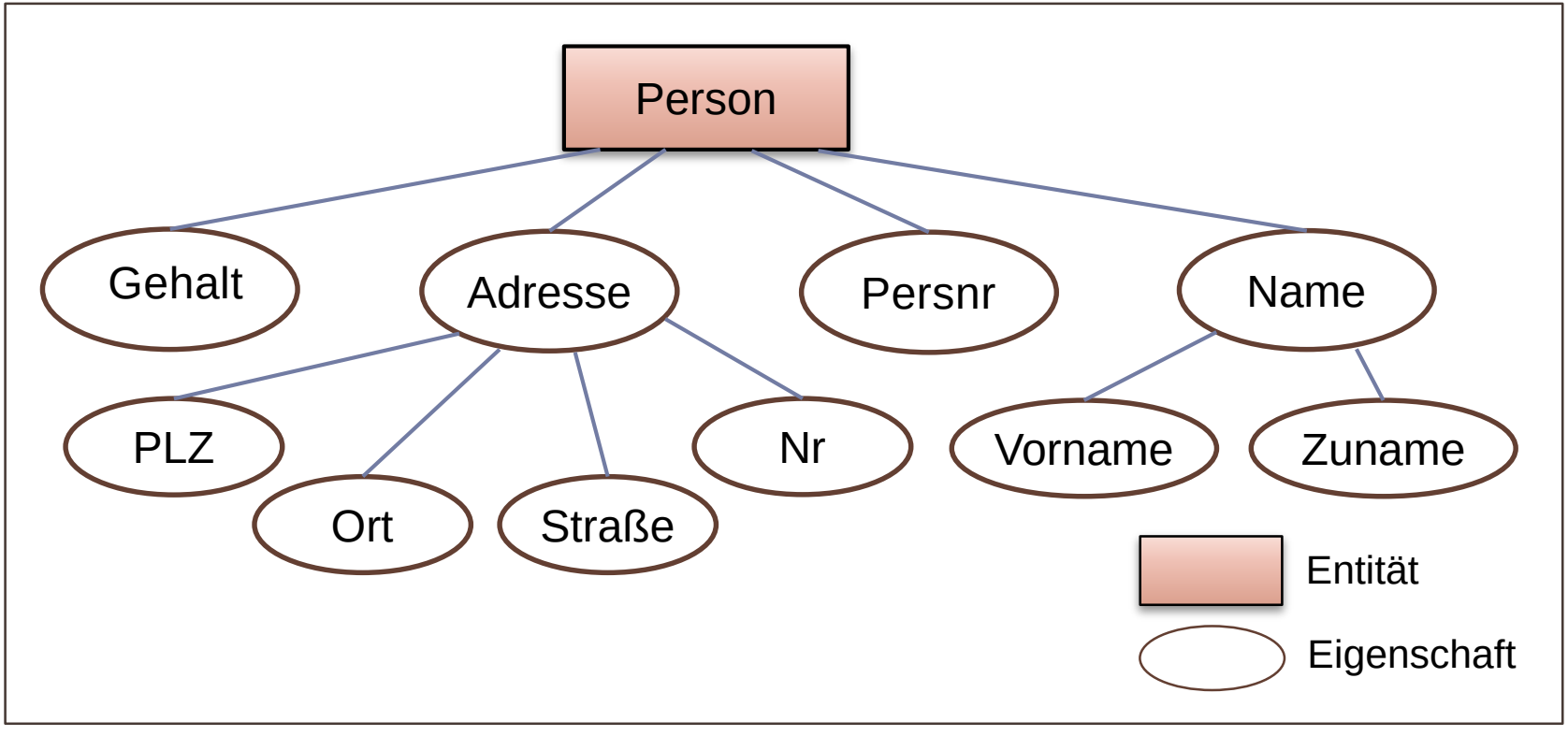
Begriffe im Entity-Relationship-Modell

Entität	Ein eindeutig unterscheidbares Objekt, ein unterscheidbares Element
Eigenschaft	Ein Teil einer Entität, der die Entität beschreibt
Beziehung	Eine Entität, die zwei oder mehr Entitäten miteinander verknüpft
Subtyp	Eine Entität, die ein Teil einer anderen, umfassenderen Entität ist
Supertyp	Eine Entität, die Subtypen enthält
Schwache Entität	Entität, die von einer anderen Entität vollständig abhängig ist

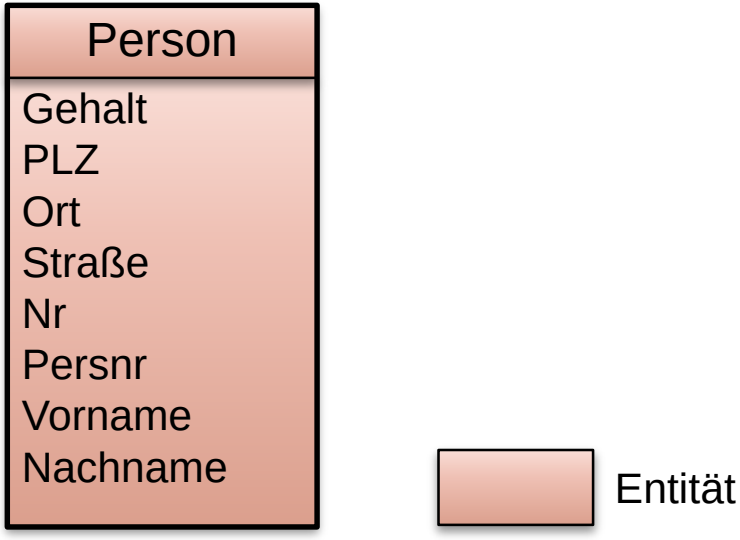
Beispiele zu den Begriffen

Begriff	Beispiele
Entität	Person, Werkzeug, Produkt, Rechnung
Eigenschaft	Name, Vorname, PLZ, Ort einer Person; Größe, Gewicht eines Werkzeugs; Preis eines Produkts, Rechnungsdatum
Beziehung	Die Entitäten Verkäufer und Produkt stehen miteinander in einer Beziehung: Der Verkäufer verkauft Produkte.
Subtyp	Die Entität Verkäufer ist ein Subtyp zur Entität Mitarbeiter
Supertyp	Die Entität Mitarbeiter ist ein Supertyp der Entität Verkäufer
Schwache Entität	Die Entität Arbeitszeit ist schwach gegenüber der Entität Mitarbeiter

