

Datenbanksysteme


Entity-Relationship-Modellierung

Jan Haase


2024

Abschnitt 3

Themenübersicht

- Warum Datenbanken?
- Grundbegriffe und Datenbankentwurf
-  ● Entity-Relationship-Modelle
- Relationales Datenbankmodell
- Normalisierung
- Arbeiten mit relationalen Datenbanken

Themenübersicht

- Warum Datenbanken?
- Grundbegriffe und Datenbankentwurf
- Entity-Relationship-Modelle
-  ● **Begriff: „Modell“**
 - Grundelemente eines E/R-Modells
 - Kardinalitäten von Assoziationen
 - Spezielle Assoziationen
- Relationales Datenbankmodell
- Normalisierung
- Arbeiten mit relationalen Datenbanken

Phasen des Datenbankentwurfs

Anforderungsanalyse

Informationsbedarf

Art, Menge und Qualität der Informationen, die eine Person zur Erfüllung ihrer Aufgaben in einer bestimmten Zeit benötigt

Konzeptioneller Entwurf

Semantisches
Modell

Kommunikationsgrundlage / unabhängig von den Eigenschaften des Ziel-Datenbanksystems,
Bsp.: Entity-Relationship-Modell

Logischer Entwurf

Logisches
Modell

Modellierung unter Berücksichtigung der Anforderungen des Ziel-Datenbanksystems
Bsp.: Relationales Modell

Physischer Entwurf

Internes
Datenmodell

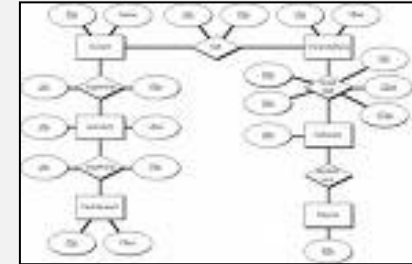
Datenbank-interne Aspekte (z.B. Speicherung, Zugriffs-mechanismen/ -pfade) Überführung des log. Modells in das ausgewählte DB-System

(Betriebswirtschaftliche) Realität



Zielsetzung / Zielgruppen

Modell



- **Abbildung:**
Modelle sind die Abbildung eines Originals.
- **Verkürzung:**
In Modellen werden nur die Eigenschaften des repräsentierten Originals erfasst, die dem Modellierer relevant erscheinen, d. h. zu einem Original kann es mehrere unterschiedliche Modelle geben.
- **Zweckbezug:**
Die wesentlichen Anforderungen an ein Modell ergeben sich aus dem jeweiligen Einsatzzweck.

Zielsetzungen von Modellen

● **Transparenz**

- Schaffung von Verständnis für den Aufbau betrieblicher Systeme unabhängig von der später eingesetzten Technologie
- Komplexität wird reduziert, Konzentration auf die wesentlichen Aspekte
- Gemeinsame „Sprache“: Vermittlung zwischen Mitarbeitern aus IT- und Fachabteilung
- Setzen von Rahmenbedingungen, Vorgabe von Standards (v. a. bei Prozessmodellen)

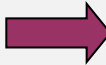
● **Wissensbewahrung**

- Orientierungshilfe bei Änderungen
- Wiederverwendbarkeit der Modelle für neue Anwendungen
- Erhaltung des Wissens bei Ablösung von Systemen oder personellen Veränderungen

● **Durchführung von Experimenten**

- Gewinnung von Erkenntnissen, die über eine reine Systembeobachtung nicht erlangt werden können (z. B. Simulationen)
- Durchspielen von Alternativen, Generierung von Ideen

Themenübersicht

- Warum Datenbanken?
- Grundbegriffe und Datenbankentwurf
- Entity-Relationship-Modelle
 - Begriff: „Modell“
 -  ● **Grundelemente eines E/R-Modells**
 - Kardinalitäten von Assoziationen
 - Spezielle Assoziationen
- Relationales Datenbankmodell
- Normalisierung
- Arbeiten mit relationalen Datenbanken

Entity-Relationship-Modelle

- De-facto-Standard für die Datenmodellierung, insbesondere für relationale Datenbanken.
- 1976 von **Peter Chen** am MIT entwickelt.
 - Taiwanesischer Informatiker
 - lehrt heute an der Louisiana State University
 - Grundlegender Artikel:
The Entity Relationship Model – Toward A Unified View of Data,
<http://csc.lsu.edu/news/erd.pdf>.
- Mittlerweile existieren viele Varianten und Erweiterungen.
- Das relationale Datenbankmodell wurde von E. F. Codd schon 1970 beschrieben. Codd wirkte am Artikel von Chen mit.



Datenmodellierung

- Objekte der realen Welt, die für die Aufgabenstellung relevant sind, werden mit ihren Beziehungen untereinander in abstrakter Weise beschrieben, d.h. modelliert
- Zentrale Fragen:
 - Welche Objekte / Entitäten spielen eine Rolle?
 - Welche Eigenschaften / Attribute haben diese Entitäten?
 - Wie stehen die Entitäten miteinander in Beziehung (Relation)?
 - Welche Eigenschaften haben diese Beziehungen?

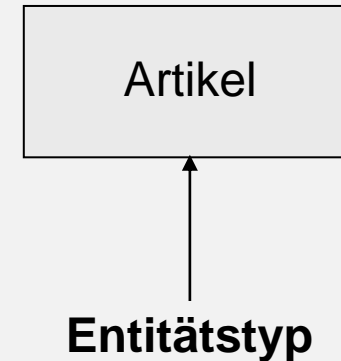
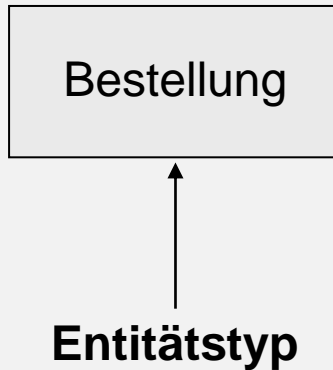
Grundelemente eines E/R-Modells: Begriffe

