

GRUNDLAGEN WIRTSCHAFTSINFOR- MATIK

RELATIONALE DATENBANKEN

PROF. DR. CHRISTIAN BOCKERMANN

HOCHSCHULE BOCHUM

SOMMERSEMESTER 2025

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

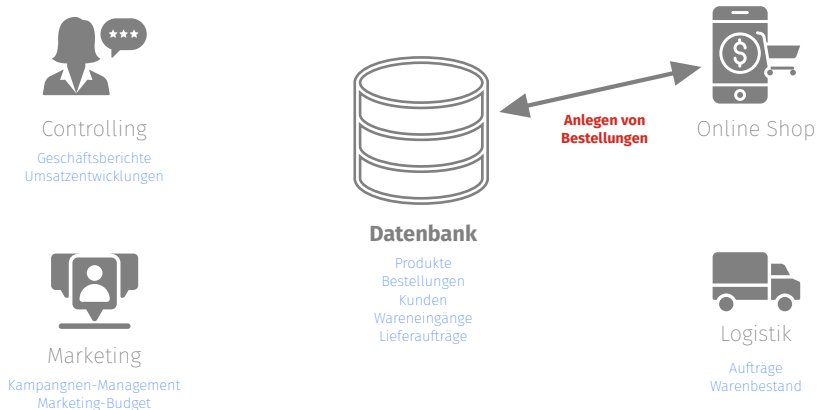
Kampagnen-Management
Marketing-Budget



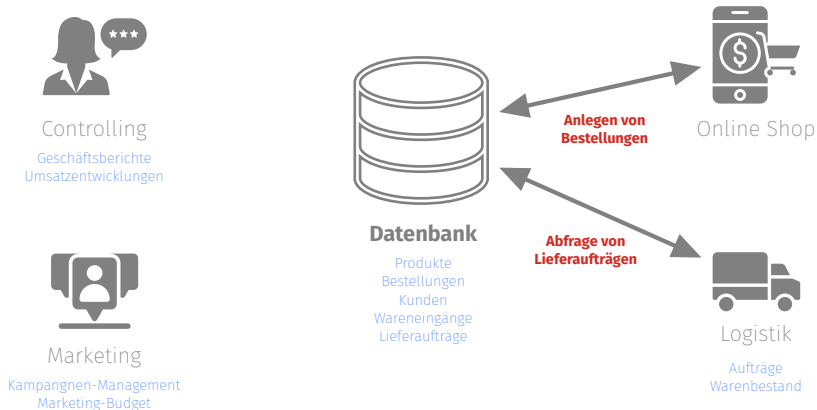
Logistik

Aufträge
Warenbestand

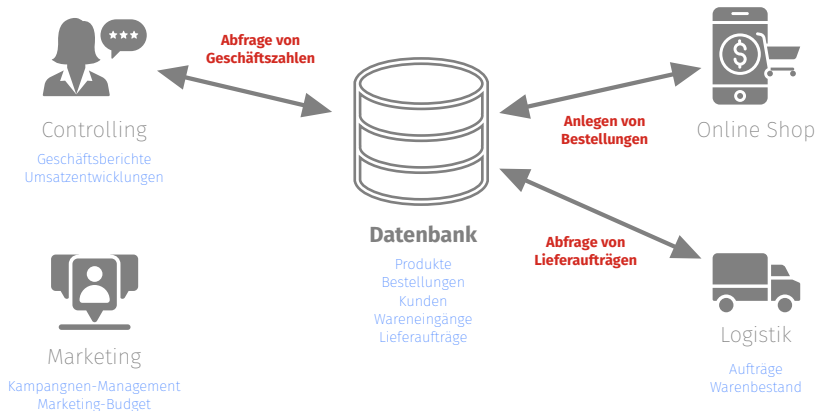
Zentrale Speicher - Beispiel: **Online Shop**