Beispiel: Entität Person

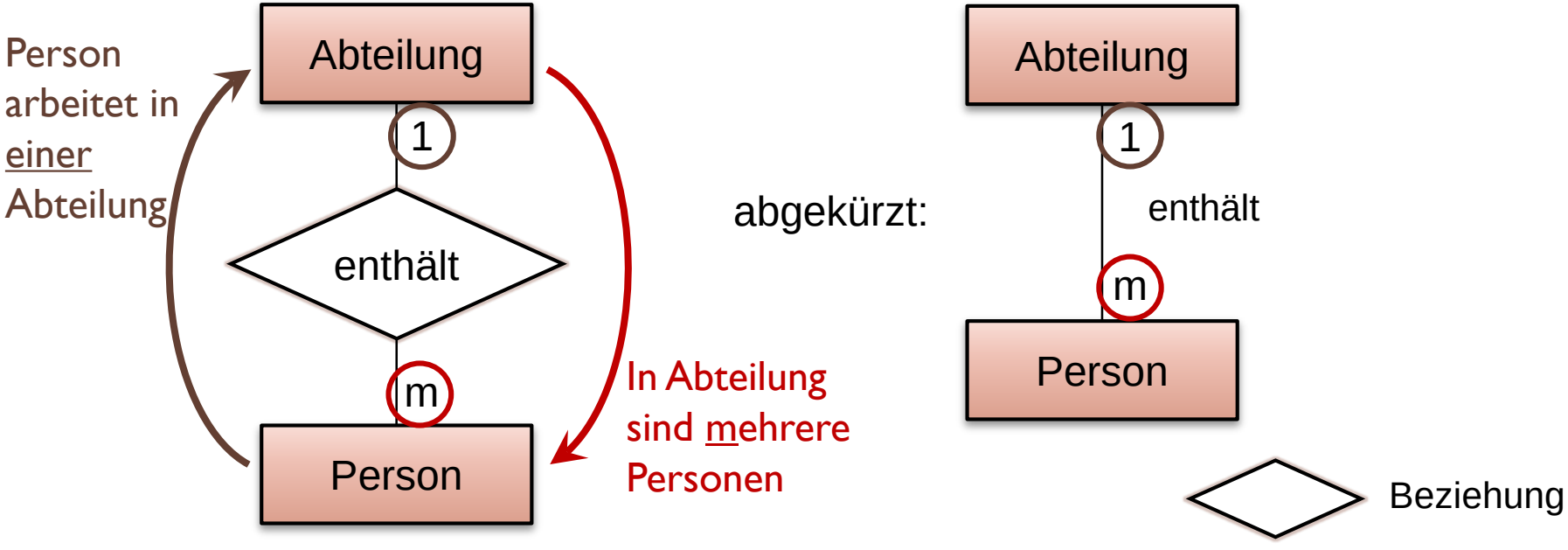


Entität Person in „UML“-Notation



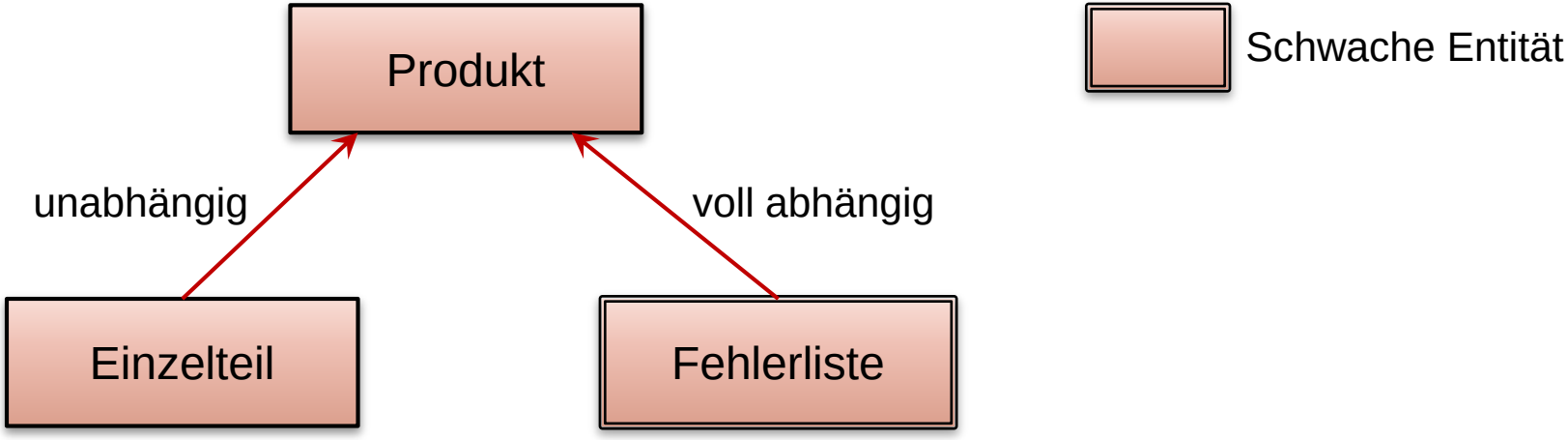
- In die Entität werden die Eigenschaften mit aufgenommen
- Manchmal werden auch Primärschlüssel, alternative Schlüssel und Fremdschlüssel gleich mit gekennzeichnet

Beispiel einer Beziehungsrelation



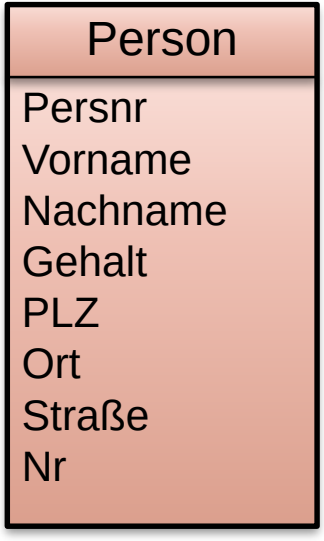
- In einer Abteilung arbeiten mehrere (m) Personen
- Eine Person arbeitet in genau einer (1) Abteilung

Schwache Entität



- Einzelteil:
  - Ist auf Lager, auch wenn Produkt nicht mehr ex.
  - Unabhängig vom Produkt
- Produkt-Fehlerliste:
  - Wertlos, wenn Produkt nicht mehr ex.
  - Komplett abhängig vom Produkt

