

# GRUNDLAGEN WIRTSCHAFTSINFOR- MATIK

RELATIONALE DATENBANKEN

PROF. DR. CHRISTIAN BOCKERMANN

HOCHSCHULE BOCHUM

SOMMERSEMESTER 2024

## Inhalt

- 1 Wiederholung
- 2 Relationale Datenbanken
- 3 Logischer Datenbank-Entwurf
- 4 Normalisierung

# Wiederholung

## Zentrale Speicher - Beispiel: **Online Shop**



### Controlling

Geschäftsberichte  
Umsatzentwicklungen



### Datenbank

Produkte  
Bestellungen  
Kunden  
Wareneingänge  
Lieferaufträge



### Online Shop



### Marketing

Kampagnen-Management  
Marketing-Budget



### Logistik

Aufträge  
Warenbestand

## Zentrale Speicher - Beispiel: **Online Shop**



Controlling

Geschäftsberichte  
Umsatzentwicklungen



Datenbank

Produkte  
Bestellungen  
Kunden  
Wareneingänge  
Lieferaufträge



Online Shop



Marketing

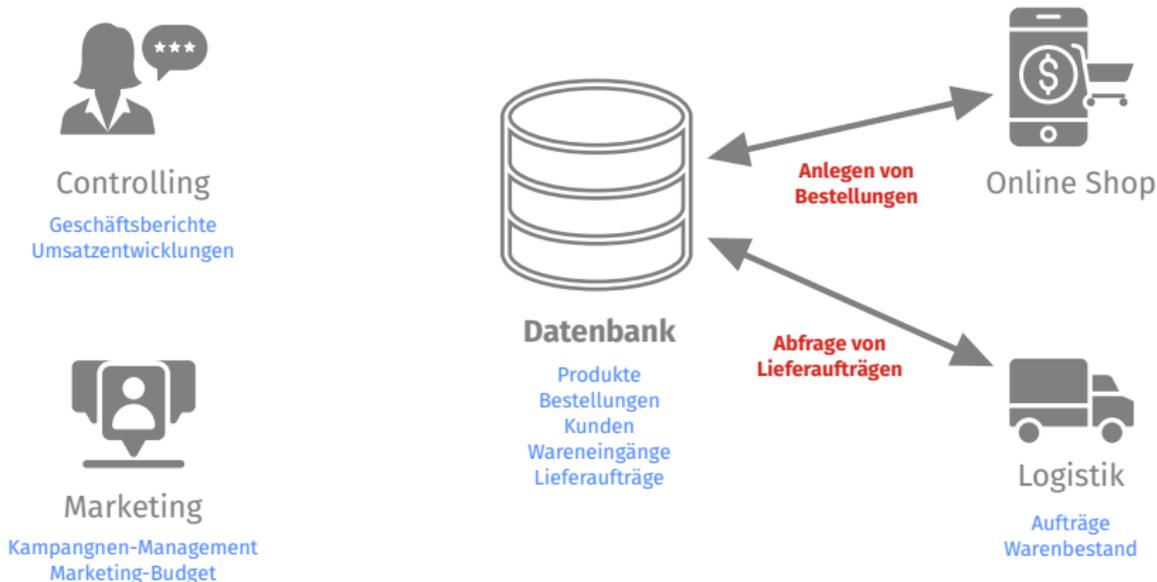
Kampagnen-Management  
Marketing-Budget



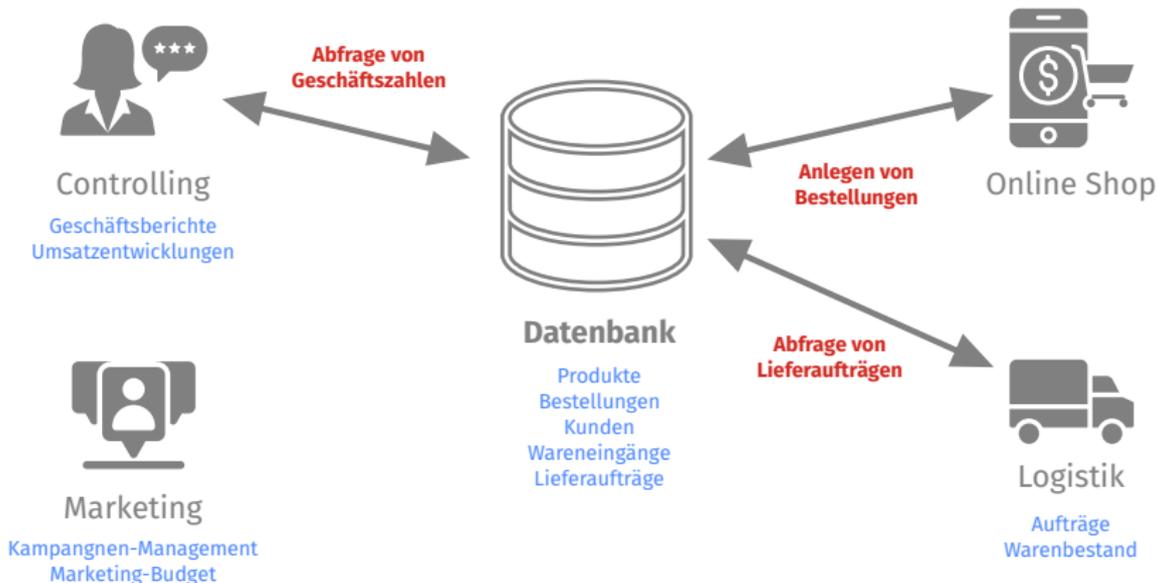
Logistik

Aufträge  
Warenbestand

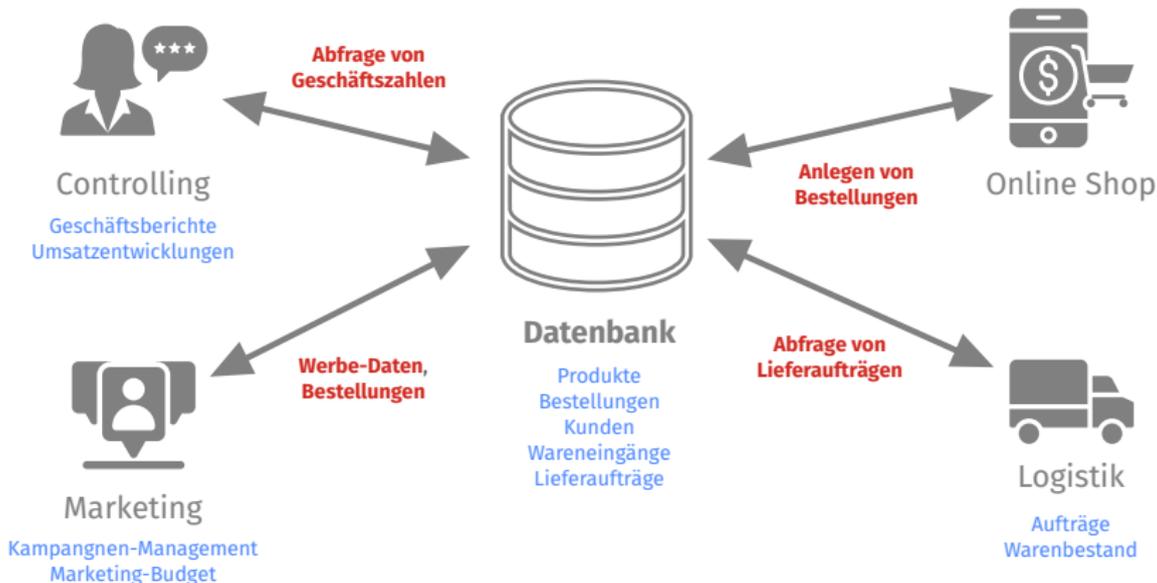
## Zentrale Speicher - Beispiel: **Online Shop**

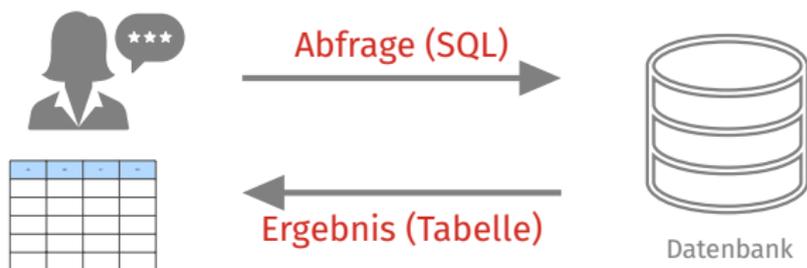


## Zentrale Speicher - Beispiel: **Online Shop**



## Zentrale Speicher - Beispiel: **Online Shop**





## Modellierung von Datenbanken:

- Wie werden Geschäftsprozesse in Datenbanken **modelliert**?
- Wie bilden wir **effiziente** Strukturen in Datenbanken?
- Wie erreichen wir eine stets **konsistente** und **integre** Datenbank?

## Vom Geschäftsprozess zur Datenbank

### Geschäftsprozess



Warenkorb		
Kunden-Nr.	100001	
Bestellt am	04.11.2018 08:07	
Art-Nr.	Bezeichnung	Preis
101	Polster	1000,-€
200	Stuhl	84,00€
102	Polster Couch	1500,-€
