



**DATA DRIVEN  
DECISIONS**

Sommersemester 2026

# Datenmanagement & -analyse

**Prof. Dr. Christoph M. Flath**  
*Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik und Business Analytics*

*Julius-Maximilians-Universität Würzburg*



- ▶ 1 Rückblick & Das Relationale Modell
  - 2 Schlüssel im Detail
  - 3 Transformation: 1:N-Beziehungen
  - 4 Transformation: M:N-Beziehungen
  - 5 Transformation: 1:1 & Sonderfälle
  - 6 CREATE TABLE in SQL
  - 7 Zusammenfassung



## Letzte Session:

- Entitäten, Attribute, Beziehungen
- Kardinalitäten (1:1, 1:N, M:N)
- Chen-Notation

## Diese Session:

- ER-Modell → Tabellen (Relationales Schema)
- CREATE TABLE mit Schlüsseln

**Erfinder:** Edgar F. Codd (IBM, 1970)

**Kernidee:** Alle Daten in **Tabellen**  
(Relationen)

**Terminologie:**

- **Relation** = Tabelle
- **Tupel** = Zeile (Datensatz)
- **Attribut** = Spalte
- **Domäne** = Wertebereich einer Spalte

**Beispiel:**

Relation Spieler mit 10 Tupeln und 4 Attributen

ID	Name	Pos	Alter
1	Müller	Sturm	35
2	Neuer	Tor	38
3	Kimmich	Mittelfeld	29
...			

↑ Attribute (Spalten)  
← Tupel (Zeilen)

## Regeln für Relationen:

- ① Jede Zeile ist **eindeutig**
- ② Jede Spalte hat einen **eindeutigen Namen**
- ③ Alle Werte einer Spalte haben **gleichen Typ**
- ④ Werte sind **atomar** (nicht teilbar)
- ⑤ **Reihenfolge** der Zeilen/Spalten ist egal

## Relationales Schema:

Beschreibung der Tabellenstruktur:

Spieler(ID, Name, Position, Alter)

- Tabellenname
- Attribute in Klammern
- Primärschlüssel unterstrichen

## Notation

Tabellenname(PK, Attribut1, Attribut2, #FK)

- Unterstrichen = Primärschlüssel
- # = Fremdschlüssel

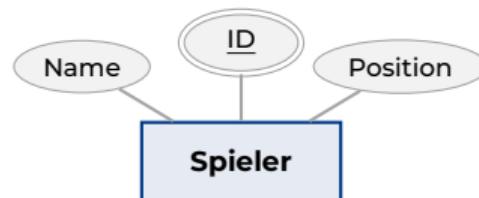
## Warum diese Transformation?

### ER-Modell:

- Konzeptuelles Modell
- Für Menschen verständlich
- Graphische Notation
- Unabhängig vom DBMS

### Relationales Schema:

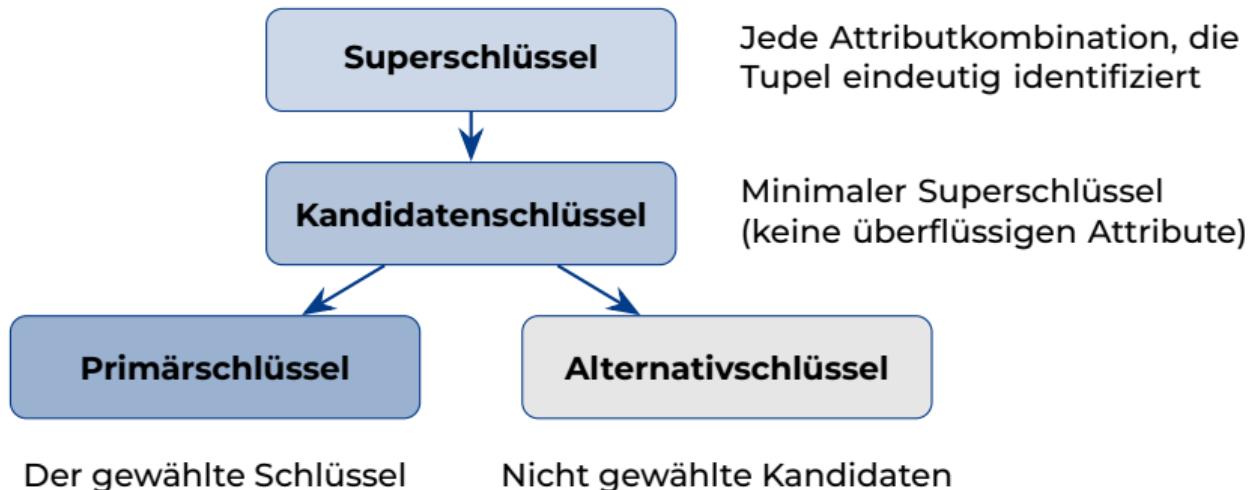
- Logisches Modell
- Für DBMS umsetzbar
- Textbasierte Notation
- Direkt in SQL übersetzbbar



`Spieler(ID, Name, Position)`

- 1 Rückblick & Das Relationale Modell
- ▶ **2 Schlüssel im Detail**
- 3 Transformation: 1:N-Beziehungen
- 4 Transformation: M:N-Beziehungen
- 5 Transformation: 1:1 & Sonderfälle
- 6 CREATE TABLE in SQL
- 7 Zusammenfassung