Umsetzung der Entität Person in SQL




```
CREATE TABLE  Person
(     Persnr          INTEGER,
      PRIMARY KEY (Persnr),
      Vorname         CHARACTER(20),
      Nachname        CHARACTER(20)  NOT NULL,
      Gehalt          NUMERIC (10, 2),
      PLZ             CHARACTER(5),
      Ort             CHARACTER(25),
      Strasse         CHARACTER(25),
      Nr              CHARACTER(4)
) ;
```

Ganzzahl

Primärschlüssel

Zeichenkette der Länge 20

Nachname muss angegeben werden

Gleitpunktzahl: 10 Zeichen, davon 2 Nachkommastellen

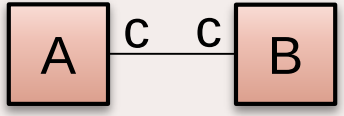
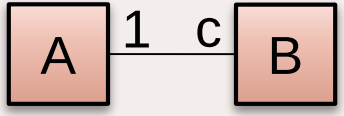
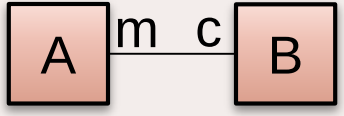
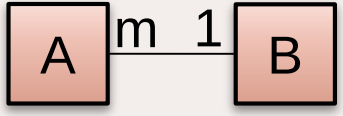
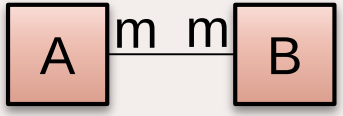
Beziehungen (grobe Einteilung)

- **1 zu 1 Beziehung**
  - Ein Auto hat einen Motor
  - Ein Motor ist in einem Auto
- **m zu 1 Beziehung**
  - In einer Abteilung arbeiten mehrere Personen
  - Eine Person ist einer Abteilung zugeordnet
- **m zu n Beziehungen**
  - Ein Verkäufer verkauft mehrere Produkte
  - Ein Produkt wird von mehreren Verkäufern angeboten

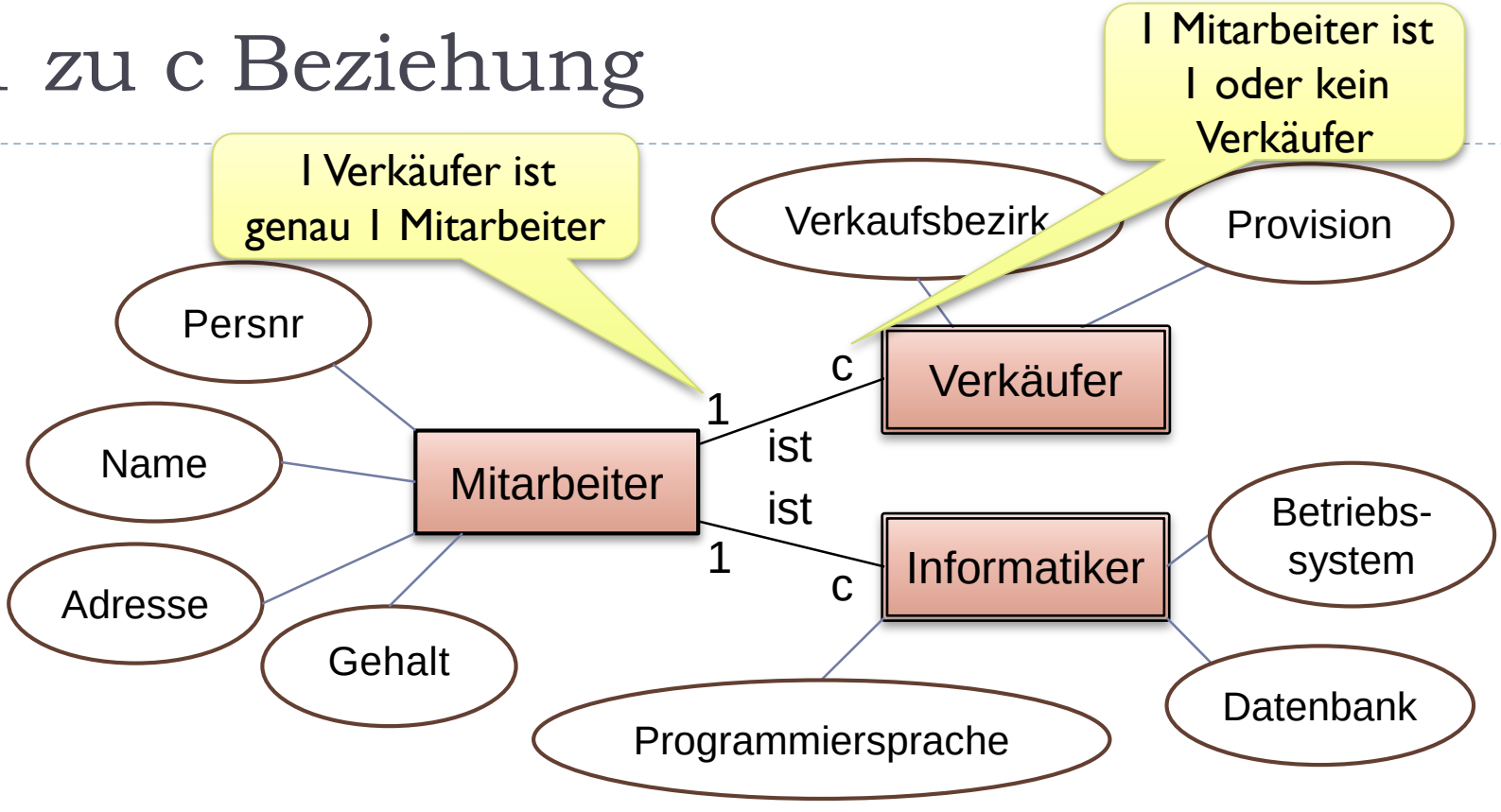
Beziehungen (Besonderheiten)