Zu 20% Skattieren 300,00 €		
Vorschubkosten 0,00 €		
Gesamtertrag 1464,00 €		

“Kunde bestellt Artikel.”

“Bestellungen haben  
mindestens 1 Artikel.”

### Entity-Relationship Modell

### Datenbank

## Vom Geschäftsprozess zur Datenbank

### Geschäftsprozess



Warenkorb		
Kunden-Nr.	100010	
Bestellt am	04.11.2018 09:07	
Art-Nr.	Bezeichnung	Preis
102	Polster	1000 €
200	Baum	84,00 €
107	Polsterstuhl	1500 €
Zu 20% Skattieren 300,00 €		
Vorschubsumme 900,00 €		
Gesamtbetrag 900,00 €		

“Kunde bestellt Artikel.”

“Bestellungen haben  
mindestens 1 Artikel.”

Interviews mit  
Fachabteilungen

Textuelle Beschreibungen,  
Use-Case Diagramme

### Entity-Relationship Modell

### Datenbank

## Vom Geschäftsprozess zur Datenbank

### Geschäftsprozess



Warenkorb		
Kunden-Nr.	00001	
Bestellt am	04.11.2018 09:07	
Art-Nr.	Bezeichnung	Preis
102	Polster	1000,-€
306	Bügel	50,00€
107	Polster Couch	1500,-€
Zu 20% Skonto		
Vorratssuchen		
Gesamtbetrag		

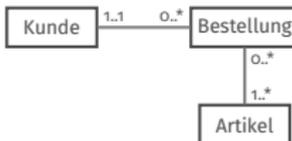
“Kunde bestellt Artikel.”

“Bestellungen haben  
mindestens 1 Artikel.”

Interviews mit  
Fachabteilungen

Textuelle Beschreibungen,  
Use-Case Diagramme

### Entity-Relationship Modell



Entitätstypen

Relationen

### Datenbank

## Vom Geschäftsprozess zur Datenbank

### Geschäftsprozess



Warenkorb		
Kunden-Nr.	00001	
Bestellzeit	04.11.2019 09:07	
Art-Nr.	Bezeichnung	Preis
102	Polster	1000 €
300	Bügel	50,00 €
107	Reise-Couch	1500 €
Zu 20% Skonto		
Verkaufspreis 1.500 €		
Vorratsschritt 1.500 €		
Gesamtwertung 1000 €		

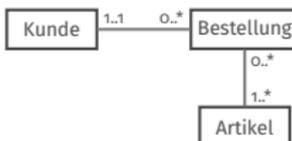
“Kunde bestellt Artikel.”

“Bestellungen haben  
mindestens 1 Artikel.”