# Schlüssel: Übersicht



# Schlüssel: Beispiel

## Tabelle Mitarbeiter:

MitarbeiterNr	SVNr	Name	Abteilung	Gehalt
101	12345678	Müller	IT	5000
102	23456789	Schmidt	HR	4500
103	34567890	Müller	IT	5500

## Analyse:

- **Superschlüssel:** {MitarbeiterNr}, {SVNr}, {MitarbeiterNr, Name}, {MitarbeiterNr, SVNr}, ...
- **Kandidatenschlüssel:** {MitarbeiterNr}, {SVNr}
- **Kein Schlüssel:** {Name} (Duplikat: Müller), {Abteilung}, {Gehalt}

## Entscheidung

Wir wählen **MitarbeiterNr** als Primärschlüssel → **SVNr** wird Alternativschlüssel

# Primärschlüssel (Primary Key)

## Definition:

Attribut(e), die jede Zeile **eindeutig identifizieren**.

## Eigenschaften:

- **Eindeutig** – keine Duplikate
- **Nicht NULL** – immer ein Wert
- **Stabil** – ändert sich nicht
- **Minimal** – keine überflüssigen Teile

## Natürlich vs. Künstlich:

- Natürlich: ISBN, Matrikelnummer
- Künstlich: Auto-ID (1, 2, 3, ...)

ID	Name	Position
1	Müller	Sturm
2	Neuer	Tor
3	Müller	Abwehr

“Name” wäre kein guter PK  
(zwei Müller möglich!)

## Best Practice

Im Zweifelsfall: Künstlicher Schlüssel (ID)

**Definition:** Primärschlüssel aus **mehreren Attribut**en

**Wann nötig?**

- Kein einzelnes Attribut ist eindeutig
- Beziehungstabellen bei M:N-Beziehungen
- Schwache Entitäten

**Beispiel: Buchung**

Flug_ID	Sitz_Nr	Passagier	Datum
LH123	12A	Müller	2026-05-15
LH123	12B	Schmidt	2026-05-15
LH456	12A	Weber	2026-05-15

- Flug\_ID allein nicht eindeutig (mehrere Sitze)
- Sitz\_Nr allein nicht eindeutig (mehrere Flüge)
- **Kombination** (Flug\_ID, Sitz\_Nr) ist eindeutig!

## Definition:

Attribut, das auf den **Primärschlüssel einer anderen Tabelle** verweist.

## Zweck:

- Verbindet Tabellen
- Stellt Beziehungen her
- Erzwingt **referentielle Integrität**

## Referentielle Integrität:

Ein Fremdschlüssel muss auf einen **existierenden** Primärschlüssel zeigen.

	ID	Name	#Verein_ID
Spieler	1	Müller	1
	2	Wirtz	2

↓ verweist auf ↓

	ID	Name
Verein	1	Bayern München
	2	Bayer Leverkusen

## Was passiert ohne Integritätsprüfung?

ID	Name	#Verein_ID
1	Müller	99

↓ Verein 99 existiert nicht! ↓

ID	Name
1	Bayern München
2	Bayer Leverkusen

## Probleme:

- ✗ Daten sind inkonsistent
- ✗ JOINs liefern unvollständige Ergebnisse
- ✗ Anwendungen können abstürzen

## Lösung

Das DBMS prüft automatisch: FK-Wert muss in referenzierter Tabelle existieren!

**Problem:** Was passiert, wenn ein referenziertter Datensatz gelöscht wird?

Option	SQL	Beschreibung
Verbieten	RESTRICT	Lösung wird abgelehnt
Kaskadieren	CASCADE	Abhängige Zeilen werden mitgelöscht
NULL setzen	SET NULL	Fremdschlüssel wird auf NULL gesetzt
Default	SET DEFAULT	Fremdschlüssel wird auf Default gesetzt
Nichts tun	NO ACTION	Prüfung am Ende der Transaktion

**Beispiel:** Verein wird gelöscht

- RESTRICT: Fehler, wenn noch Spieler existieren
- CASCADE: Alle Spieler des Vereins werden gelöscht
- SET NULL: Spieler haben keinen Verein mehr (NULL)

```
-- RESTRICT: Verein kann nicht gelöscht werden,  
--           wenn noch Spieler existieren  
FOREIGN KEY (Verein_ID) REFERENCES Verein(ID)  
    ON DELETE RESTRICT  
    ON UPDATE RESTRICT  
  
-- CASCADE: Bei Löschung werden Spieler mitgelöscht  
FOREIGN KEY (Verein_ID) REFERENCES Verein(ID)  
    ON DELETE CASCADE  
    ON UPDATE CASCADE  
  
-- SET NULL: Spieler behalten, aber Verein auf NULL  
FOREIGN KEY (Verein_ID) REFERENCES Verein(ID)  
    ON DELETE SET NULL  
    ON UPDATE CASCADE
```

## Best Practice

ON DELETE RESTRICT ist sicher – lieber explizit löschen!  
ON UPDATE CASCADE ist meist sinnvoll bei PK-Änderungen.

Welche Aktion wählen Sie für diese Szenarien?

**Szenario 1:** Bestellung → Kunde

Wenn Kunde gelöscht wird, sollen Bestellungen...