- **m:**
  - Mehrere kann sein: 0, 1, 2, … 13, … 103.517 usw.
  - m entspricht dem häufig verwendeten Sternsymbol (*)
- **n:**
  - Nur ein anderer Buchstabe für m
- **1:**
  - Eins kann sein: 0 oder 1 (Beispiel: Ein Motor ist nicht im KFZ!)
  - Unterscheidung ist wichtig in relationalen Datenbanken
  - Wir verwenden **c** für 0 oder 1, also **c** $\in$ {0, 1}
  - Wir verwenden 1, wenn der Wert 0 nicht vorkommen darf

Mögliche Beziehungen

Beziehungen	c (0..1)	1	m
c (0..1)		Symmetrie!	Symmetrie!
1		Nicht möglich	Symmetrie!
m			

1 zu c Beziehung

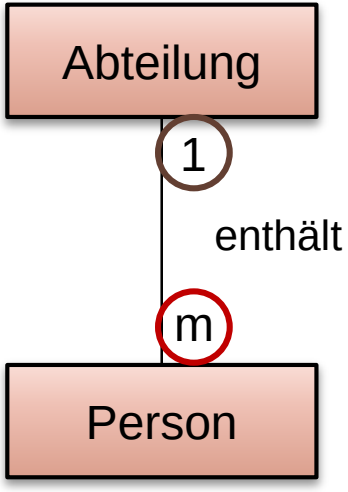


- Detailinfos: ausgelagert in Subtypen Verkäufer, Informatiker
- Reduziert Redundanzen

c zu c und 1 zu 1 Beziehungen

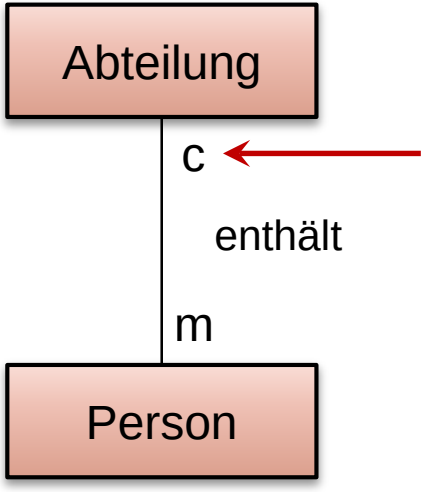
- **c zu c:**
  - Sehr selten, etwa: Auto --- Motor
  - Spezialfall von m zu c, zusätzlich: Fremdschlüssel ist eindeutig
- **1 zu 1:**
  - Erfordert, dass in beiden Entitäten immer je ein Eintrag existiert (ein Verweis muss ja gegenseitig existieren!)
  - In relationalen Datenbanken erfolgt erst ein Eintrag der einen, dann ein Eintrag der anderen, also: 1 zu c Bedingung
  - In relationalen Datenbanken treten diese Beziehungen also nicht auf (außer mittels komplexer Transaktionsmechanismen)

m zu 1 Beziehung



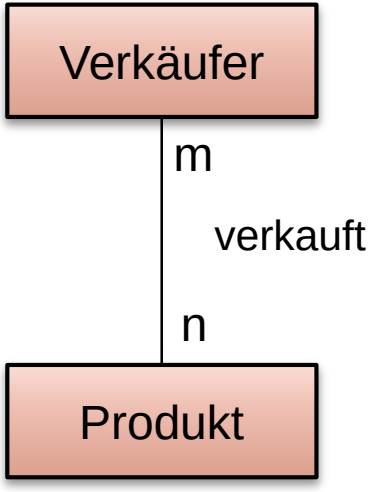
- In einer Abteilung arbeiten mehrere Personen
- Eine Person ist exakt einer Abteilung zugeordnet
- Wichtig:
  - Eine Person ist immer einer Abteilung zugewiesen
  - Aber: In einer Abteilung können vorübergehend auch keine Personen arbeiten
    - m lässt den Wert 0 zu!

m zu c Beziehungen



- In einer Abteilung arbeiten mehrere Personen
- Eine Person ist einer oder keiner Abteilung zugeordnet
  - Szenario:
  - Abteilung wird aufgelöst. Mitarbeiter gehören dann keiner Abteilung an und werden erst nach und nach anderen Abteilungen zugeordnet
  - Dies erfordert: m zu c !

m zu n Beziehungen



- Ein Verkäufer verkauft mehrere Produkte
- Ein Produkt wird von mehreren Verkäufern verkauft
- Wichtig:
  - m zu n schließt ein:
  - Ein neuer Verkäufer hat noch nichts verkauft
  - Ein neues Produkt wurde noch nicht verkauft

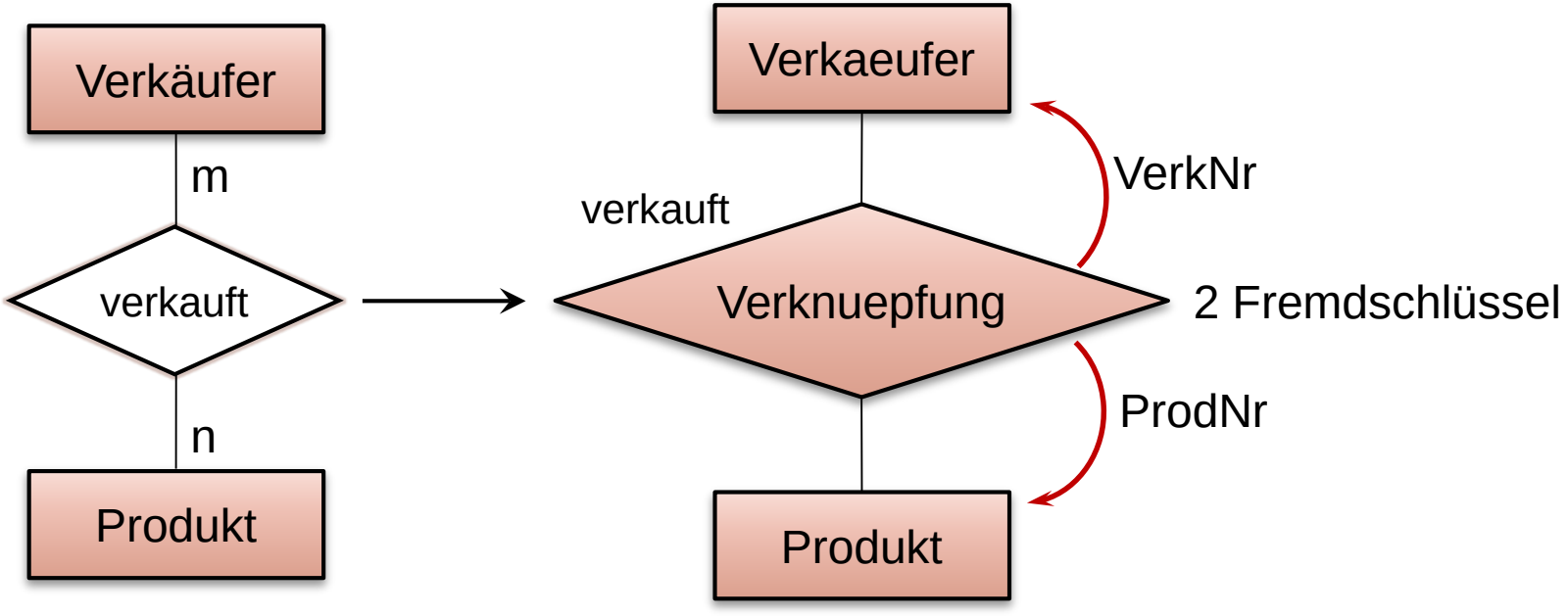
Beispiele (1)