Interviews mit  
Fachabteilungen

Textuelle Beschreibungen,  
Use-Case Diagramme

### Entity-Relationship Modell



Entitätstypen

Relationen

**ER Diagramm**

z.B. in der Sprache UML  
oder Chen-Notation

### Datenbank

## Vom Geschäftsprozess zur Datenbank

### Geschäftsprozess



Warenkorb		
Kunden-Nr.	00001	
Bestellzeit	31.11.2015 08:07	
Art-Nr.	Bezeichnung	Preis
102	Maßstab	1399,-
306	Maß	34,99,-
007	Maßstab	1399,-
Zu 20% Skattieren		
Vorschubkosten		
Gesamtbetrag		

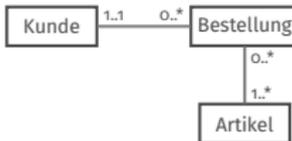
“Kunde bestellt Artikel.”

“Bestellungen haben  
mindestens 1 Artikel.”

Interviews mit  
Fachabteilungen

Textuelle Beschreibungen,  
Use-Case Diagramme

### Entity-Relationship Modell



Entitätstypen

Relationen

### ER Diagramm

z.B. in der Sprache UML  
oder Chen-Notation

### Datenbank

Bestellung		
BestellNr	Datum	KundenNr
1	2015-05-01	1
2	2015-05-04	2
3	2015-05-09	3
4	2015-05-17	1

Artikel		
ArtikelNr	Bezeichnung	Preis
1	Lasermouse	1399
2	Tastatur	59,99
3	Festplatte	59,99
4	USB-Stick	9,99
5	WebCam	13,99

Kunde				
KundenNr	Name	Vorname	PLZ	Ort
1	Mayer	Mia	44701	Bochum
2	Schmidt	Jonas	44701	Bochum
3	Müller	Emma	44702	Bochum
4	Weber	Lukas	41017	Essen

## Vom Geschäftsprozess zur Datenbank

### Geschäftsprozess



Warenkorb		
Kunden-Nr.	00001	
Bestell-Nr.	34.11.2015 08:07	
Art-Nr.	Bezeichnung	Preis
102	Mäuser	13,99 €
306	Tastat.	34,99 €
007	Flash-Datens.	13,99 €
Zu 20% Skattieren		
Verpackkosten 3,00 €		
Gesamtbetrag 69,94 €		

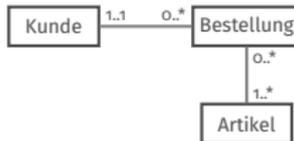
“Kunde bestellt Artikel.”

“Bestellungen haben  
mindestens 1 Artikel.”

Interviews mit  
Fachabteilungen

Textuelle Beschreibungen,  
Use-Case Diagramme

### Entity-Relationship Modell



Entitätstypen

Relationen

**ER Diagramm**

z.B. in der Sprache UML  
oder Chen-Notation

### Datenbank

Bestellung		
BestellNr.	Datum	KundenNr.
1	2015-05-01	1
2	2015-05-04	2
3	2015-05-09	3
4	2015-05-17	1

Artikel		
ArtikelNr.	Bezeichnung	Preis
1	Lasermaus	13,99
2	Tastatur	34,99
3	Festplatte	39,99
4	USB-Stick	9,99
5	WebCam	13,99

Kunde				
KundenNr.	Name	Vorname	PLZ	Ort
1	Mayer	Mia	44701	Bochum
2	Schmidt	Jonas	44701	Bochum
3	Müller	Emma	44702	Bochum
4	Weber	Lukas	41017	Essen

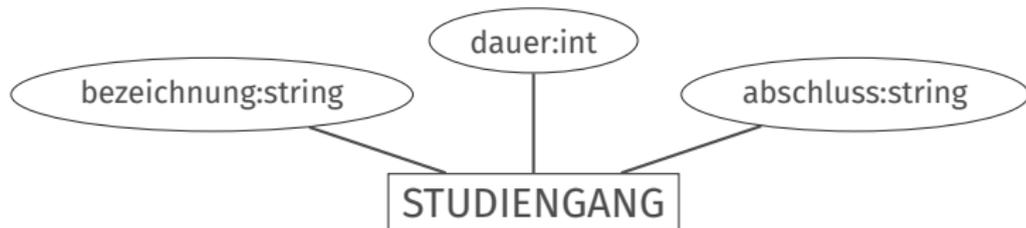
**SQL Schema Definition**

Tabellen, Relationstabellen,  
Constraints/Regeln

## Entitäten = Menge Objekte mit gleichen Eigenschaften

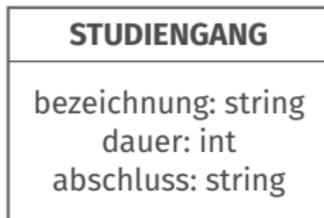
Darstellung von Objekten über Entitäten

- Namen
- Attribute (Eigenschaften von Objekten)
- Attribut-Typ (Datentyp, optional)
- Beziehungen zu anderen Entitäten



## Alternative Darstellung

- Alternative Darstellung
- sehr ähnlich zu UML-Klassendiagramm



## Beziehungen zwischen Entitäten

Relationen zwischen Entitäten als Raute:



# Relationale Datenbanken

## Vom Geschäftsprozess zur Datenbank

### Geschäftsprozess



Warenkorb		
Kunden-Nr.	00001	
Bestellzeit	04.11.2015 08:07	
Artikel	Menge	Preis
101	1	13,99 €
306	1	34,99 €
107	1	13,99 €
zz. 20% Grunderwerb		
Verpackkosten		
Gesamtbetrag		

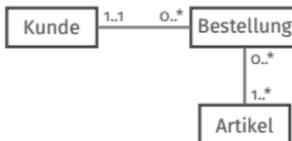
“Kunde bestellt Artikel.”

“Bestellungen haben  
mindestens 1 Artikel.”