Begriff	Erläuterung	Beispiel
Entität <i>entity</i> (oft auch „Objekt“)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ individuelles, identifizierbares Exemplar von Dingen, Personen oder Begriffen der realen Welt ▪ beschrieben durch Eigenschaften 	Kunde Meier
Entitätsmenge <i>entity set</i> (oft auch „Objekttyp“, „Entitätstyp“)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Zusammenfassung von Entitäten mit gleichartigen Eigenschaften ▪ Name (Substantiv) als Oberbegriff für alle Entitäten der Menge 	Kunde
Attribut <i>attribute, property</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Eigenschaft von allen Entitäten einer Entitätsmenge ▪ vorgegebener Wertebereich (auch „Domäne“ <i>domain</i>) ▪ Identifizierende Attribute bestimmen ein Objekt eindeutig („Schlüssel“ <i>key</i>) 	Kundennummer, Name, Adresse
Assoziation <i>relationship</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Zusammenfassung von gleichartigen Beziehungen zwischen Entitäten ▪ kann ebenfalls Attribute haben 	Kunde bucht Seminarveranstaltung

Grundelemente eines E/R-Modells

Entitätstyp

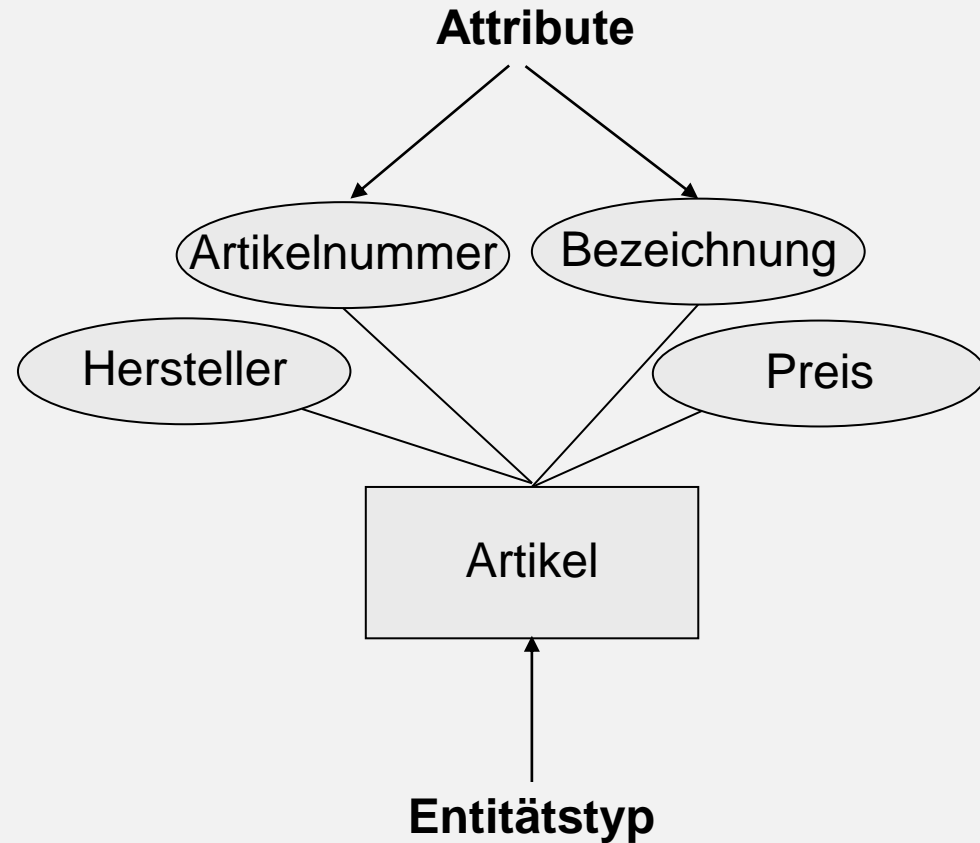
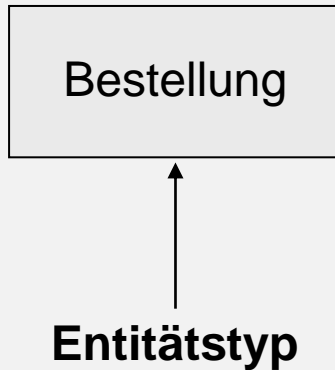
- Zusammenfassung von Entitäten mit gleichartigen Eigenschaften
- Name (Substantiv) als Oberbegriff für alle Entitäten der Menge
- Graphische Darstellung im ERM:



Grundelemente eines E/R-Modells

Attribute

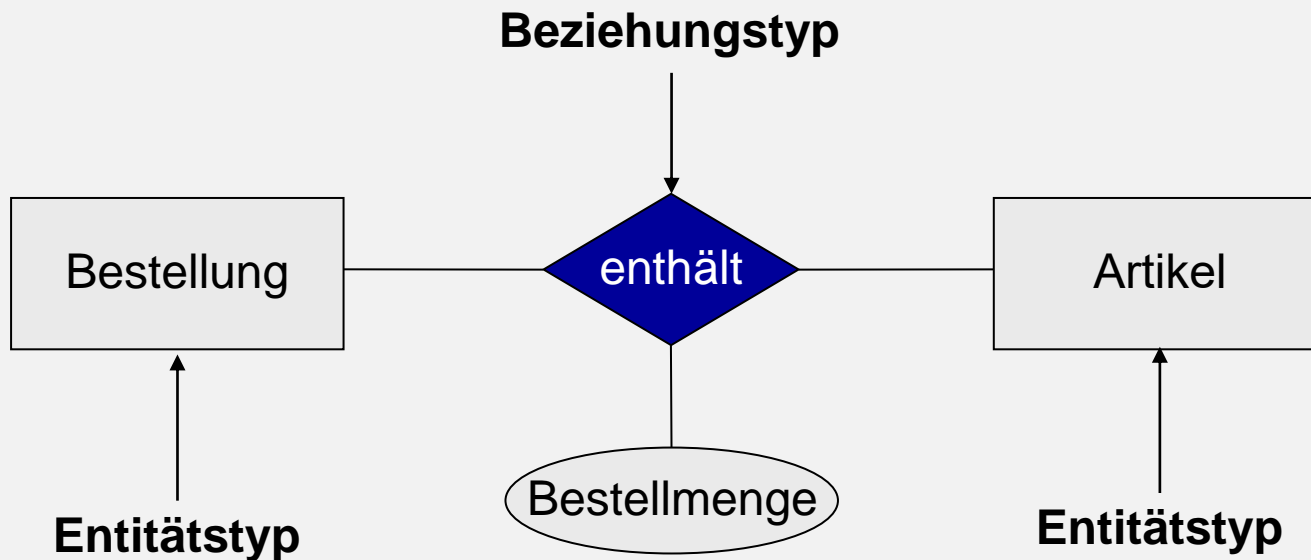
- Eigenschaft von allen Entitäten einer Entitätsmenge
- vorgegebener Wertebereich (auch „Domäne“ domain)
- Graphische Darstellung im ERM:



Grundelemente eines E/R-Modells

Assoziation/ Beziehungstyp / Relationship

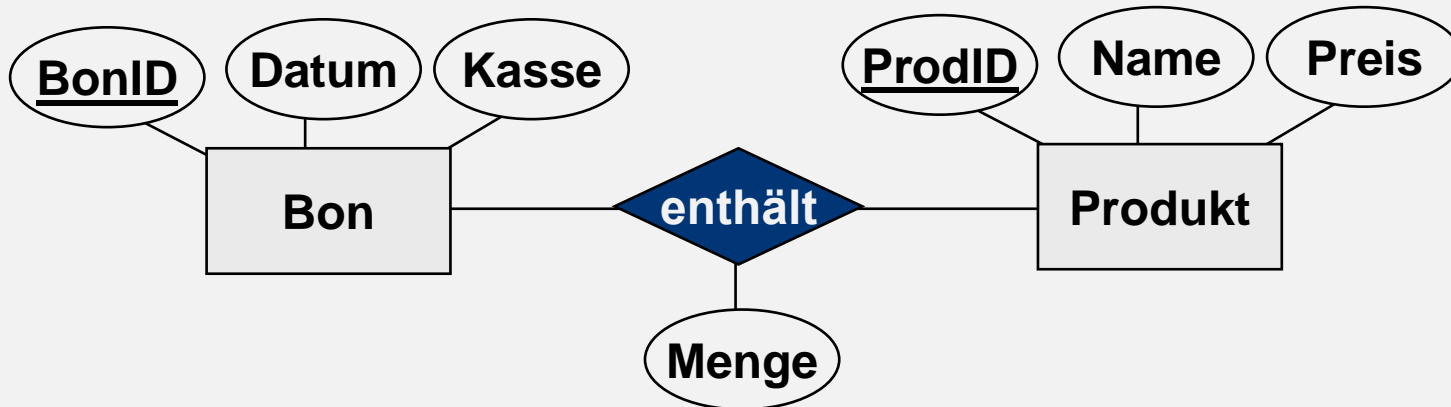
- Zusammenfassung von gleichartigen Beziehungen zwischen Entitäten
- kann ebenfalls Attribute haben
- Graphische Darstellung im ERM:



Grundelemente eines E/R-Modells

Assoziation/ Beziehungstyp / Relationship

- Attribute, die keiner Entität zugeordnet werden können, sind bei Assoziationen gut aufgehoben.



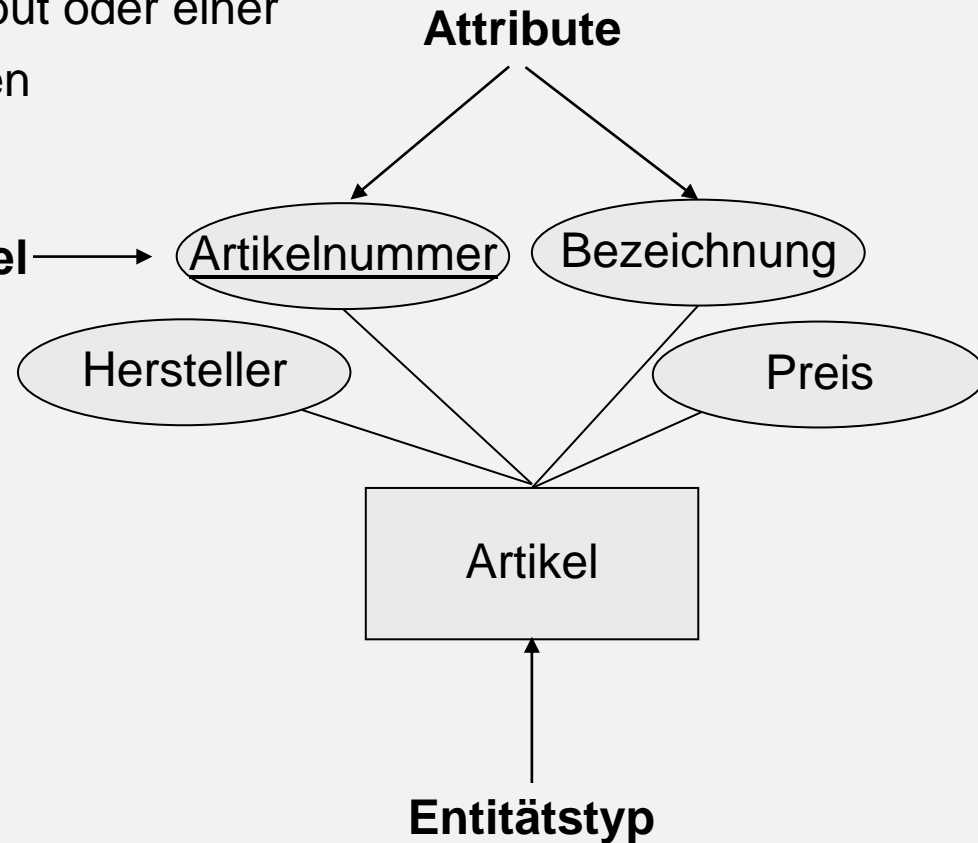
- Die Menge kann nicht beim Bon stehen, da sie für jedes Produkt verschieden sein kann.
- Die Menge kann nicht beim Produkt stehen, da jeder Bon eine andere Menge enthalten kann.

Grundelemente eines E/R-Modells

Schlüssel / Key (I)

- Identifizierende Attribute = Schlüssel (Key):
Attribute, die eine Entität eindeutig identifizieren
- Ein Schlüssel kann aus einem Attribut oder einer Kombination von Attributen bestehen
- Graphische Darstellung im ERM:

Identifizierendes Attribut = Schlüssel →



Schlüssel / Key (II)

- Anschaulich Schlüssel:

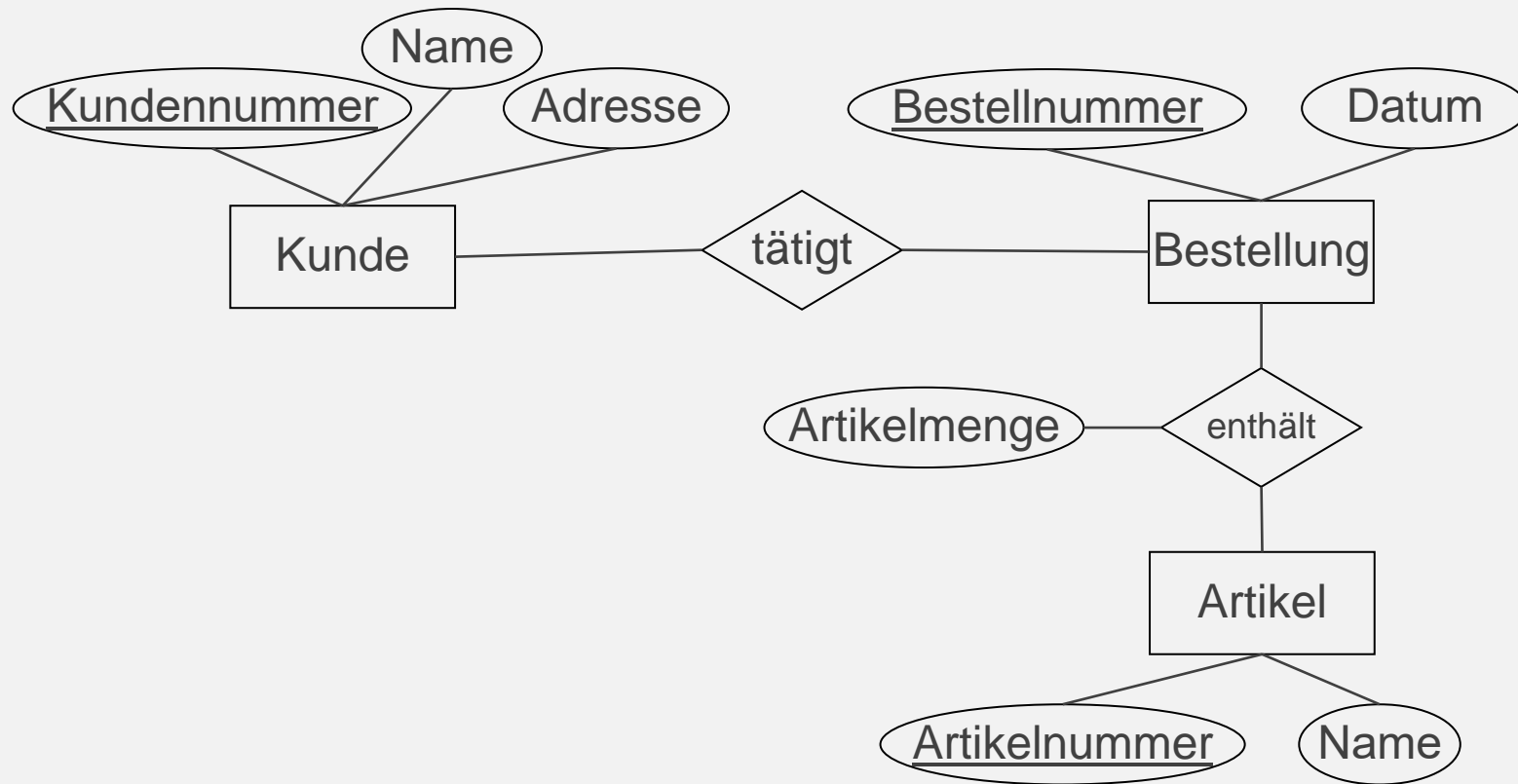
Man spricht von einem Schlüssel (der aus mehreren Attributen bestehen kann), wenn man unter Kenntnis des Schlüssels aus der Tabelle die restlichen Attribute ableiten kann.

- Anschaulich Schlüsselkandidat:

Man spricht von einem Schlüsselkandidaten, wenn es keine Teilmenge aus den Schlüsselattributen gibt, aus der man die restlichen Nicht-Schlüsselattribute ableiten kann.

E/R-Modell für Bestellprozess

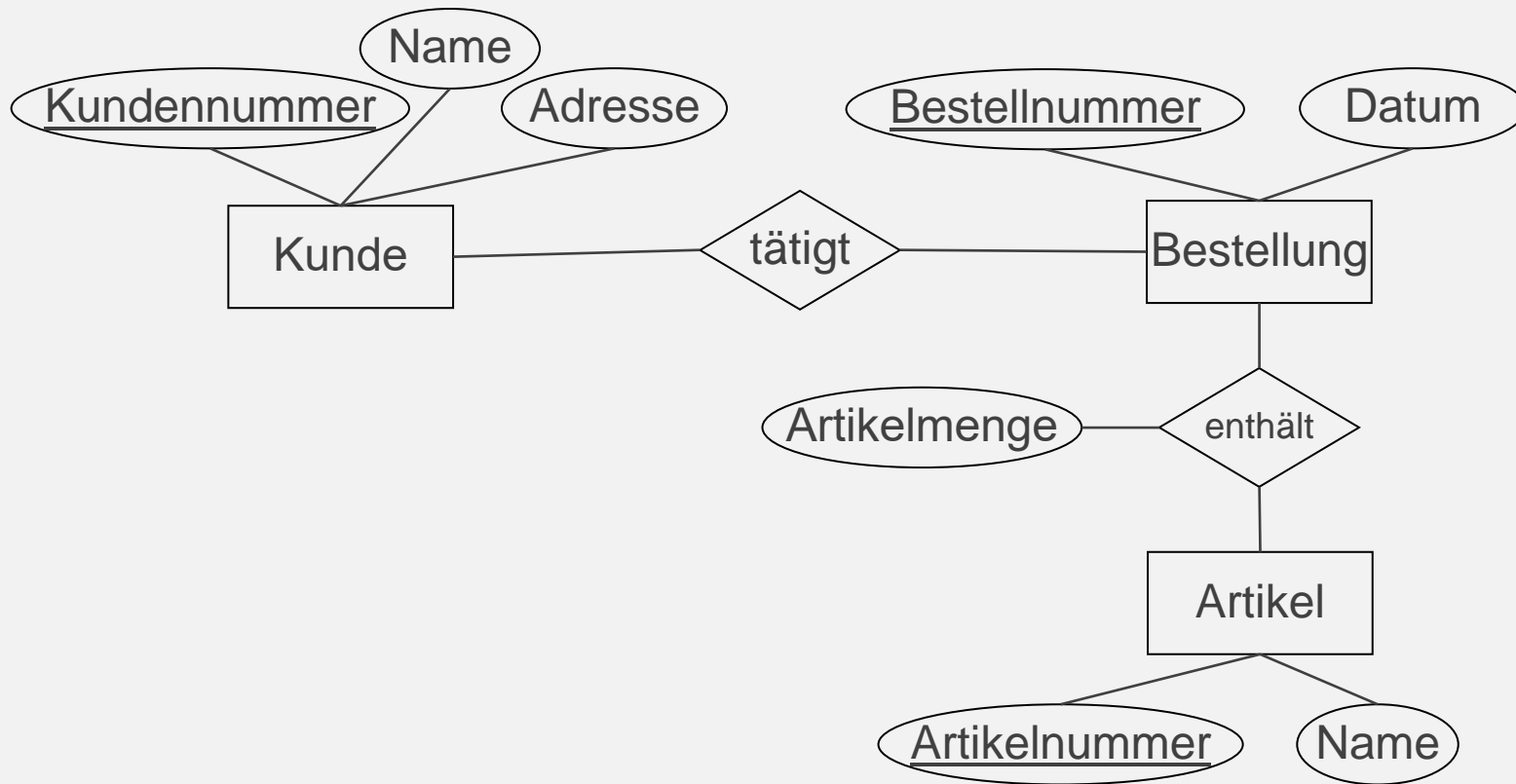
- Entitäten und Beziehungen für einen Bestellvorgang lassen sich wie folgt darstellen:
- Graphische Darstellung im ERM:



Aus Kleuker, S. 2013. *Grundkurs Datenbankentwicklung: Von der Anforderungsanalyse zur komplexen Datenbankanfrage*, (3rd ed.) Vieweg-Teubner Verlag S. 32

Graphische Darstellung

Leserichtungen



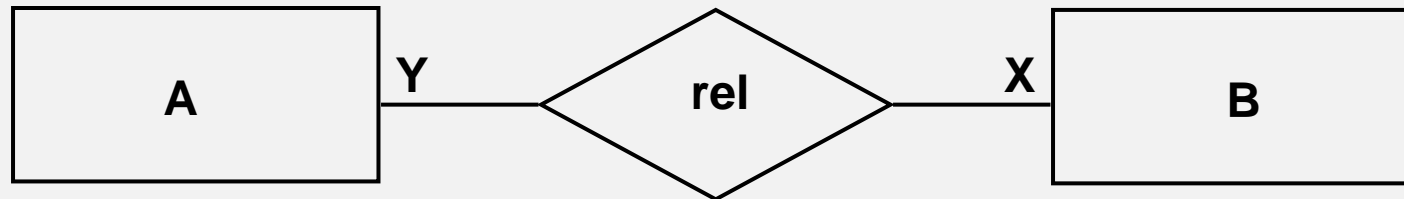
Themenübersicht

- Warum Datenbanken?
- Grundbegriffe und Datenbankentwurf
- Entity-Relationship-Modelle
 - Begriff: „Modell“
 - Grundelemente eines E/R-Modells
 - ➔ **Kardinalitäten von Assoziationen**
 - Spezielle Assoziationen
- Relationales Datenbankmodell
- Normalisierung
- Arbeiten mit relationalen Datenbanken

Kardinalitäten von Assoziationen: Allgemeines E/R-Modell

bedeutet:

- Jede Entität des Entitätstyps A steht in rel-Beziehung mit X Entitäten des Entitätstyps B.
- Jede Entität des Entitätstyps B steht in rel-Beziehung mit Y Entitäten des Entitätstyps A.



mit X,Y =

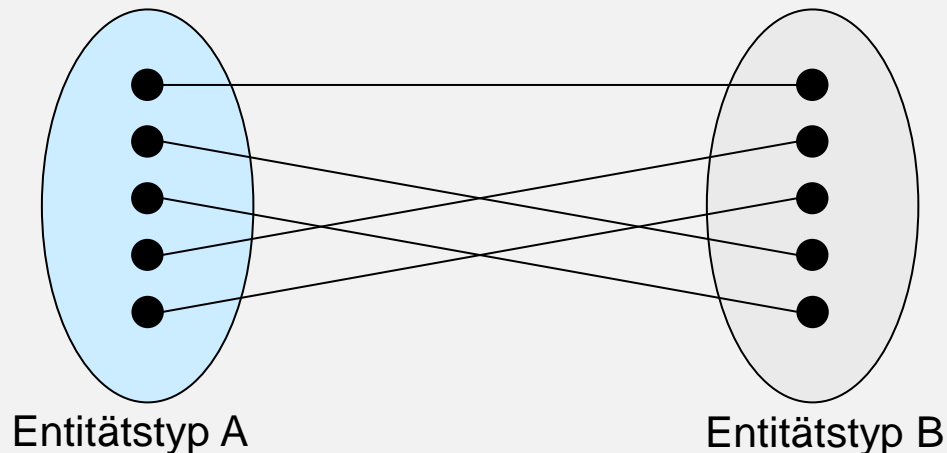
1	Eine Beziehung zu genau einer Entität
C	Eine Beziehung zu einer oder keiner Entität
N	Eine Beziehung zu einer oder mehreren Entitäten
NC	Eine Beziehung zu keiner, einer oder mehreren Entitäten

Kardinalitäten von Assoziationen (1/8)

1:1-Assoziation



- Jeder Mitarbeiter besitzt genau einen PC.
- Jeder PC gehört zu genau einem Mitarbeiter.

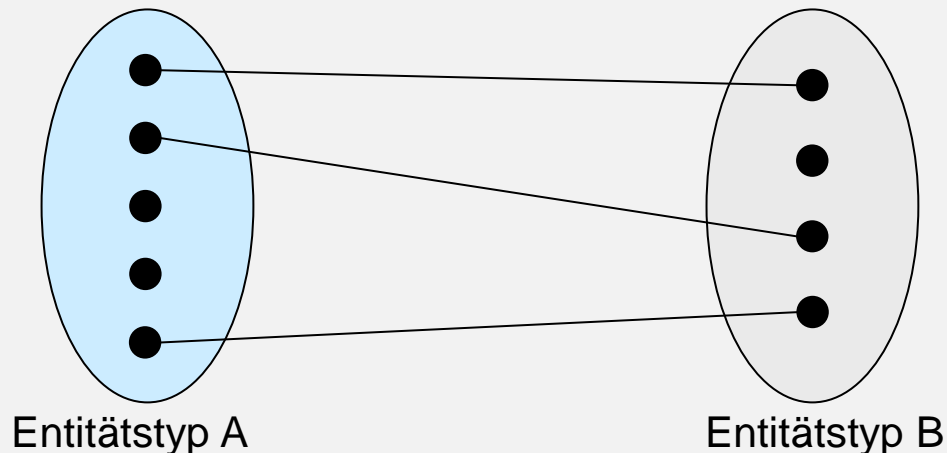


Kardinalitäten von Assoziationen (2/8)

C:C-Assoziation



- Jeder Mitarbeiter kann genau ein Firmenhandy haben (muss es aber nicht).
- Jedes Firmenhandy ist entweder genau einem oder keinem Mitarbeiter zugeordnet.