Beziehung	Bemerkung
KFZ-Halter $\underset{c\ zu\ m}{\longleftrightarrow}$ KFZ	I Halter kann mehrere KFZ anmelden I KFZ ist auf maximal einen Halter zugelassen
Student $\underset{m\ zu\ n}{\longleftrightarrow}$ Vorlesung	I Student besucht mehrere Vorlesungen I Vorlesung belegen mehrere Studenten
Kunde $\underset{1\ zu\ m}{\longleftrightarrow}$ Bestellung	I Kunde gibt mehrere Bestellungen auf I Bestellung gehört zu genau einem Kunden
Bewohner $\underset{m\ zu\ 1}{\longleftrightarrow}$ Haus	I Bewohner wohnt in einem Haus In I Haus wohnen mehrere Bewohner

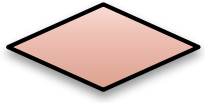
Beispiele (2)

Beziehung	Bemerkung
Park $\underset{1\ zu\ m}{\longleftrightarrow}$ Baum	In 1 Park wachsen mehrere Bäume 1 bestimmter Baum steht in einem Park
Park $\underset{m\ zu\ n}{\longleftrightarrow}$ Baumart	In 1 Park wachsen mehrere Baumarten 1 Baumart wächst in mehreren Parks
KFZ $\underset{c\ zu\ c}{\longleftrightarrow}$ Motor	1 KFZ besitzt maximal einen Verbrennungsmotor 1 Motor wird in maximal einem KFZ eingebaut
KFZ-Typ $\underset{m\ zu\ \mathrm{n}}{\longleftrightarrow}$ Motortyp	1 KFZ-Typ besitzt mehrere Motorvarianten 1 Motortyp wird in mehreren KFZ-Typen verbaut
Leiter $\underset{c\ zu\ 1}{\longleftrightarrow}$ Abteilung	1 Abteilungsleiter leitet genau eine Abteilung 1 Abteilung besitzt maximal einen Abteilungsleiter

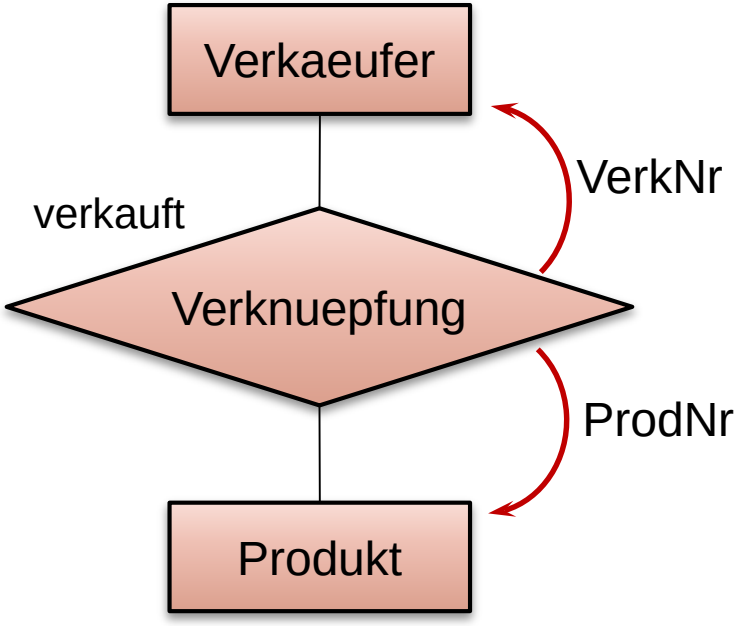
m zu n Beziehungen: Realisierung (1)



- Eigene Relation erforderlich
- Relation enthält 2 Fremdschlüssel
- Die 2 Fremdschlüssel sind Schlüsselkandidat


Beziehungsrelation

m zu n Beziehungen: Realisierung (2)




```
CREATE TABLE  Verknuepfung
(  VerkNr     CHARACTER(4)
              REFERENCES Verkaeufer,
   ProdNr     CHARACTER(4)
              REFERENCES Produkt,
   Umsatz     INTEGER,
   PRIMARY KEY  (VerkNr, ProdNr)
) ;
```

Fremdschlüssel

Fremdschlüssel

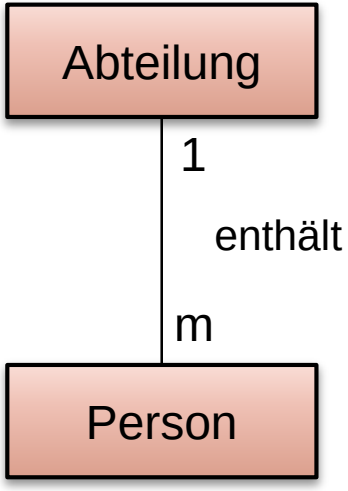
Primärschlüssel

Definition (Beziehungsrelation)

- Seien k Relationen mit k>1 gegeben. Eine Relation R heißt Beziehungsrelation, wenn sie diese k Relationen wie folgt miteinander verbindet:
  - R enthält k Fremdschlüssel mit k>1, die je auf genau eine der k gegebenen Relationen verweisen.
  - Die k Fremdschlüssel bilden zusammen einen Schlüsselkandidaten.