Interviews mit  
Fachabteilungen

Textuelle Beschreibungen,  
Use-Case Diagramme

### Entity-Relationship Modell



Entitätstypen

Relationen

### ER Diagramm

z.B. in der Sprache UML  
oder Chen-Notation

### Datenbank

#### Bestellung

BestellNr	Datum	KundenNr
1	2015-05-01	1
2	2015-05-04	2
3	2015-05-09	3
4	2015-05-17	1

#### Artikel

ArtikelNr	Bezeichnung	Preis
1	Lausmaus	13,99
2	Tastatur	31,99
3	Festplatte	59,99
4	USB-Stick	9,99
5	WebCam	13,99

#### Kunde

KundenNr	Name	Vorname	PLZ	Ort
1	Müller	Mia	44131	Bochum
2	Schmidt	Jonas	44131	Bochum
3	Müller	Emma	44132	Bochum
4	Weber	Lukas	41017	Essen

### SQL Schema Definition

Tabellen, Relationstabellen,  
Constraints/Regeln

**Heute**

## Relationale Datenbanken

- Relationales Datenmodell von E.F.Codd (IBM) 1968-1973 entwickelt
- Basis: Mathematisches Konzept von Relationen
- Relationen werden in Tabellen abgebildet

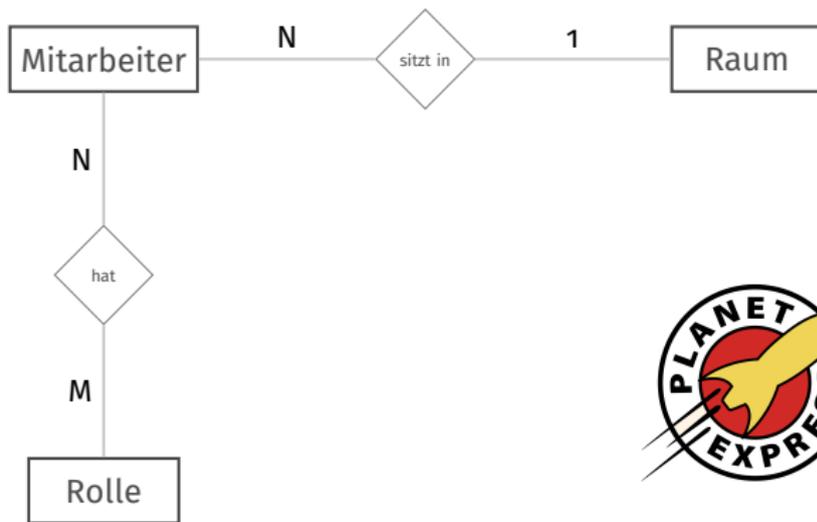
## Relation (Tabelle)

- Beziehung/Relation wird durch Tabelle dargestellt
- Jede Tabelle hat einen eindeutigen Namen und besteht aus Zeilen und Spalten
- Attribute sind Spalten einer Relation/Tabelle mit Werten aus einem Wertebereich (Domäne)
- Tupel=Datensatz=Record entspricht einer Zeile der Tabelle

## Relation (Tabelle)

- Beziehung/Relation wird durch Tabelle dargestellt
- Jede Tabelle hat einen eindeutigen Namen und besteht aus Zeilen und Spalten
- Attribute sind Spalten einer Relation/Tabelle mit Werten aus einem Wertebereich (Domäne)
- Tupel=Datensatz=Record entspricht einer Zeile der Tabelle
- Das **Relationen Schema** ist die Definition der Relation

## Mitarbeiter Datenbank: PlanetExpress



## Beispiel: Relation **Mitarbeiter**

<b>MitarbeiterNr</b>	<b>Name</b>	<b>Aufgabe</b>
1	Hubert J. Farnsworth	Chef
2	Turanga Leela	Pilotin
3	Philip J. Fry	Lieferjunge
4	Hermes Conrad	Büro

Relation **Mitarbeiter**

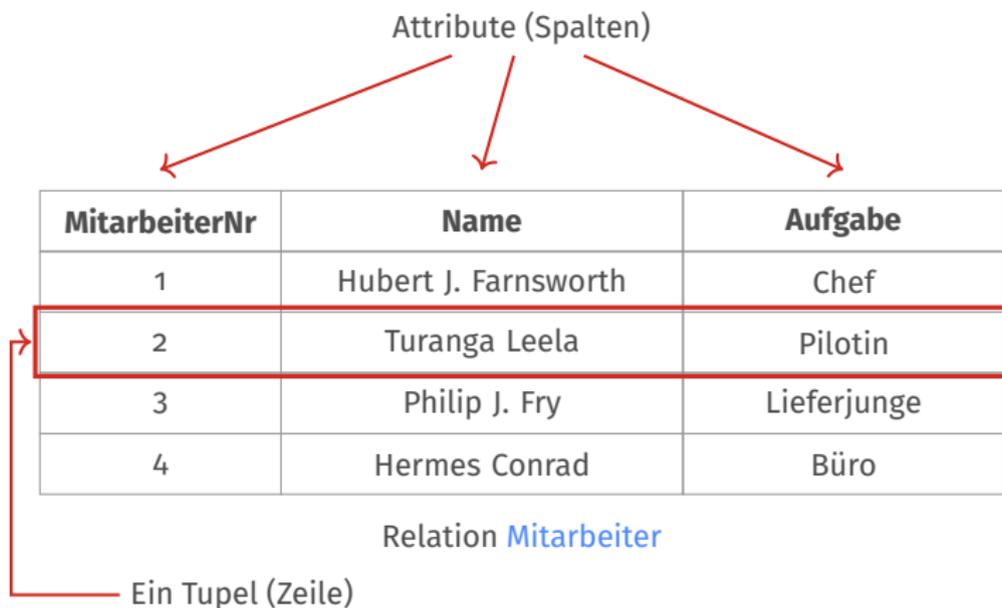
## Beispiel: Relation **Mitarbeiter**

Attribute (Spalten)

<b>MitarbeiterNr</b>	<b>Name</b>	<b>Aufgabe</b>
1	Hubert J. Farnsworth	Chef
2	Turanga Leela	Pilotin
3	Philip J. Fry	Lieferjunge
4	Hermes Conrad	Büro

Relation **Mitarbeiter**

## Beispiel: Relation **Mitarbeiter**



## Relationale Datenbank

- Sammlung von Relationen (Tabellen), die Datensätze enthalten

## Relationales Schema

- Beschreibung von Relationen, den zugehörigen Attributen und deren Datentyp
- Stellt die Tabellendefinitionen dar