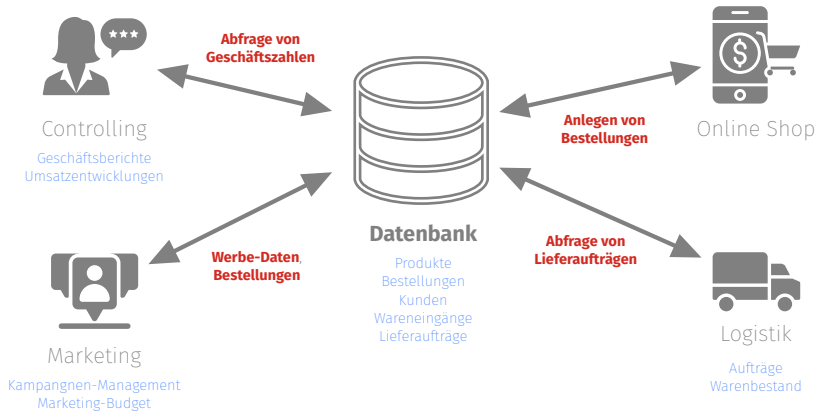
Zentrale Speicher - Beispiel: **Online Shop**

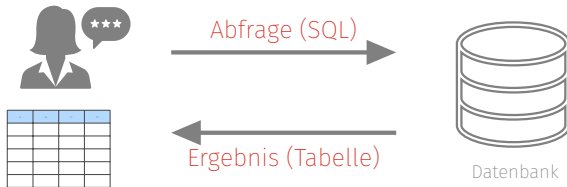


Zentrale Speicher - Beispiel: **Online Shop**



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.	100012	
Bestellt am	04.11.2019 08:37	
Art-Nr.	Bezeichnung	Preis
101	Polster	10,00 €
200	Stuhl	54,00 €
407	Polster Couch	110,00 €
		174,00 €
Zu 50% Skuchen		-77,00 €
Vermittlungs		3,00 €
Gesamtbetrag		100,00 €

“Kunde bestellt Artikel.”

“Bestellungen haben
mindestens 1 Artikel.”

Entity-Relationship Modell

Datenbank

Vom Geschäftsprozess zur Datenbank

Geschäftsprozess



Warenkorb		
Kunden-Nr.	100012	
Bestellt am	04.11.2019 08:37	
Art-Nr.	Bezeichnung	Preis
123	Polster	12,00 €
304	Stuhl	34,00 €
4567	Polster Couch	120,00 €
Zu 30% Skuchen		108,00 €
Versandkosten		3,00 €
Gesamtbetrag		243,00 €

“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.	100012	
Bestellt am	04.11.2019 08:37	
Art-Nr.	Bezeichnung	Preis
123	Polster	10,00 €
304	Stuhl	54,00 €
4567	Polster Couch	120,00 €
		194,00 €
Zu 20% Skonto		-38,80 €
Vorratssuchen		3,00 €
Gesamtbetrag		158,20 €

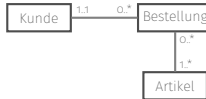
“Kunde bestellt Artikel.”

“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.	000012	
Bestellt am:	04.11.2019 08:37	
Art-Nr.	Bezeichnung	Preis
123	Polster	10,00 €
304	Stuhl	54,00 €
4567	Polster Couch	120,00 €
		194,00 €
Zu 30% Skuchen		-58,20 €
Versandkosten		3,00 €
Gesamtbetrag		138,80 €

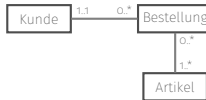
“Kunde bestellt Artikel.”

“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.	000012		
Bestell-Nr.	04.11.2018 08:37		
Art-Nr.	Bezeichnung	Preis	
102	Polster	1299,-	
306	Maß	54,99,-	
407	Reise-Guide	12,99,-	
Zu 30% Skonto		100,97,-	
Vermittlungs-G.		95,98,-	
Vermittlungs-G.		9,99,-	
Gesamtbetrag		958,93,-	

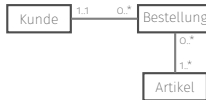
“Kunde bestellt Artikel.”