- Wichtig:
  - Jede Relation mit obigen Eigenschaften ist also eine Beziehungsrelation!

m zu 1 Beziehung: Realisierung



- In der m Beziehung wird ein Fremdschlüssel hinzugefügt

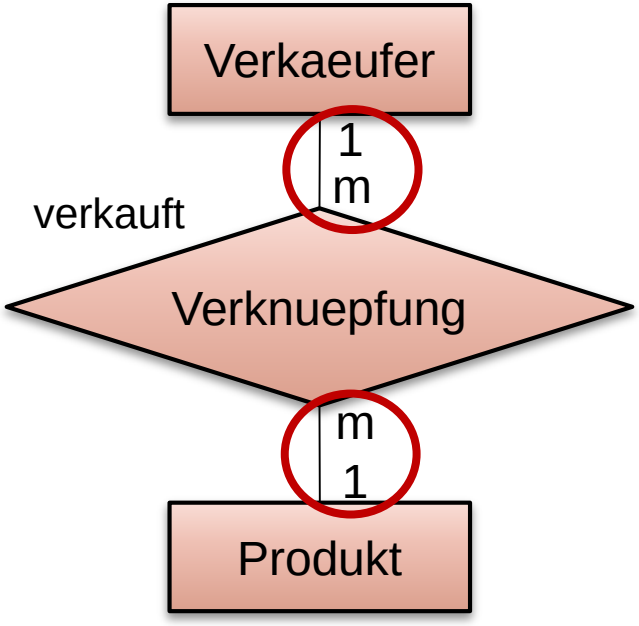
```
CREATE TABLE Person
(  PersNr          INTEGER,
   Name            CHARACTER (25),
   ...
   Abteilungsnr    INTEGER   NOT NULL
                   REFERENCES Abteilung,
   PRIMARY KEY (Persnr)
) ;
```

Wegen m zu 1

Fremdschlüssel

Primärschlüssel

Einschub: m zu n = Zwei m zu 1



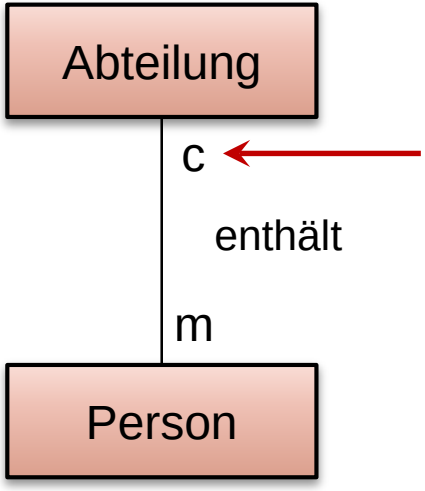

```
CREATE TABLE Verknuepfung
(  VerkNr    CHARACTER(4)
             REFERENCES Verkaeufer,
   ProdNr    CHARACTER(4)
             REFERENCES Produkt,
   Umsatz    INTEGER,
   PRIMARY KEY  (VerkNr, ProdNr)
) ;
```

Fremdschlüssel

Fremdschlüssel

Kein NOT NULL, da Teil des Primärschlüssels

m zu c Beziehung: Realisierung



- Wie m zu 1, allerdings sind Nullwerte erlaubt

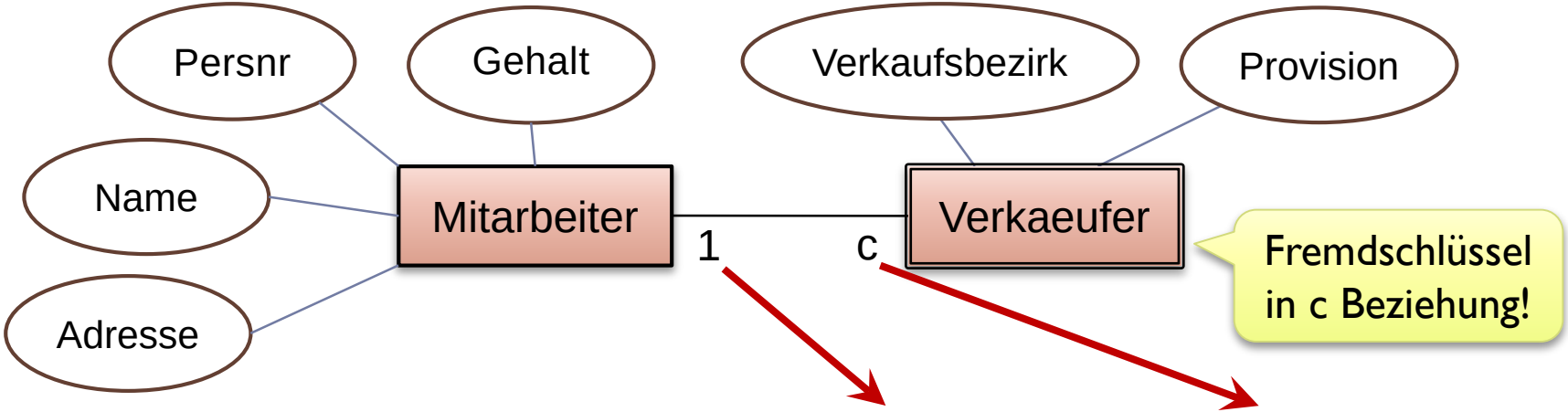
```
CREATE TABLE Person
(  PersNr          INTEGER,
   Name            CHARACTER (25),
   ...
   Abteilungsnr    INTEGER
                   REFERENCES Abteilung,
   PRIMARY KEY (Persnr)
) ;
```

Kein NOT NULL

Fremdschlüssel

Primärschlüssel

1 zu c Beziehung: Realisierung



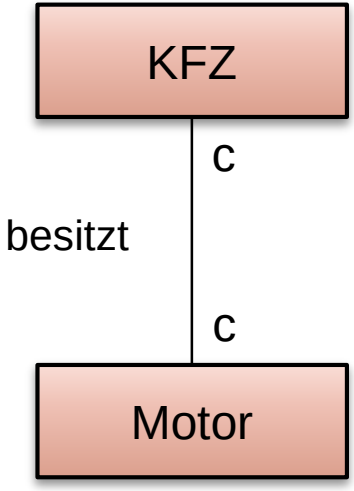
- Fremdschlüssel in Verkaeufer erfordert NOT NULL und Eindeutigkeit
- Der Primärschlüssel ist meist auch Fremdschlüssel (bei Subtypen!)

```
CREATE TABLE Verkaeufer
(  PersNr   INTEGER    REFERENCES Mitarbeiter,
   PRIMARY KEY (PersNr),
   . . .    ) ;
```

Primärschlüssel

Fremdschlüssel

c zu c Beziehung: Realisierung



- Wie m zu c Beziehung, allerdings ist Fremdschlüssel zusätzlich eindeutig
- Empfehlung: Die „umfassendere“ Entität enthält den Fremdschlüssel

```
CREATE TABLE KFZ
(  KFZNr      INTEGER,
   PRIMARY KEY (KFZNr),
   MotorNr    INTEGER  REFERENCES Motor,
   UNIQUE (MotorNr),
   ...
) ;
```

Eindeutig!