## Schlüssel

- Menge von einem oder mehreren Attributen, die zusammen jedes Tupel einer Relation eindeutig beschreiben
- **Primärschlüssel** ist der Schlüssel einer Relation, die jedes Tupel identifiziert
- **Fremdschlüssel** ist ein Schlüssel einer Relation A, die Primärschlüssel einer andere Relation B ist

## Schlüssel

- Menge von einem oder mehreren Attributen, die zusammen jedes Tupel einer Relation eindeutig beschreiben
- **Primärschlüssel** ist der Schlüssel einer Relation, die jedes Tupel identifiziert
- **Fremdschlüssel** ist ein Schlüssel einer Relation A, die Primärschlüssel einer andere Relation B ist
- Primärschlüssel = **primary key** = PK
- Fremdschlüssel = **foreign key** = FK

## Beispiel: Relation **Mitarbeiter**

<b>MitarbeiterNr</b>	<b>Name</b>	<b>Aufgabe</b>	<b>RaumNr</b>
1	Hubert J. Farnsworth	Chef	11
2	Turanga Leela	Pilotin	13
3	Philip J. Fry	Lieferjung	13
4	Hermes Conrad	Büro	4

## Beispiel: Relation **Mitarbeiter**

Primärschlüssel



<b>MitarbeiterNr</b>	<b>Name</b>	<b>Aufgabe</b>	<b>RaumNr</b>
1	Hubert J. Farnsworth	Chef	11
2	Turanga Leela	Pilotin	13
3	Philip J. Fry	Lieferjung	13
4	Hermes Conrad	Büro	4

## Beispiel: Relation **Mitarbeiter**

Primärschlüssel

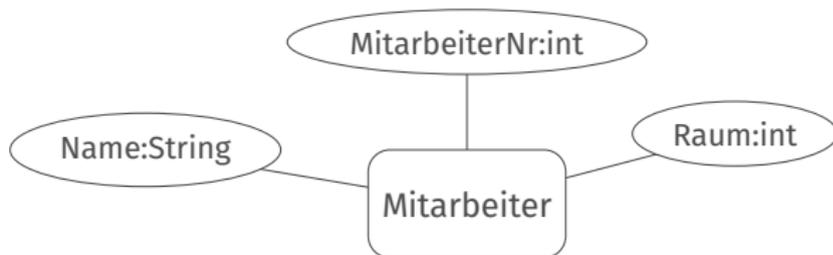
<b>MitarbeiterNr</b>	<b>Name</b>	<b>Aufgabe</b>	<b>RaumNr</b>
1	Hubert J. Farnsworth	Chef	11
2	Turanga Leela	Pilotin	13
3	Philip J. Fry	Lieferjung	13
4	Hermes Conrad	Büro	4

Fremdschlüssel

# Logischer Datenbank-Entwurf

## Vom ER Modell zum Datenbank Schema

- **Jeder Entitätstyp wird auf eigene Relation abgebildet**
- Attribute der Entität werden Attribute der Relation
- Primärschlüssel ergibt sich aus identifizierenden Merkmalen des Entitätstyps
- Bei zusammengesetztem Schlüssel wird ein künstlicher Primärschlüssel angelegt (z.B. Nummerierung)
- Name der Relation im Singular (Konvention)
- Jedes Attribut wird gekennzeichnet, ob es auch zwingend erforderlich ist (nn = erforderlich)




---

Mitarbeiter			
PK	MitarbeiterNr	int	nn
	Name	String	nn
	Raum	int	nn

## Abbildung von Beziehungstypen

- Jeder Entitätstyp bekommt eigene Relation
- Beziehungen zwischen Entitäten werden durch Schlüssel/Fremdschlüssel beschrieben
- Schematische Regeln für Beziehungsarten (1:N, N:M)



## Transformation von 1:N-Beziehungen

- 1:N Beziehungen werden in 2 Relationen überführt
- Relationenschema auf N-Seite wird um Schlüssel der 1-Seite als Fremdschlüssel erweitert
- Mögliche Attribute der Beziehung werden optionale Attribute auf der N-Seite



## Transformation von 1:N-Beziehungen

- 1:N Beziehungen werden in 2 Relationen überführt
- Relationenschema auf N-Seite wird um Schlüssel der 1-Seite als Fremdschlüssel erweitert
- Mögliche Attribute der Beziehung werden optionale Attribute auf der N-Seite



Mitarbeiter			
PK	MitarbeiterNr	int	nn
	Name	String	nn
FK	RaumNr	int	nn

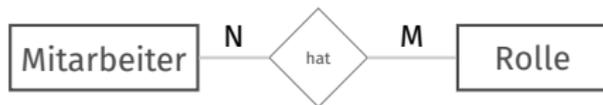
Raum			
PK	RaumNr	int	nn
	Etage	int	nn



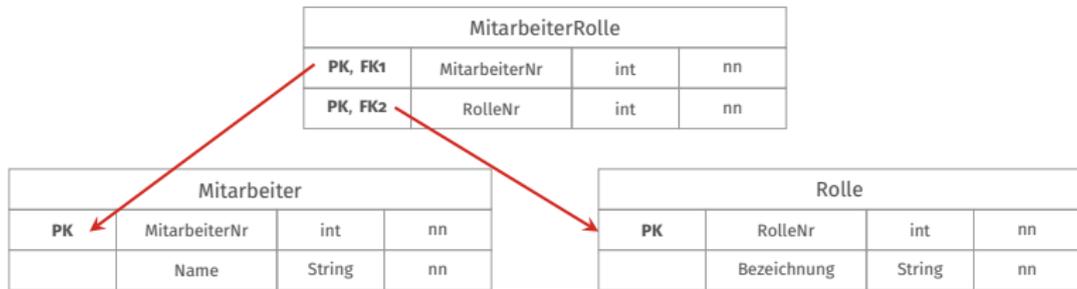
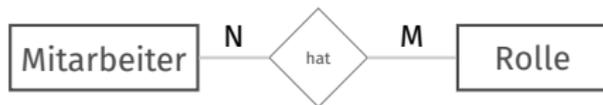
## Transformation von N:M-Beziehungen