- A** ...mitgelöscht werden (CASCADE)
- B** ...erhalten bleiben, Kunde auf NULL (SET NULL)
- C** ...Lösung verhindern (RESTRICT)

**Szenario 2:** Log-Eintrag → Benutzer

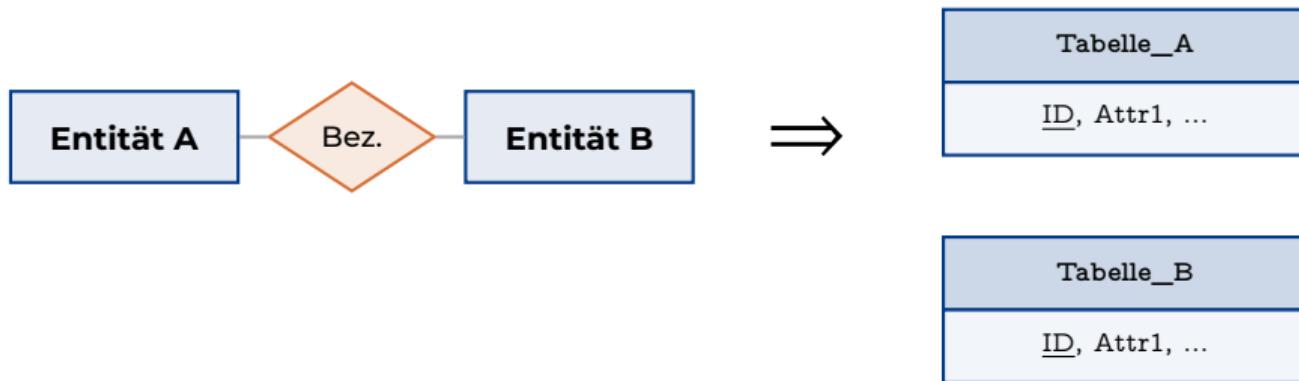
Wenn Benutzer gelöscht wird, sollen Logs...

- A** ...mitgelöscht werden (CASCADE)
- B** ...erhalten bleiben (SET NULL oder RESTRICT)

*Diskutieren Sie!*

- 1 Rückblick & Das Relationale Modell
- 2 Schlüssel im Detail
- ▶ **3 Transformation: 1:N-Beziehungen**
- 4 Transformation: M:N-Beziehungen
- 5 Transformation: 1:1 & Sonderfälle
- 6 CREATE TABLE in SQL
- 7 Zusammenfassung

# Transformation: Grundprinzip



## Grundregeln:

- ① Jede **Entität** wird zu einer **Tabelle**
- ② Jedes **Attribut** wird zu einer **Spalte**
- ③ Der **Schlüssel** wird zum **Primärschlüssel**
- ④ **Beziehungen** werden durch **Fremdschlüssel** oder **zusätzliche Tabellen** abgebildet

# Transformation: 1:N-Beziehung

**Regel:** Fremdschlüssel auf der “N”-Seite



## Warum auf der N-Seite?

- Ein Spieler gehört zu **einem** Verein → ein FK-Wert reicht
- Ein Verein hat **viele** Spieler → Liste wäre nötig (nicht atomar!)

## Merksatz

Der Fremdschlüssel kommt auf die “N”-Seite (die Seite mit vielen).

**1 Entitäten identifizieren:**

Verein (1-Seite), Spieler (N-Seite)

**2 Tabellen erstellen:**

Für jede Entität eine Tabelle mit allen Attributen

**3 Primärschlüssel festlegen:**

Verein: ID, Spieler: ID

**4 Fremdschlüssel hinzufügen:**

In Spieler: Verein\_ID (zeigt auf Verein.ID)

**5 Beziehungsattribute zuordnen:**

Falls vorhanden: zur N-Seite (Spieler)

Schritt	Ergebnis
Nach Schritt 2	Verein(ID, Name, Ort), Spieler(ID, Name)
Nach Schritt 4	Spieler(ID, Name, <b>Verein_ID</b> )

# Beispiel: 1:N in SQL

## ER-Modell:

Verein (1) ← hat → Spieler (N)

## Relationales Schema:

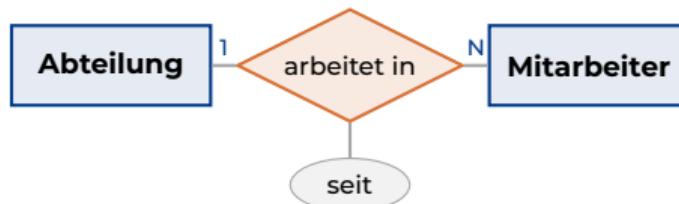
- Verein(ID, Name, Ort)
- Spieler(ID, Name, #Verein\_ID)

## SQL:

```
CREATE TABLE Verein (
    ID INT PRIMARY KEY,
    Name VARCHAR(100),
    Ort VARCHAR(50)
);

CREATE TABLE Spieler (
    ID INT PRIMARY KEY,
    Name VARCHAR(100),
    Verein_ID INT,
    FOREIGN KEY (Verein_ID)
        REFERENCES Verein(ID)
);
```

**Frage:** Was, wenn die Beziehung selbst Attribute hat?



**Lösung:** Beziehungsattribut kommt zur N-Seite!

Mitarbeiter(ID, Name, #Abt\_ID, seit)

Warum zur N-Seite?