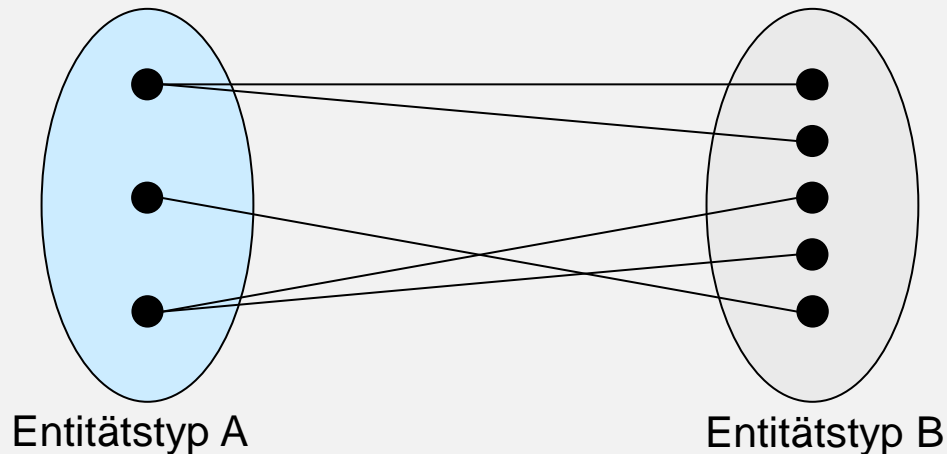


Kardinalitäten von Assoziationen (3/8)

1:N-Assoziation



- Jede Mutter kann mehrere Kinder haben.
- Jede Mutter hat mindestens ein Kind.
- Jedes Kind hat genau eine Mutter.

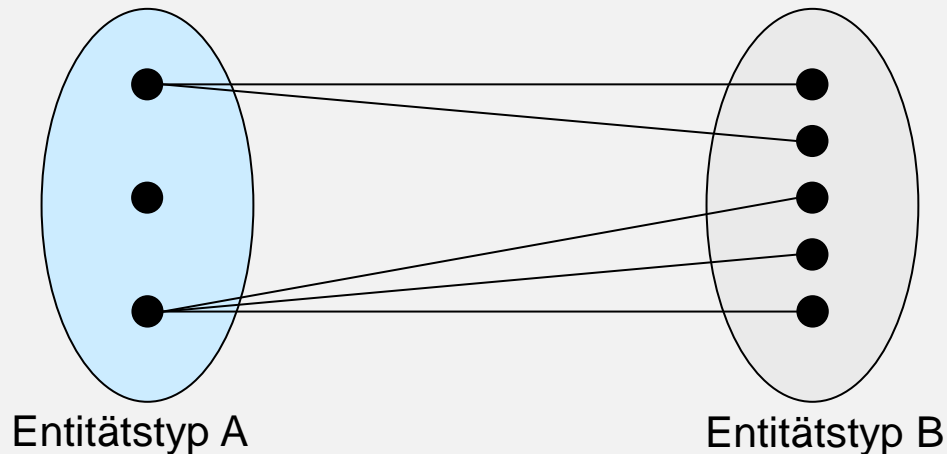


Kardinalitäten von Assoziationen (4/8)

1:NC-Assoziation



- Jede Frau kann ein Kind, kein Kind oder mehrere Kinder geboren haben.
- Jedes Kind wurde von genau einer Frau geboren.

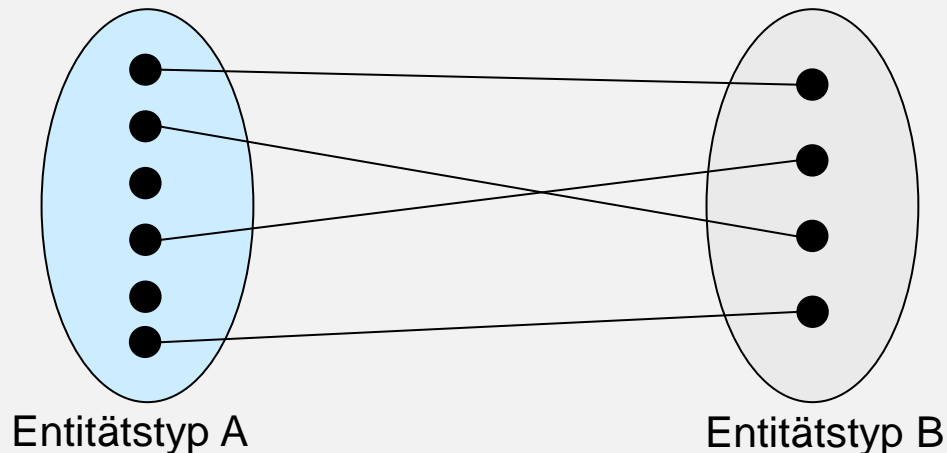


Kardinalitäten von Assoziationen (5/8)

1:C-Assoziation



- Jede Frau hat entweder
 - genau einen Ehemann oder
 - keinen Ehemann.
- Jeder Ehemann hat genau eine Frau.



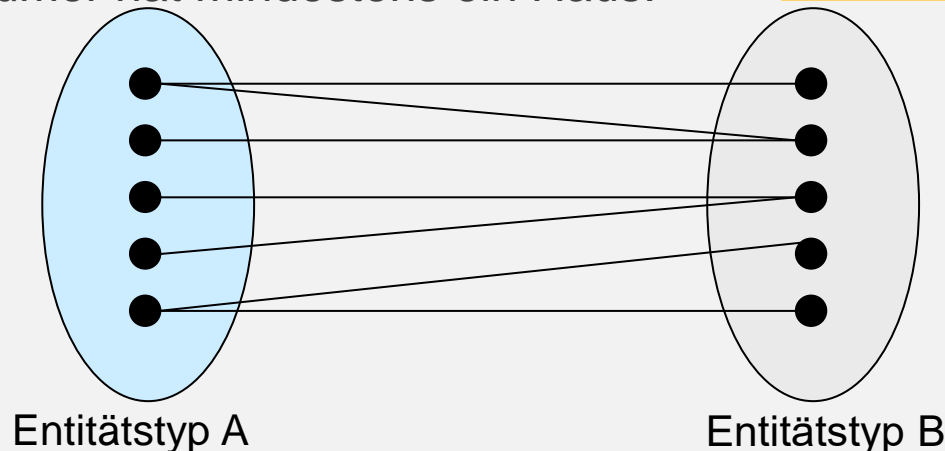
Kardinalitäten von Assoziationen (6/8)

M:N-Assoziation



- Jedes Haus kann mehrere Eigentümer haben.
- Jedes Haus hat mindestens einen Eigentümer.
- Jeder Eigentümer kann mehrere Häuser haben.
- Jeder Eigentümer hat mindestens ein Haus.