- N:M Beziehungen werden in 3 Relationen zerlegt - eine je Entität und eine für die Beziehung
- Schlüssel der Entitäten werden Fremdschlüssel in der Beziehungsrelation
- Attribute der Beziehung werden zu Attributen der Beziehungsrelation

## Transformation von N:M-Beziehungen



## Transformation von N:M-Beziehungen



## Transformation von 1:1 Beziehungen

- 1:1 Beziehungen werden in die beiden beteiligten Entitätsrelationen überführt
- Der optionale Teil wird als Fremdschlüssel in die übergeordnete Relation eingebaut
- Sofern es sich um eine *auf beiden Seiten optionale Beziehung* handelt, wird wie bei N:M verfahren

# Normalisierung

## Beispiel: Online Shop

Bestell-Nr.: 20201112-01  
Bestelldatum: 12.11.2020  
Kunde: Mustermann  
Kunden-Nr.: 0013  
Rechnungsbetrag: 117,97 €

Pos	Artikel	Menge	Betrag
1	4711	2	59,98 €
2	0815	1	37,99 €
3	CX21	4	20,00 €

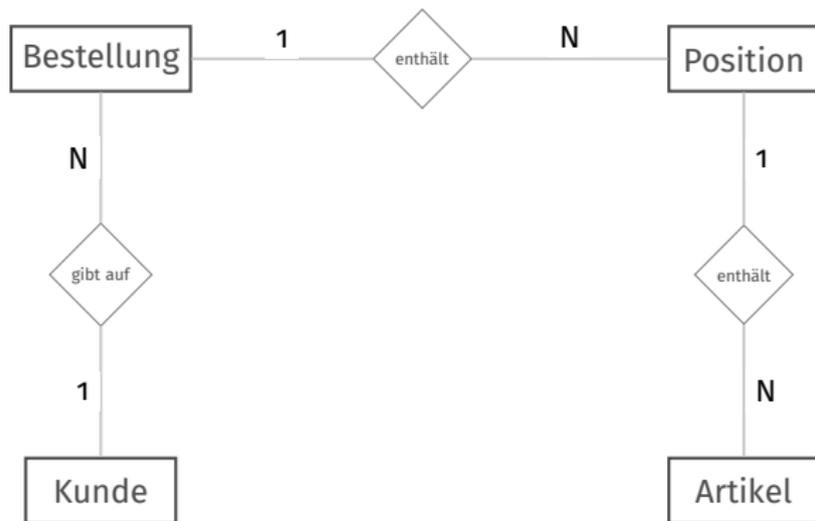
## Beispiel: Online Shop

Bestell-Nr.: 20201112-01  
Bestelldatum: 12.11.2020  
Kunde: Mustermann  
Kunden-Nr.: 0013  
Rechnungsbetrag: 117,97 €

Pos	Artikel	Menge	Betrag
1	4711	2	59,98 €
2	0815	1	37,99 €
3	CX21	4	20,00 €

- Kunde kann Bestellungen aufgeben
- Eine Bestellung enthält eine oder mehrere Positionen
- Jede Position enthält genau ein Produkt

## Beispiel: Online Shop



## Beispiel: **Online Shop** - Wie speichern wir Bestellungen?

Bestell-Nr.: 20201112-01  
Bestelldatum: 12.11.2020  
Kunde: Mustermann  
Kunden-Nr.: 0013  
Rechnungsbetrag: 117,97 €

Pos	Artikel	Menge	Betrag
1	4711	2	59,98 €
2	0815	1	37,99 €
3	CX21	4	20,00 €

## Beispiel: **Online Shop** - Wie speichern wir Bestellungen?

Bestell-Nr.: 20201112-01  
Bestelldatum: 12.11.2020  
Kunde: Mustermann  
Kunden-Nr.: 0013  
Rechnungsbetrag: 117,97 €

Pos	Artikel	Menge	Betrag
1	4711	2	59,98 €
2	0815	1	37,99 €
3	CX21	4	20,00 €

Bestell-Nr	Bestelldatum	Kunde	Kunden-Nr	Betrag
20201112-01	12.11.2020	Mustermann	0013	117,97 €
20201113-02	13.11.2020	Maier	0123	57,48 €
20201113-03	13.11.2020	Müller	0017	21,97 €

Eine Zeile pro Bestellung?  
Aber was ist dann mit den Positionen?

## Beispiel: **Online Shop** - Wie speichern wir Bestellungen?

Bestell-Nr.: 20201112-01  
Bestelldatum: 12.11.2020  
Kunde: Mustermann  
Kunden-Nr.: 0013  
Rechnungsbetrag: 117,97 €

Pos	Artikel	Menge	Betrag
1	4711	2	59,98 €
2	0815	1	37,99 €
3	CX21	4	20,00 €

Eine Zeile pro Position?  
Dann speichern wir das Datum,  
die Kundennummer und den  
Rechnungsbetrag ja mehrfach!

Dazu kämen die Adresse,  
Lieferanschrift, usw..

Bestell-Nr	Bestelldatum	Kunde	Kunden-Nr	Pos	Artikel	Menge	Betrag	Rechnungsbetrag
20201112-01	12.11.2020	Mustermann	0013	1	4711	2	59,98 €	117,97 €
20201112-01	12.11.2020	Mustermann	0013	2	0815	1	37,99 €	117,97 €
20201112-01	12.11.2020	Mustermann	0013	3	CX21	4	20,00 €	117,97 €

## Anomalien

Ungünstige Tabellenstrukturen führen ggf. zu **Anomalien**:

- Änderungsanomalie
- Löschanomalie
- Einfügeanomalie

Anomalien erzeugen unter Umständen inkonsistente Daten!

## Beispiel: Änderungsanomalie

Bestell-Nr	Bestelldatum	Kunde	Kunden-Nr	Pos	Artikel	Menge	Betrag	Rechnungsbetrag
20201112-01	12.11.2020	Müstermann	0013	1	4711	2	59,98 €	117,97 €
20201112-01	12.11.2020	Mustermann	0013	2	0815	1	37,99 €	117,97 €
20201112-01	12.11.2020	Mustermann	0013	3	CX21	4	20,00 €	117,97 €

- Daten mehrfach gespeichert
- Was passiert, wenn es Änderungen gibt, die aber nicht überall korrekt durchgeführt werden?