Das Attribut "seit" beschreibt, **seit wann** ein Mitarbeiter in der Abteilung arbeitet – es gehört zum Mitarbeiter, nicht zur Abteilung.

# Quiz: 1:N-Transformation

Wie transformiert man diese 1:N-Beziehung?



## Optionen:

- A Autor(ID, Name, #Buch\_ID)
- B Buch(ID, Titel, #Autor\_ID)
- C Neue Tabelle: Autor\_Buch(#Autor\_ID, #Buch\_ID)

# Quiz: 1:N-Transformation

Wie transformiert man diese 1:N-Beziehung?



## Optionen:

- A Autor(ID, Name, #Buch\_ID)
- B Buch(ID, Titel, #Autor\_ID)
- C Neue Tabelle: Autor\_Buch(#Autor\_ID, #Buch\_ID)

**Antwort: B – FK auf der N-Seite (Buch)!**

# Hands-on

## 1:N-Beziehungen transformieren

marimo: 07-er-zu-sql.py

Aufgabe 7.1

- 1 Rückblick & Das Relationale Modell
- 2 Schlüssel im Detail
- 3 Transformation: 1:N-Beziehungen
- ▶ **4 Transformation: M:N-Beziehungen**
- 5 Transformation: 1:1 & Sonderfälle
- 6 CREATE TABLE in SQL
- 7 Zusammenfassung

**Regel:** Zusätzliche **Beziehungstabelle** (Junction Table)



## Die Beziehungstabelle:

- Enthält **zwei Fremdschlüssel** (zu beiden Entitäten)
- Der **Primärschlüssel** ist die Kombination beider FKs
- Kann **eigene Attribute** haben (z.B. Note, Datum)

**1 Beide Entitäten als Tabellen:**

Student(ID, Name), Kurs(ID, Titel)

**2 Beziehungstabelle erstellen:**

Name: oft Kombination beider Entitäten (Student\_Kurs)

**3 Fremdschlüssel hinzufügen:**

Student\_ID → Student.ID

Kurs\_ID → Kurs.ID

**4 Primärschlüssel festlegen:**

PK = (Student\_ID, Kurs\_ID) – zusammengesetzt!

**5 Beziehungsattribute hinzufügen:**

Falls vorhanden: Note, Einschreibedatum, etc.

## Wichtig

Die Beziehungstabelle hat **keinen eigenen ID-Schlüssel** – die Kombination der FKs reicht!

# Beispiel: M:N in SQL

```
-- Entitätstabellen
CREATE TABLE Student (
    ID INT PRIMARY KEY,
    Name VARCHAR(100)
);

CREATE TABLE Kurs (
    ID INT PRIMARY KEY,
    Titel VARCHAR(200)
);

-- Beziehungstabelle
CREATE TABLE Student_Kurs (
    Student_ID INT,
    Kurs_ID INT,
    Note DECIMAL(2,1),          -- Beziehungsattribut!
    PRIMARY KEY (Student_ID, Kurs_ID),
    FOREIGN KEY (Student_ID) REFERENCES Student(ID),
    FOREIGN KEY (Kurs_ID) REFERENCES Kurs(ID)
);
```

# M:N-Beziehungstabelle: Beispieldaten

**Student**

ID	Name
1	Anna
2	Ben
3	Clara

**Kurs**

ID	Titel
101	DMA
102	BWL

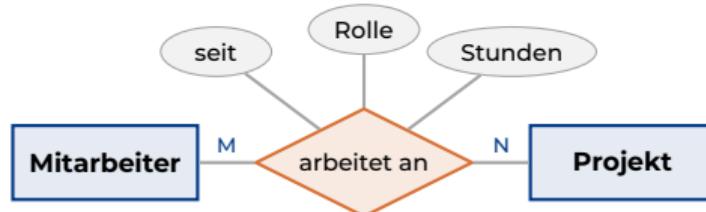
**Student\_Kurs**

#Stud	#Kurs	Note
1	101	1.3
1	102	2.0
2	101	1.7
3	101	1.0
3	102	1.3

**Lesebeispiel:**

- Anna (1) besucht DMA (101) und BWL (102)
- Ben (2) besucht nur DMA (101)
- DMA wird von Anna, Ben und Clara besucht

## Beispiel: Projekt-Mitarbeiter-Zuordnung

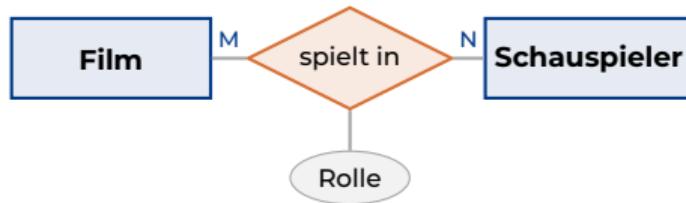


## Beziehungstabelle:

Mitarbeiter\_Projekt(#MA\_ID, #Proj\_ID, Rolle, Stunden, seit)

#MA_ID	#Proj_ID	Rolle	Stunden	seit
101	1	Leiter	20	2025-01-01
101	2	Berater	5	2025-06-01
102	1	Entwickler	40	2025-02-15

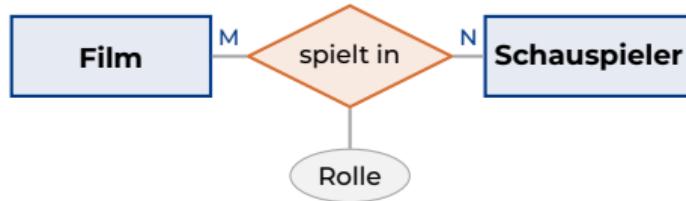
Wie heisst die Beziehungstabelle und welche Spalten hat sie?