Anmerkung zur Benennung:
Es handelt sich quasi um eine N:N-Assoziation. Die beiden Entitätstypen haben jedoch nicht zwangsweise denselben Wert für N, daher nutzt man M.

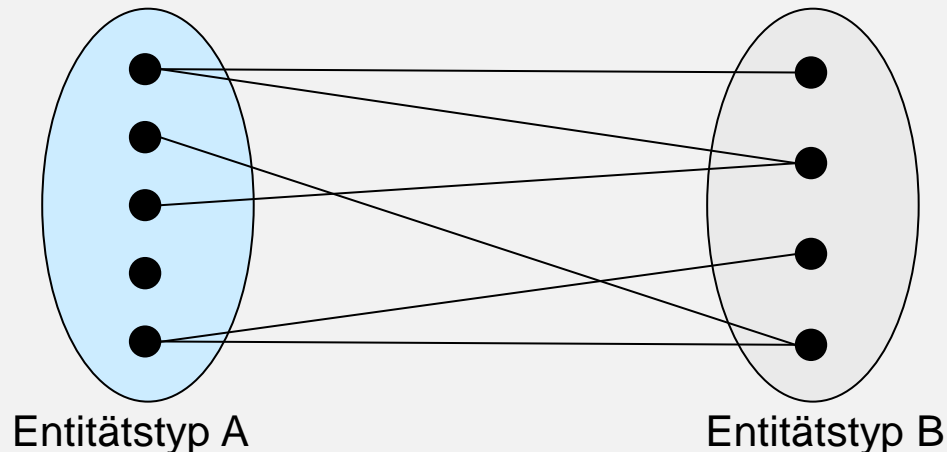


Kardinalitäten von Assoziationen (7/8)

M:NC-Assoziation



- Jeder Dozent kann
 - keine Seminarveranstaltung,
 - eine Seminarveranstaltung oder
 - mehrere Seminarveranstaltungen durchführen.
- Jede Seminarveranstaltung hat
 - einen Dozenten oder
 - mehrere Dozenten.

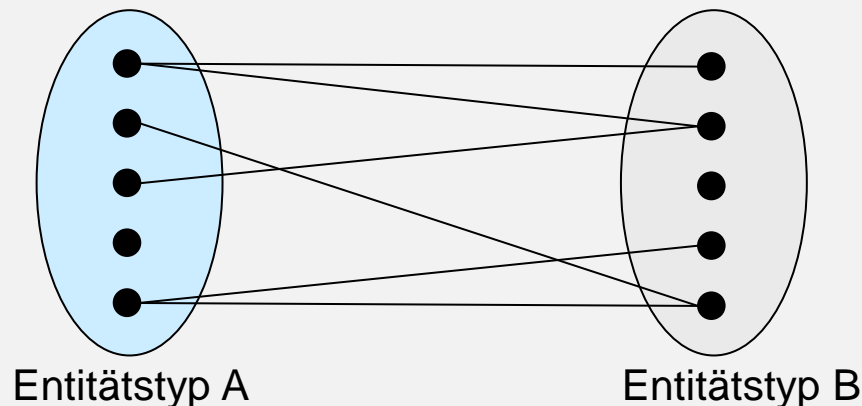


Kardinalitäten von Assoziationen (8/8)

MC:NC-Assoziation

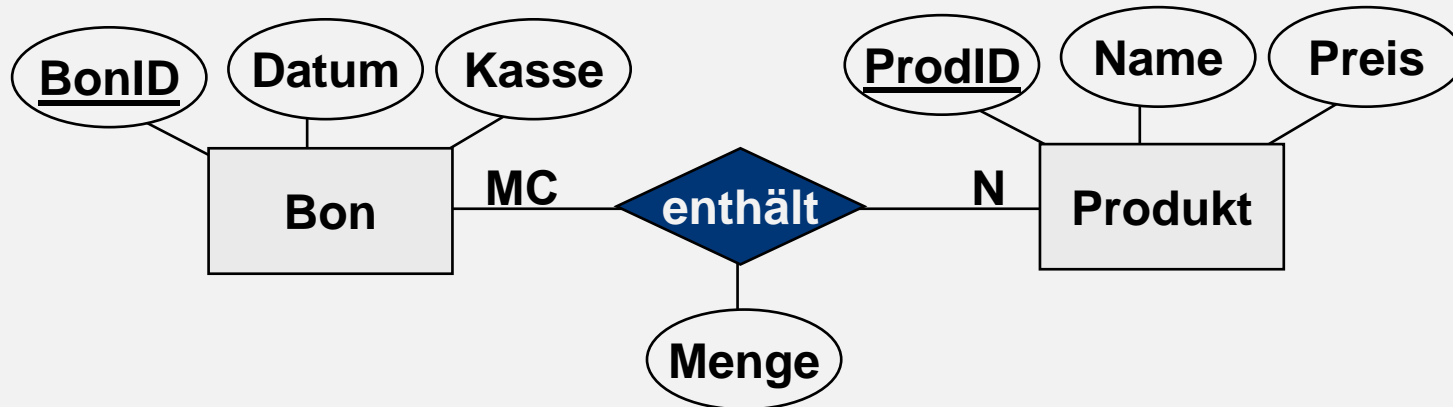


- Jede Ehefrau kann
 - keinen Ehemann lieben (nicht mal den eigenen),
 - einen Ehemann lieben (hoffentlich den eigenen),
 - mehrere Ehemänner lieben (geht selten gut).
- Jeder Ehemann kann
 - keine Ehefrau lieben (aber vielleicht eine ledige Frau?),
 - (s)eine Ehefrau lieben (so ist es brav),
 - mehrere Ehefrauen lieben (gibt Ärger)).