“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	2018-05-09	1
2	2018-05-04	2
3	2018-05-09	3
4	2018-05-17	1

Artikel		
ArtikelNr.	Bezeichnung	Preis
1	Leiermaus	1299
2	Tastatur	3799
3	Freisplatte	5999
4	USB-Stick	999
5	WebCam	1399

Kunde				
KundenNr.	Name	Vorname	PLZ	Ort
1	Maier	Mia	44701	Bochum
2	Schneitz	Jonas	44701	Bochum
3	Müller	Emilia	44702	Bochum
4	Wieber	Luukas	43047	Essen

Vom Geschäftsprozess zur Datenbank

Geschäftsprozess



Warenkorb		
Kunden-Nr.	000010	
Bestell-Nr.	04.11.2018 08:37	
Art-Nr.	Bezeichnung	Preis
102	Polster	1299,-
306	Stuhl	54,99,-
407	Reise-Couch	1399,-
Zu 30% Skonto		1059,-
Vermittlungs		9,99,-
Gesamtbetrag		1068,98,-

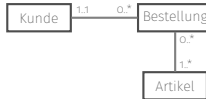
“Kunde bestellt Artikel.”

“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	2018-05-09	1
2	2018-05-04	2
3	2018-05-09	3
4	2018-05-17	1

Artikel		
ArtikelNr	Bezeichnung	Preis
1	Lehrstuhl	1299
2	Tastatur	5999
3	Feuertaste	5999
4	USB-Stick	999
5	WebCam	1399

Kunde				
KundenNr	Name	Vorname	PLZ	Ort
1	Mayer	Mia	44624	Bochum
2	Schneitz	Johann	44624	Bochum
3	Müller	Emilia	44624	Bochum
4	Weber	Luukas	43047	Essen

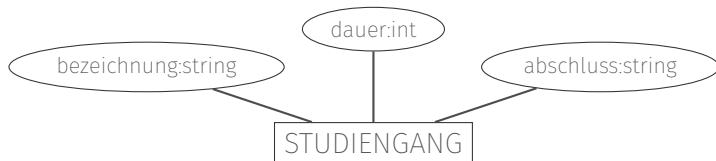
SQL Schema Definition

Tabellen, Relationstabellen,
Constraints/Regeln

Entitäten = Menge Objekte mit gleichen Eigenschaften

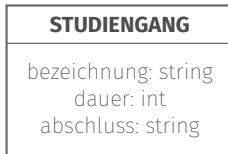
Darstellung von Objekten über Entitäten

- 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.	000010	
Bestellt am:	04.11.2019 08:37	
Art-Nr.	Bezeichnung	Preis
102	Poster	10,00 €
306	Map	54,00 €
407	Phone Case	15,00 €
Zu 0010 Kunden		79,00 €
Verpackkosten		0,00 €
Gesamtbetrag		79,00 €

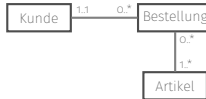
“Kunde bestellt Artikel.”

“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	2018-05-09	1
2	2018-05-04	2
3	2018-05-09	3
4	2018-05-17	1

Artikel

ArtikelNr	Bezeichnung	Preis
1	Lehrstuhl	12,99
2	Tastatur	37,99
3	Feinputaste	59,99
4	USB-Stick	9,99
5	WebCam	13,99

Kunde

KundenNr	Name	Vorname	PLZ	Ort
1	Mayer	Mia	44701	Bochum
2	Schneitz	Jonas	44701	Bochum
3	Müller	Emilia	44702	Bochum
4	Wieber	Luukas	43047	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

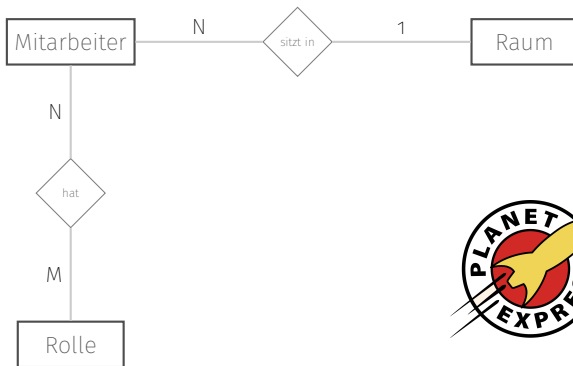
Relation (Tabelle)