**Welches Schema ist korrekt?**

- A Film\_Schauspieler(#Film\_ID, #Schauspieler\_ID)
- B Film\_Schauspieler(#Film\_ID, #Schauspieler\_ID, Rolle)
- C Besetzung(ID, #Film\_ID, #Schauspieler\_ID, Rolle)

Wie heisst die Beziehungstabelle und welche Spalten hat sie?



**Welches Schema ist korrekt?**

- A** Film\_Schauspieler(#Film\_ID, #Schauspieler\_ID)
- B** Film\_Schauspieler(#Film\_ID, #Schauspieler\_ID, Rolle)
- C** Besetzung(ID, #Film\_ID, #Schauspieler\_ID, Rolle)

**Antwort:** B ist korrekt (C wäre auch möglich, aber unnötig)

# Hands-on

## M:N-Beziehungen transformieren

marimo: 07-er-zu-sql.py

Aufgabe 7.2

# Pause

15 Minuten

- 1 Rückblick & Das Relationale Modell
- 2 Schlüssel im Detail
- 3 Transformation: 1:N-Beziehungen
- 4 Transformation: M:N-Beziehungen
- ▶ **5 Transformation: 1:1 & Sonderfälle**
- 6 CREATE TABLE in SQL
- 7 Zusammenfassung

# Transformation: 1:1-Beziehung

## Drei Optionen:

### ① Zusammenlegen (wenn sinnvoll)

Person + Personalausweis → Eine Tabelle

### ② FK auf einer Seite (bei optionaler Teilnahme)

FK dorthin, wo die Beziehung **optional** ist

### ③ Eigene Beziehungstabelle (selten)

Wie bei M:N, aber mit UNIQUE-Constraint



## Praxistipp

1:1-Beziehungen sind selten. Oft kann man die Entitäten zusammenlegen.

**Entscheidungskriterium:** Optionalität der Teilnahme



**Interpretation:**

- Jeder Laptop gehört zu **genau einem** Mitarbeiter (total)
- Ein Mitarbeiter hat **höchstens einen** Laptop (partiell)

**Lösung:** FK auf der **totalen Seite** (Laptop)

Laptop(ID, Modell, #Mitarbeiter\_ID NOT NULL)

Regel

FK auf der Seite mit **totaler Teilnahme** – dort ist der FK niemals NULL.

**Problem:** Wie verhindert man, dass ein Mitarbeiter zwei Laptops hat?

```
CREATE TABLE Mitarbeiter (
    ID INT PRIMARY KEY,
    Name VARCHAR(100)
);

CREATE TABLE Laptop (
    ID INT PRIMARY KEY,
    Modell VARCHAR(100),
    Mitarbeiter_ID INT UNIQUE, -- UNIQUE verhindert Duplikate!
    FOREIGN KEY (Mitarbeiter_ID)
        REFERENCES Mitarbeiter(ID)
);
```

## Der UNIQUE-Constraint:

- Stellt sicher: Jeder Mitarbeiter\_ID-Wert kommt **höchstens einmal** vor
- Zusammen mit FK: 1:1-Beziehung ist gewährleistet

**Schwache Entität:** Existiert nur in Abhängigkeit von einer anderen.



## Besonderheit:

- Der PK der schwachen Entität enthält den FK zum “Owner”
- Zusammengesetzter Primärschlüssel: (Gebäude\_ID, RaumNr)
- “Raum 101” ist nur eindeutig mit Gebäude!

# Schwache Entität: SQL-Beispiel

```
CREATE TABLE Gebaeude (
    ID INT PRIMARY KEY,
    Name VARCHAR(100),
    Adresse VARCHAR(200)
);

CREATE TABLE Raum (
    Gebaeude_ID INT,
    RaumNr VARCHAR(10),          -- z.B. "101", "EG-05"
    Groesse INT,                 -- in qm
    Kapazitaet INT,
    PRIMARY KEY (Gebaeude_ID, RaumNr),
    FOREIGN KEY (Gebaeude_ID)
        REFERENCES Gebaeude(ID)
        ON DELETE CASCADE      -- Räume löschen, wenn Gebäude weg
);
```

## Datenbeispiel:

Gebaeude_ID	RaumNr	Groesse	Kapazitaet
1	101	50	30
1	102	25	15

**Problem:** Mehrwertige Attribute verletzen die 1. Normalform.



**Lösung:** Auslagern in eigene Tabelle

- Neue Tabelle mit FK zur Hauptentität
- Zusammengesetzter PK: (Person\_ID, Telefonnummer)