## Beispiel: Änderungsanomalie

Bestell-Nr	Bestelldatum	Kunde	Kunden-Nr	Pos	Artikel	Menge	Betrag	Rechnungsbetrag
20201112-01	12.11.2020	Müstermann	0013	1	4711	2	59,98 €	117,97 €
20201112-01	12.11.2020	Mustermann	0013	2	0815	1	37,99 €	117,97 €
20201112-01	12.11.2020	Mustermann	0013	3	CX21	4	20,00 €	117,97 €

- Daten mehrfach gespeichert
- Was passiert, wenn es Änderungen gibt, die aber nicht überall korrekt durchgeführt werden?
- Beispiel: Kundenname ändern (Müstermann -> Mustermann)

## Beispiel: Löschanomalie

Alle Daten in einer Tabelle gespeichert.

Bestell-Nr	Bestelldatum	Kunde	Kunden-Nr	Pos	Artikel	Menge	Betrag	Rechnungsbetrag
20201112-01	12.11.2020	Mustermann	0013	1	4711	2	59,98 €	117,97 €
20201112-01	12.11.2020	Mustermann	0013	2	0815	1	37,99 €	117,97 €
20201112-01	12.11.2020	Mustermann	0013	3	CX21	4	20,00 €	117,97 €

Was ist, wenn alle Bestellungen eines Kunden gelöscht werden?

## Normalisierung

- Welche Eigenschaften brauchen unsere Relationen zur Vermeidung von Anomalien?

## Normalisierung

- Welche Eigenschaften brauchen unsere Relationen zur Vermeidung von Anomalien?
- Möglichst kein Verdoppelungen der Informationen!

## Normalisierung

- Welche Eigenschaften brauchen unsere Relationen zur Vermeidung von Anomalien?
- Möglichst kein Verdoppelungen der Informationen!

## Funktionale Abhängigkeit

Attribute A und B einer Relation sind *funktional Abhängig*, wenn sich der Wert von B aus dem Wert von A ergibt.

## Wo finden sich funktionale Abhängigkeiten?

Bestell-Nr	Bestelldatum	Kunde	Kunden-Nr	Pos	Artikel	Menge	Betrag	Rechnungsbetrag
20201112-01	12.11.2020	Mustermann	0013	1	4711	2	59,98 €	117,97 €
20201112-01	12.11.2020	Mustermann	0013	2	0815	1	37,99 €	117,97 €
20201112-01	12.11.2020	Mustermann	0013	3	CX21	4	20,00 €	117,97 €

## Wie lösen wir das Anomalie-Dilemma?

- Schrittweise Normalisierung der Relationen
- Jeder Schritt fordert zusätzliche Bedingungen

### Die Normalformen:

- UNF – Unnormalisierte Normalform (o. NF)
- 1. Normalform
- 2. Normalform
- 3. Normalform

## Atomare Attribute

- Ein Attribut ist **atomar**, wenn es nicht weiter sinnvoll zerlegt werden kann.
- Zusammengesetzte Attribute sind nicht atomar.

## Atomare Attribute

- Ein Attribut ist **atomar**, wenn es nicht weiter sinnvoll zerlegt werden kann.
- Zusammengesetzte Attribute sind nicht atomar.

KundeNr	Adresse
1	Campus-Weg 1, 12345 Bochum
2	Lerngasse 17, 9876 Unistadt
3	Conrad-Zuse Str. 3, 12345 Bochum

## Unnormalisierte Normalform (UNF)

- Eine Tabelle ist in der UNF, wenn sie nicht-atomare Attribute enthält.

## Erste Normalform (1NF)

- Eine Relation ist in der ersten Normalform (1 NF), wenn jedes Attribut der Relation atomar ist.

## Erste Normalform (1NF)

- Eine Relation ist in der ersten Normalform (1 NF), wenn jedes Attribut der Relation atomar ist.

KundeNr	Strasse	PLZ	Stadt
1	Campus-Weg 1	12345	Bochum
2	Lerngasse 17	9876	Unistadt
3	Conrad-Zuse Str. 3	12345	Bochum

## Zweite Normalform (2 NF)

- Eine Relation ist in der zweiten Normalform (2 NF), wenn sie in erster Normalform ist und jedes Nicht-Schlüsselattribut vom Primärschlüssel voll funktional abhängig ist.

## Zweite Normalform (2 NF)

- Eine Relation ist in der zweiten Normalform (2 NF), wenn sie in erster Normalform ist und jedes Nicht-Schlüsselattribut vom Primärschlüssel voll funktional abhängig ist.

Daraus ergibt sich

- keine funktionalen Abhängigkeiten von Schlüsselteilen
- keine transitiven Abhängigkeiten
- 2NF setzt die Existenz eines Primärschlüssels voraus
- Ist die Relation in 1NF und der Primärschlüssel besteht nur aus einem Attribut, so ist sie automatisch bereits in 2 NF.

Bestell-Nr	Bestelldatum	Kunde	Kunden-Nr	Pos	Artikel	Menge	Betrag	Rechnungsbetrag
20201112-01	12.11.2020	Mustermann	0013	1	4711	2	59,98 €	117,97 €
20201112-01	12.11.2020	Mustermann	0013	2	0815	1	37,99 €	117,97 €
20201112-01	12.11.2020	Mustermann	0013	3	CX21	4	20,00 €	117,97 €

Bestell-Nr	Bestelldatum	Kunde	Kunden-Nr	Pos	Artikel	Menge	Betrag	Rechnungsbetrag
20201112-01	12.11.2020	Mustermann	0013	1	4711	2	59,98 €	117,97 €
20201112-01	12.11.2020	Mustermann	0013	2	0815	1	37,99 €	117,97 €
20201112-01	12.11.2020	Mustermann	0013	3	CX21	4	20,00 €	117,97 €

Abhängig von Bestell-Nr:

- Datum, Kunde, Kunde-Nr, Rechnungsbetrag

Abhängig von (Bestell-Nr, Pos):

- Artikel, Menge, Betrag

## Überführung in 2NF

Teile Tabellen auf, so dass nur noch die Abhängigkeiten von den Primärschlüsseln gelten.