Fremdschlüssel

Zusammenfassung zur Realisierung

Beziehung	Überführung in Relationen und Fremdschlüssel
m zu n	Erfordert Beziehungsrelation mit zwei m zu 1 oder m zu c Beziehungen
m zu c	Hinzufügen eines Fremdschlüssels zur m Relation
m zu 1	Wie m zu c! Zusätzlich: Fremdschlüssel ist NOT NULL
c zu c	Wie m zu c! Zusätzlich: Fremdschlüssel ist UNIQUE
c zu 1	Wie c zu c! Zusätzlich: Fremdschlüssel ist NOT NULL Meist ist Fremdschlüssel der Primärschlüssel

Fremdschlüsseleigenschaften

(1) **Darf ein Fremdschlüsselwert leer bleiben, also Null-Werte enthalten?**

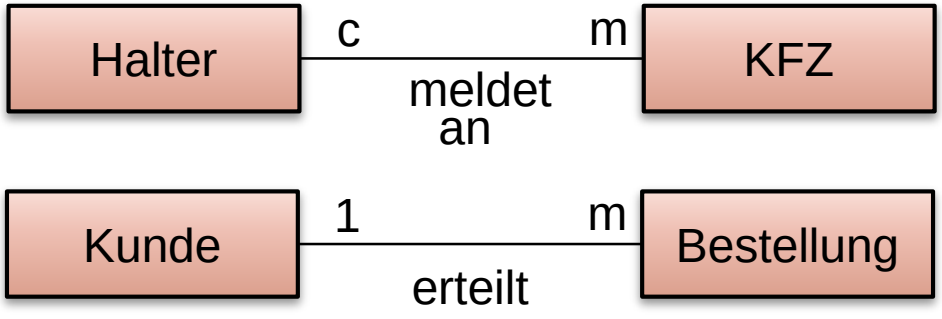
(2) **Darf ein Tupel gelöscht werden, auf den sich ein Fremdschlüssel bezieht?**

- Wie sollte die Datenbank reagieren?

(3) **Darf ein Tupel geändert werden, auf den sich ein Fremdschlüssel bezieht?**

- Wie sollte die Datenbank reagieren?

Frage 1: Nullwerte erlaubt?



- ERM gibt die Antwort vor!
  - Bei c Beziehung: Nullwerte sind immer zuzulassen
  - Bei 1 Beziehung: Nullwerte sind immer verboten
- Zu beachten:
  - Für Primärschlüssel gilt immer NOT NULL

Frage 2: Löschen eines Tupel

- **Fremdschlüsselbedingungen in SQL**
  - ON DELETE **NO ACTION**
  - ON DELETE **SET NULL**
  - ON DELETE **CASCADE**
- **Funktionsweise**
  - Wird ein Tupel gelöscht, auf den ein Fremdschlüssel mit obiger Bedingung verweist, dann
    - wird das Löschen dieses Tupel verhindert (Nichtstun, No Action)
    - wird der darauf verweisende Fremdschlüssel auf Null gesetzt (Set Null)
    - wird auch das den Fremdschlüssel enthaltene Tupel gelöscht (Cascade)

Frage 3: Ändern des Primärschlüssels

- **Analog wird das Ändern eines Primärschlüssel behandelt:**
  - ON UPDATE **NO ACTION**
  - ON UPDATE **SET NULL**
  - ON UPDATE **CASCADE**
- **Funktionsweise**
  - Wird ein Primärschlüsselwert geändert, auf den ein Fremdschlüssel mit obiger Bedingung verweist, dann
    - wird das Ändern dieses Tupel verhindert (Nichtstun, No Action)
    - wird der darauf verweisende Fremdschlüssel auf Null gesetzt (Set Null)
    - wird der Fremdschlüsselwert mit geändert (Cascade)

Hinweise zu Frage 2 und 3

- **m zu 1** und **c zu 1** Beziehungen:
  - ON DELETE **SET NULL** ist nicht erlaubt!
  - ON UPDATE **SET NULL** ist nicht erlaubt!
- Es gelten die Hinweise zum kaskadierenden Löschen aus Kapitel 2
- Wir fügen zu jedem Fremdschlüssel eine **ON DELETE** Eigenschaft hinzu
- Wir fügen zu jedem Fremdschlüssel eine **ON UPDATE** Eigenschaft hinzu
- **ON UPDATE CASCADE** wird grundsätzlich empfohlen

Relation Verknuepfung (vollständig)

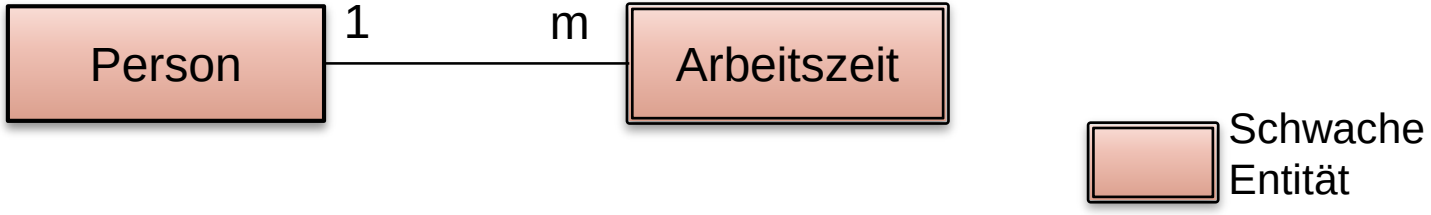
```
CREATE TABLE  Verknuepfung
(  VerkNr  CHARACTER(4)   REFERENCES  Verkaeufer
                          ON DELETE NO ACTION
                          ON UPDATE CASCADE,
   ProdNr  CHARACTER(4)   REFERENCES  Produkt
                          ON DELETE NO ACTION
                          ON UPDATE CASCADE,
   Umsatz  INTEGER,
   PRIMARY KEY  (VerkNr, ProdNr)
) ;
```

Relation KFZ (vollständig)

```
CREATE TABLE KFZ
(  KFZNr      INTEGER,
   MotorNr    INTEGER    REFERENCES Motor
                         ON DELETE SET NULL
                         ON UPDATE CASCADE,
   PRIMARY KEY (KFZNr),
   UNIQUE (MotorNr),
   . . .   ) ;
```

Falls Motor kaputt und entsorgt wird, so wird automatisch die MotorNr auf NULL gesetzt!