# Mehrwertige Attribute: SQL-Beispiel

**Falsch:** Liste in einer Spalte (verletzt Atomarität!)

```
-- FALSCH! Nicht machen!
CREATE TABLE Person (
    ID INT PRIMARY KEY,
    Name VARCHAR(100),
    Telefone VARCHAR(500) -- "0931-123, 0170-456, ..."
);
```

**Richtig:** Separate Tabelle

```
CREATE TABLE Person (
    ID INT PRIMARY KEY,
    Name VARCHAR(100)
);

CREATE TABLE Person_Telefon (
    Person_ID INT,
    Telefonnummer VARCHAR(20),
    Typ VARCHAR(20), -- 'Mobil', 'Arbeit', etc.
    PRIMARY KEY (Person_ID, Telefonnummer),
    FOREIGN KEY (Person_ID) REFERENCES Person(ID)
```

# Transformationsregeln: Übersicht

ER-Element	Relationales Modell
Entität	Tabelle
Attribut	Spalte
Schlüsselattribut	Primärschlüssel
1:N-Beziehung	FK auf N-Seite
M:N-Beziehung	Beziehungstabelle mit 2 FKs
1:1-Beziehung	Zusammenlegen oder FK mit UNIQUE
Schwache Entität	FK ist Teil des PK
Mehrwertiges Attribut	Eigene Tabelle
Beziehungsattribut	Spalte in Beziehungstabelle (M:N) oder in Tabelle mit FK (1:N)

# Häufige Fehler bei der Transformation

## **X Häufige Fehler:**

- ① FK auf der falschen Seite bei 1:N
- ② M:N ohne Beziehungstabelle
- ③ Beziehungsattribute vergessen
- ④ Listen in einer Spalte speichern
- ⑤ FK-Constraints vergessen
- ⑥ PK bei schwachen Entitäten falsch

## **✓ Korrekte Lösung:**

- ① FK immer auf N-Seite
- ② Immer eigene Tabelle erstellen
- ③ Zur N-Seite oder Beziehungstabelle
- ④ Eigene Tabelle verwenden
- ⑤ FOREIGN KEY ... REFERENCES ...
- ⑥ FK + partieller Schlüssel = PK

## Checkliste vor dem Abschluss

- Jede Tabelle hat einen Primärschlüssel?
- Alle Beziehungen durch FK abgebildet?
- Keine Listen oder Wiederholungsgruppen?

- 1 Rückblick & Das Relationale Modell
- 2 Schlüssel im Detail
- 3 Transformation: 1:N-Beziehungen
- 4 Transformation: M:N-Beziehungen
- 5 Transformation: 1:1 & Sonderfälle
- ▶ **6 CREATE TABLE in SQL**
- 7 Zusammenfassung

# CREATE TABLE: Syntax

```
CREATE TABLE Tabellenname (
    Spalte1 DATENTYP [CONSTRAINT],
    Spalte2 DATENTYP [CONSTRAINT],
    ...
    [PRIMARY KEY (Spalte)],
    [FOREIGN KEY (Spalte) REFERENCES AndereTabelle(Spalte)]
);
```

## Wichtige Datentypen:

Typ	Beschreibung	Beispiel
INT	Ganzzahl	42
VARCHAR(n)	Text (max. n Zeichen)	'Müller'
DECIMAL(p,s)	Dezimalzahl (p Stellen, s nach Komma)	19.99
DATE	Datum	'2026-01-28'
BOOLEAN	Wahrheitswert	TRUE / FALSE

# Constraint: NOT NULL

**Bedeutung:** Die Spalte darf **niemals leer** sein.

```
CREATE TABLE Kunde (
    ID INT PRIMARY KEY,
    Name VARCHAR(100) NOT NULL,          -- Pflichtfeld!
    Email VARCHAR(200) NOT NULL,         -- Pflichtfeld!
    Telefon VARCHAR(50)                 -- optional (NULL erlaubt)
);
```

## Wann verwenden?

- Pflichtfelder bei der Dateneingabe
- Wichtige Geschäftsinformationen
- Fremdschlüssel (bei totaler Teilnahme)

## Hinweis

PRIMARY KEY impliziert automatisch NOT NULL!

# Constraint: UNIQUE

**Bedeutung:** Jeder Wert darf **nur einmal** vorkommen.

```
CREATE TABLE Mitarbeiter (
    ID INT PRIMARY KEY,
    Email VARCHAR(200) UNIQUE,          -- keine doppelten Emails
    SVNr CHAR(10) UNIQUE,              -- eindeutige SV-Nummer
    Name VARCHAR(100)                 -- Duplikate erlaubt
);
```

**Unterschied zu PRIMARY KEY:**

	PRIMARY KEY	UNIQUE
Erlaubt NULL	Nein	Ja (einmal)
Anzahl pro Tabelle	Genau 1	Beliebig viele
Referenzierbar als FK	Ja	Ja

# Constraint: CHECK

**Bedeutung:** Werte müssen eine **Bedingung** erfüllen.

```
CREATE TABLE Produkt (
    ID INT PRIMARY KEY,
    Name VARCHAR(100),
    Preis DECIMAL(10,2) CHECK (Preis >= 0),
    Lagerbestand INT CHECK (Lagerbestand >= 0),
    Kategorie VARCHAR(50) CHECK (Kategorie IN
        ('Elektronik', 'Kleidung', 'Lebensmittel'))
);
```