Bestell-Nr	Bestelldatum	Kunde	Kunden-Nr	Rechnungsbetrag
20201112-01	12.11.2020	Mustermann	0013	117,97 €

Bestell-Nr	Pos	Artikel	Menge	Betrag
20201112-01	1	4711	2	59,98 €
20201112-01	2	0815	1	37,99 €
20201112-01	3	CX21	4	20,00 €

## Dritte Normalform (3 NF)

- Eine Relation ist in der dritten Normalform (3 NF), wenn sie in zweiter normal Normalform ist und jedes nicht-Schlüsselattribut direkt vom Primärschlüssel abhängig ist.

## Dritte Normalform (3 NF)

- Eine Relation ist in der dritten Normalform (3 NF), wenn sie in zweiter normal Normalform ist und jedes nicht-Schlüsselattribut direkt vom Primärschlüssel abhängig ist.

Anders ausgedrückt:

- Zwischen den Spalten, die keine Primärschlüssel sind, bestehen keine Abhängigkeiten mehr.

## Überführung in 3NF

Teile Tabellen auf, so dass nur noch die Abhängigkeiten von den Primärschlüsseln gelten.

Bestell-Nr	Bestelldatum	Kunden-Nr	Rechnungsbetrag
20201112-01	12.11.2020	0013	117,97 €

Kunde-Nr	Kunde
0013	Mustermann

Bestell-Nr	Pos	Artikel	Menge	Betrag
20201112-01	1	4711	2	59,98 €
20201112-01	2	0815	1	37,99 €
20201112-01	3	CX21	4	20,00 €

## Weitere Normalisierungen...

Es gibt weitere Normalformen, die zusätzliche Eigenschaften der Relationen sicherstellen:

### Boyce-Code-Normalform (BCNF)

... soll verhindern, dass Teile zweier Schlüsselkandidaten, die jeweils mehrere Attribute aufweisen, voneinander abhängig sind.

### 4 NF

Eine Tabelle ist in der 4 NF, wenn sie 3 NF erfüllt und keine paarweise auftretenden mehrwertigen Abhängigkeiten enthält.

### 5 NF

Vereinfachung von Relationen, um Projektions- und Verbundoperationen zu ermöglichen...

## **Tabelle: Kunde**

- Kunden-Nr
- Name
- E-Mail
- Rechnungsadresse
- Lieferadresse

## **Tabelle: Produkt**

- Artikel-Nr
- Beschreibung
- VK-Preis
- EK-Preis

## **Aufteilung nach Entitäten in mehrere Tabellen: Entity Relationship Modell (ERM)**

### **Tabelle: Bestellung**

- Bestell-Nr
- Bestell-Datum
- Kunden-Nr

### **Tabelle: Position**

- Bestell-Nr
- Position
- Menge
- Artikel-Nr

## Tabelle: Kunde

- Kunden-Nr
- Name
- E-Mail
- Rechnungsadresse
- Lieferadresse

## Tabelle: Produkt

- Artikel-Nr
- Beschreibung
- VK-Preis
- EK-Preis

## Tabelle: Bestellung

- Bestell-Nr
- Bestell-Datum
- Kunden-Nr

## Tabelle: Position

- Bestell-Nr
- Position
- Menge
- Artikel-Nr

BestellNr	Datum	KundenNr
142	12.11.2020	0013
235	13.11.2020	0183

**Tabelle: Kunde**

- Kunden-Nr
- Name
- E-Mail
- Rechnungsadresse
- Lieferadresse

KundenNr	Name	Lieferadresse	...
0013	Mustermann	...	...
0123	Maier	...	...

**Tabelle: Produkt**

- Artikel-Nr
- Beschreibung
- VK-Preis
- EK-Preis

**Tabelle: Bestellung**

- Bestell-Nr
- Bestell-Datum
- Kunden-Nr

BestellNr	Datum	KundenNr
142	12.11.2020	0013
235	13.11.2020	0183

**Tabelle: Position**

- Bestell-Nr
- Position
- Menge
- Artikel-Nr

**Tabelle: Kunde**

- Kunden-Nr
- Name
- E-Mail
- Rechnungsadresse
- Lieferadresse

KundenNr	Name	Lieferadresse	...
0013	Mustermann	...	...
0123	Maier	...	...

**Tabelle: Produkt**

- Artikel-Nr
- Beschreibung
- VK-Preis
- EK-Preis

**Tabelle: Bestellung**

- Bestell-Nr
- Bestell-Datum
- Kunden-Nr

BestellNr	Datum	KundenNr
142	12.11.2020	0013
235	13.11.2020	0183

**Tabelle: Position**

- Bestell-Nr
- Position
- Menge
- Artikel-Nr

BestellNr	Pos	Menge	ArtikelNr
142	1	2	P101
142	2	1	P102
142	3	4	P103
235	1	2	P102

**Tabelle: Kunde**

- Kunden-Nr
- Name
- E-Mail
- Rechnungsadresse
- Lieferadresse

KundenNr	Name	Lieferadresse	...
0013	Mustermann	...	...
0123	Maier	...	...

**Tabelle: Produkt**

- Artikel-Nr
- Beschreibung
- VK-Preis
- EK-Preis

ArtikelNr	Beschreibung	EK-Preis	...
P101	4711	...	...
P102	0815	...	...
P103	CX21	...	...
P104	CX53	...	...

**Tabelle: Bestellung**

- Bestell-Nr
- Bestell-Datum
- Kunden-Nr

BestellNr	Datum	KundenNr
142	12.11.2020	0013
235	13.11.2020	0183

**Tabelle: Position**

- Bestell-Nr
- Position
- Menge
- Artikel-Nr

BestellNr	Pos	Menge	ArtikelNr
142	1	2	P101
142	2	1	P102
142	3	4	P103
235	1	2	P102