Schwache Entität



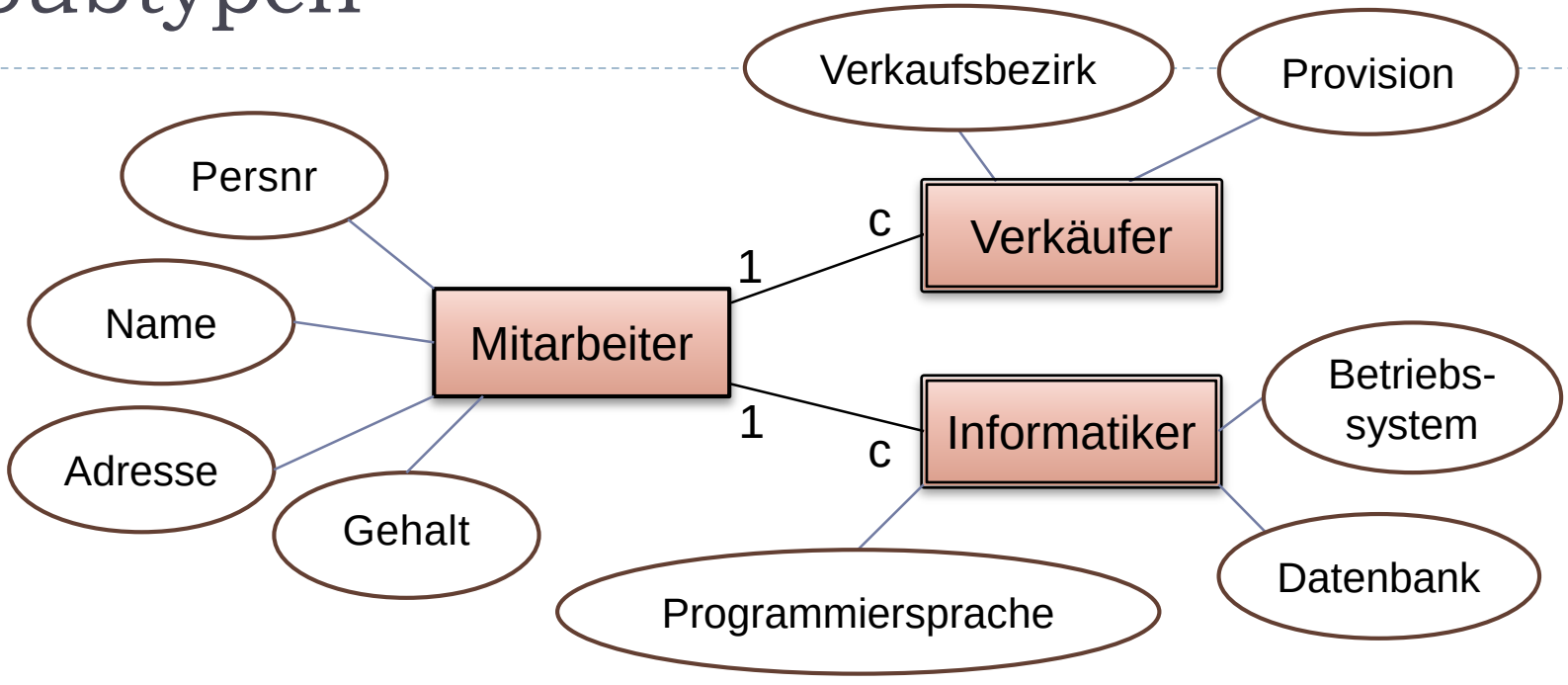
- Arbeitszeit ist vollständig abhängig von der Person
- Also: Arbeitszeit ist schwache Entität gegenüber Person
- Für schwache Entitäten gilt generell:
  - NOT NULL
  - ON DELETE CASCADE
  - ON UPDATE CASCADE

Definition (Schwache Entität)

- Eine Entität heißt schwach, wenn für die dazugehörige Relation R gilt:
  - R enthält genau einen Fremdschlüssel mit den drei Eigenschaften Not Null, On Delete Cascade und On Update Cascade.
  - Auf R verweist kein Fremdschlüssel.

- Eine Relation, auf die Fremdschlüssel verweisen, ist nicht schwach!

Subtypen



- Verkäufer und Informatiker sind **Subtypen** zu Mitarbeiter
- Subtypen sind **schwach** und enthalten Zusatzinformationen
- Es liegen **1 zu c Beziehungen** vor!

Subtyp Verkaeufer

```
CREATE TABLE Verkaeufer
(  PersNr    INTEGER    REFERENCES Mitarbeiter
                        ON DELETE CASCADE
                        ON UPDATE CASCADE,
   PRIMARY KEY (PersNr),
   . . . ) ;
```

Primärschlüssel ist auch Fremdschlüssel

NOT NULL
ON DELETE CASCADE
ON UPDATE CASCADE
Keine weiteren Fremdschlüssel
→ schwache Entität!

Zusammenfassung

- Bestimmen aller Entitäten mit ihren Eigenschaften.
- Ermittlung der Beziehungen zwischen den einzelnen Entitäten.
- Überführung der Entitäten in Relationen und der Eigenschaften in die Attribute dieser Relationen.
- Normalformen beachten!
- Überführung der m zu n Beziehungen in Beziehungsrelationen und aller anderen Beziehungen in Fremdschlüssel.
- Ermittlung der Eigenschaften der Fremdschlüssel. Hier helfen Stichworte wie *schwache Entität* und *Subtyp* weiter.