## Typische CHECK-Bedingungen:

- Zahlen: CHECK (Wert > 0), CHECK (Alter BETWEEN 0 AND 150)
- Vergleiche: CHECK (Ende > Start)
- Listen: CHECK (Status IN ('aktiv', 'inaktiv', 'gesperrt'))

# Constraint: DEFAULT

**Bedeutung:** Automatischer Wert, wenn keiner angegeben.

```
CREATE TABLE Bestellung (
    ID INT PRIMARY KEY,
    Datum DATE DEFAULT CURRENT_DATE,          -- heute
    Status VARCHAR(20) DEFAULT 'neu',           -- Startwert
    Prioritaet INT DEFAULT 3,                  -- mittlere Prio
    Bearbeiter_ID INT DEFAULT NULL            -- noch niemand
);

-- Einfügen ohne Datum und Status
INSERT INTO Bestellung (ID) VALUES (1);
-- Ergebnis: ID=1, Datum=heute, Status='neu', Prioritaet=3
```

## Typische DEFAULT-Werte:

- DEFAULT CURRENT\_DATE – aktuelles Datum
- DEFAULT CURRENT\_TIMESTAMP – aktueller Zeitstempel
- DEFAULT 0, DEFAULT ” – Nullwerte

```
CREATE TABLE Spieler (
    ID INT PRIMARY KEY,                      -- Primärschlüssel
    Name VARCHAR(100) NOT NULL,                -- Pflichtfeld
    Rueckennummer INT UNIQUE,                  -- Eindeutig
    Alter INT CHECK (Alter >= 16),           -- Bedingung
    Verein_ID INT DEFAULT 0,                  -- Standardwert
    FOREIGN KEY (Verein_ID)
        REFERENCES Verein(ID)
        ON DELETE SET NULL
);
```

## Constraint-Typen im Überblick:

- PRIMARY KEY – Eindeutig + NOT NULL
- NOT NULL – Wert erforderlich
- UNIQUE – Keine Duplikate
- CHECK – Bedingung prüfen
- DEFAULT – Standardwert
- FOREIGN KEY – Referenz mit Aktionen

**Vorteil:** Bessere Fehlermeldungen und einfachere Änderungen

```
CREATE TABLE Mitarbeiter (
    ID INT,
    Name VARCHAR(100),
    Email VARCHAR(200),
    Gehalt DECIMAL(10,2),
    Abteilung_ID INT,

    CONSTRAINT pk_mitarbeiter PRIMARY KEY (ID),
    CONSTRAINT uq_email UNIQUE (Email),
    CONSTRAINT chk_gehalt CHECK (Gehalt > 0),
    CONSTRAINT fk_abteilung FOREIGN KEY (Abteilung_ID)
        REFERENCES Abteilung(ID)
);
```

**Fehlermeldung ohne Name:** “Constraint violation”

**Fehlermeldung mit Name:** “Constraint chk\_gehalt violated”

# Vollständiges Beispiel: Online-Shop

```
CREATE TABLE Kategorie (
    ID INT PRIMARY KEY,
    Name VARCHAR(50) NOT NULL UNIQUE
);

CREATE TABLE Produkt (
    ID INT PRIMARY KEY,
    Name VARCHAR(200) NOT NULL,
    Preis DECIMAL(10,2) NOT NULL CHECK (Preis > 0),
    Lagerbestand INT DEFAULT 0 CHECK (Lagerbestand >= 0),
    Kategorie_ID INT NOT NULL,
    FOREIGN KEY (Kategorie_ID) REFERENCES Kategorie(ID)
);

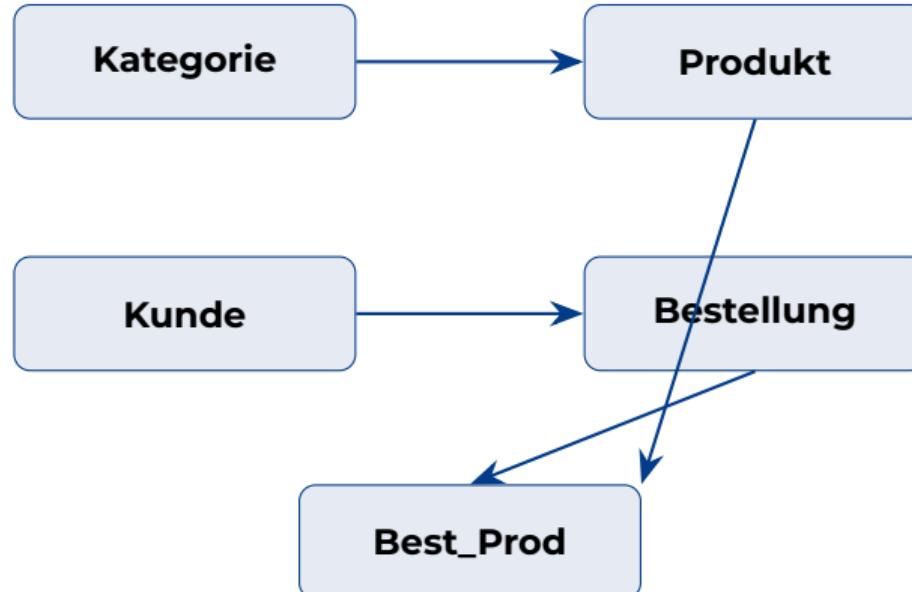
CREATE TABLE Kunde (
    ID INT PRIMARY KEY,
    Name VARCHAR(100) NOT NULL,
    Email VARCHAR(200) NOT NULL UNIQUE,
    Registriert DATE DEFAULT CURRENT_DATE
);
```

```
CREATE TABLE Bestellung (
    ID INT PRIMARY KEY,
    Datum DATE DEFAULT CURRENT_DATE,
    Status VARCHAR(20) DEFAULT 'offen'
        CHECK (Status IN ('offen', 'versendet', 'storniert')) ,
    Kunde_ID INT NOT NULL,
    FOREIGN KEY (Kunde_ID) REFERENCES Kunde(ID)
        ON DELETE RESTRICT
);

CREATE TABLE Bestellung_Produkt (
    Bestellung_ID INT,
    Produkt_ID INT,
    Menge INT NOT NULL CHECK (Menge > 0),
    Einzelpreis DECIMAL(10,2) NOT NULL,
    PRIMARY KEY (Bestellung_ID , Produkt_ID),
    FOREIGN KEY (Bestellung_ID) REFERENCES Bestellung(ID),
    FOREIGN KEY (Produkt_ID) REFERENCES Produkt(ID)
);
```