- 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**

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

Relation **Mitarbeiter**

Beispiel: Relation **Mitarbeiter**

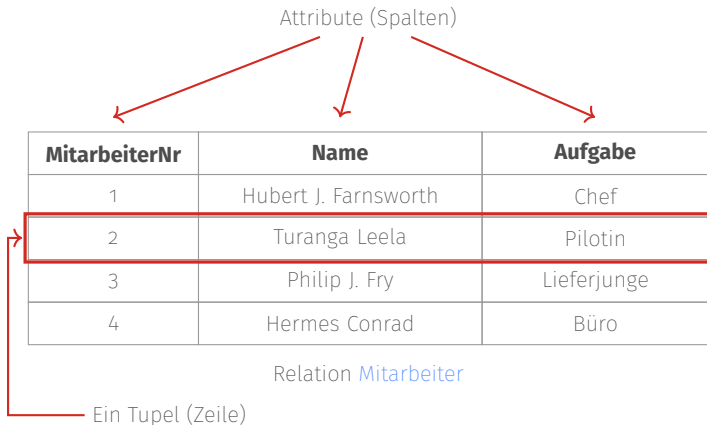
Attribute (Spalten)



MitarbeiterNr	Name	Aufgabe
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**

MitarbeiterNr	Name	Aufgabe	RaumNr
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**

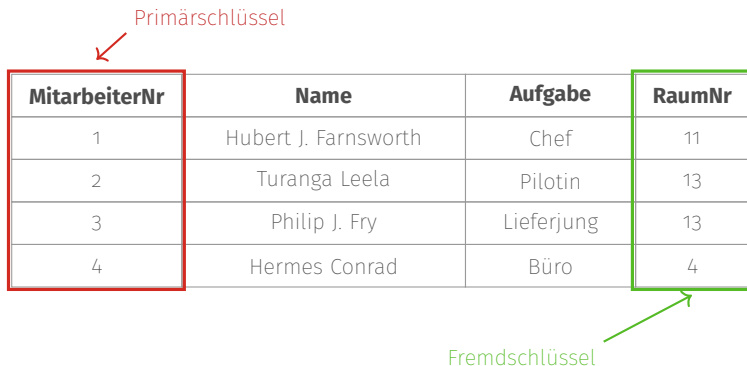
Primärschlüssel



MitarbeiterNr	Name	Aufgabe	RaumNr
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



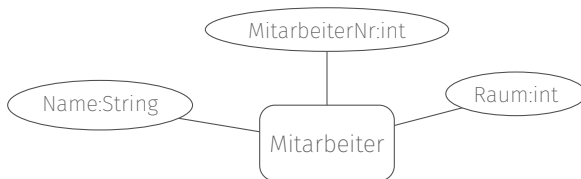
MitarbeiterNr	Name	Aufgabe	RaumNr
1	Hubert J. Farnsworth	Chef	11
2	Turanga Leela	Pilotin	13
3	Philip J. Fry	Lieferjung	13
4	Hermes Conrad	Büro	4

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



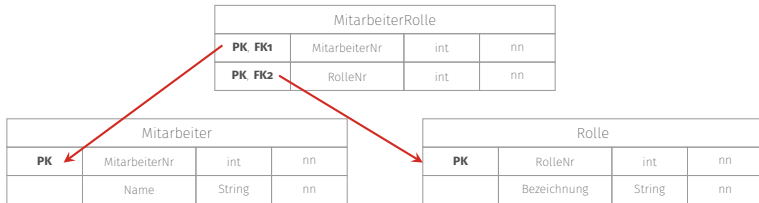
Transformation von N:M-Beziehungen

- 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 €

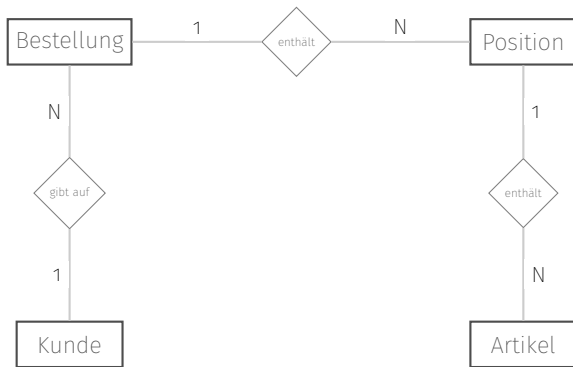
Beispiel: Online Shop

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