# Reihenfolge beim CREATE TABLE

**Problem:** FK kann nur auf existierende Tabelle verweisen!



**Korrekte Reihenfolge:**

- 1 Tabellen ohne FK zuerst: Kategorie, Kunde
- 2 Dann Tabellen mit FK: Produkt, Bestellung

# Hands-on

## ER-Diagramm in SQL umsetzen

marimo: 07-er-zu-sql.py

Aufgaben 7.3 – 7.4

# Übung 7.3: Online-Shop

## Gegeben (aus Session 6):

- Kunde (1) – gibt auf – Bestellung (N)
- Bestellung (M) – enthält – Produkt (N) [mit Menge]
- Produkt (N) – gehört zu – Kategorie (1)

## Aufgabe:

Schreiben Sie die CREATE TABLE-Statements für alle Tabellen.

## Hinweise:

- Kunde: ID, Name, Email
- Produkt: ID, Name, Preis, Kategorie\_ID
- Bestellung: ID, Datum, Kunde\_ID
- Kategorie: ID, Name
- Bestellung\_Prodkt: Bestellung\_ID, Produkt\_ID, Menge

# Übung 7.4: Bundesliga

## ER-Modell:

- Verein (1) – hat – Spieler (N)
- Verein (2) – spielt – Spiel (N) [Heim/Gast]

## Aufgabe:

- ① Erstellen Sie das relationale Schema
- ② Schreiben Sie die CREATE TABLE-Statements
- ③ Beachten Sie: Spiel hat **zwei** Fremdschlüsse zu Verein!

**Hinweis:** Die “spielt”-Beziehung ist eine spezielle 2:N-Beziehung.

## Schema-Vorschlag

Spiel(ID, Datum, #Heim\_ID, #Gast\_ID, ToreHeim, ToreGast)

# Agenda

- 1 Rückblick & Das Relationale Modell
- 2 Schlüssel im Detail
- 3 Transformation: 1:N-Beziehungen
- 4 Transformation: M:N-Beziehungen
- 5 Transformation: 1:1 & Sonderfälle
- 6 CREATE TABLE in SQL
- ▶ **7 Zusammenfassung**

# Zusammenfassung

## Relationales Modell:

- Alle Daten in Tabellen
- Zeilen = Tupel
- Spalten = Attribute

## Schlüssel:

- Primärschlüssel (PK) – eindeutig
- Fremdschlüssel (FK) – Verweis
- FK-Aktionen: CASCADE, RESTRICT, SET NULL

## Transformationsregeln:

1:N	FK auf N-Seite
M:N	Beziehungstabelle
1:1	Zusammenlegen/FK+UNIQUE

## SQL-Constraints:

- PRIMARY KEY
- FOREIGN KEY REFERENCES
- NOT NULL, UNIQUE
- CHECK, DEFAULT

## Der Weg

Reale Welt → ER-Modell → Relationales Schema → SQL

# Checkliste: Transformation

**Verwenden Sie diese Checkliste bei jeder Transformation:**

- Jede Entität ist eine Tabelle mit PK
- Jedes Attribut ist eine Spalte mit passendem Typ
- 1:N-Beziehungen: FK auf der N-Seite
- M:N-Beziehungen: Eigene Beziehungstabelle
- Beziehungsattribute nicht vergessen
- Schwache Entitäten: FK ist Teil des PK
- Mehrwertige Attribute: Eigene Tabelle
- NOT NULL für Pflichtfelder
- UNIQUE für Alternativschlüssel
- CHECK für Geschäftsregeln
- FK-Aktionen (ON DELETE/UPDATE) definiert
- CREATE TABLE in korrekter Reihenfolge

## Vorlesung 8: Normalisierung

- Wann ist ein Schema “gut”?
- Funktionale Abhängigkeiten
- Normalformen: 1NF, 2NF, 3NF, BCNF
- Anomalien systematisch vermeiden



# Fragen?

christoph.flath@uni-wuerzburg.de