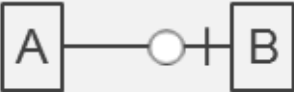
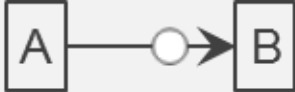


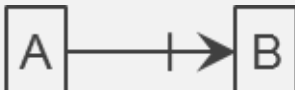
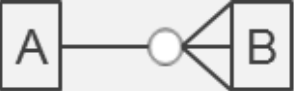
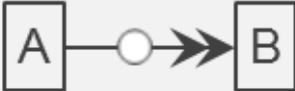
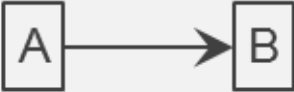

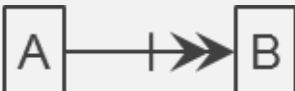


Assoziationen mit Attributen

- Wiederholung: Attribute, die keiner Entität zugeordnet werden können, sind bei Assoziationen gut aufgehoben.



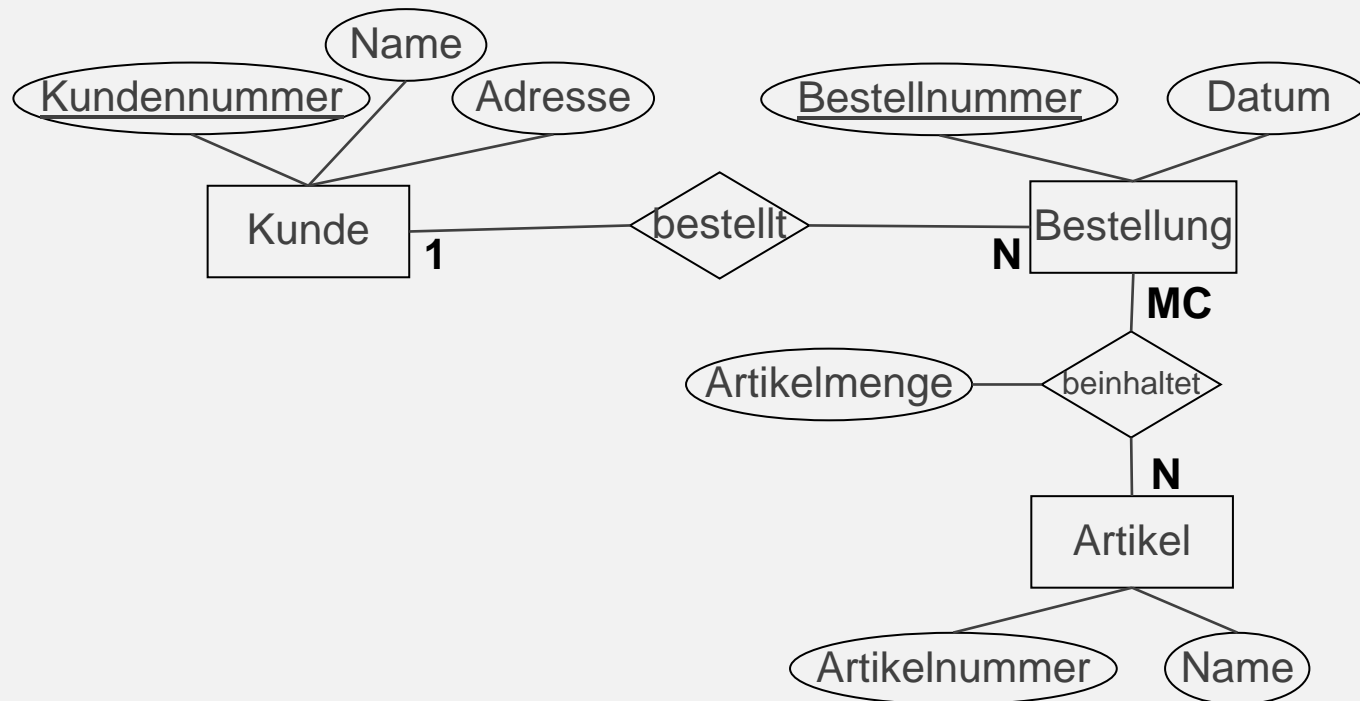
Kardinalitäten von Assoziationen: Abweichende Notationen

MC-Notation	Numerische Notation	Krähenfuß-Notation	Pfeil-Notation	Bachmann-Notation
C	(0,1)			
1	(1,1)			
MC	(0,n)			
M	(1,n)			

E/R-Modell für Bestellprozess mit Kardinalitäten

- Das vorherige E/R-Modell lässt sich um Kardinalitäten der Assoziationen erweitern.
- Das resultierende Modell kann für eine Transformation in Tabellenform genutzt werden.

Graphische Darstellung im ERM:

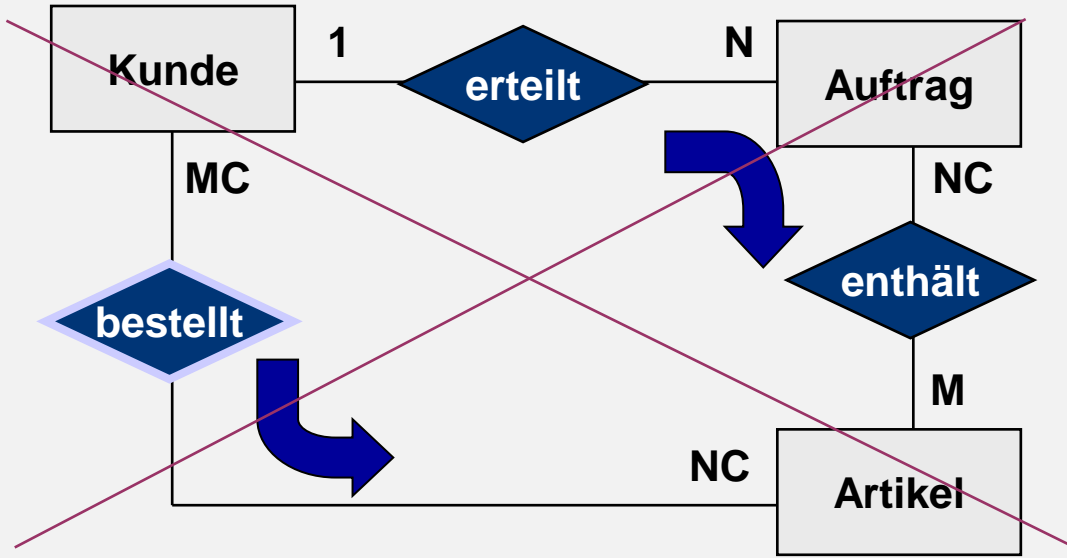


Aus Kleuker, S. 2013. *Grundkurs Datenbankentwicklung: Von der Anforderungsanalyse zur komplexen Datenbankanfrage*, (3rd ed.) Vieweg-Teubner Verlag S. 36

Themenübersicht

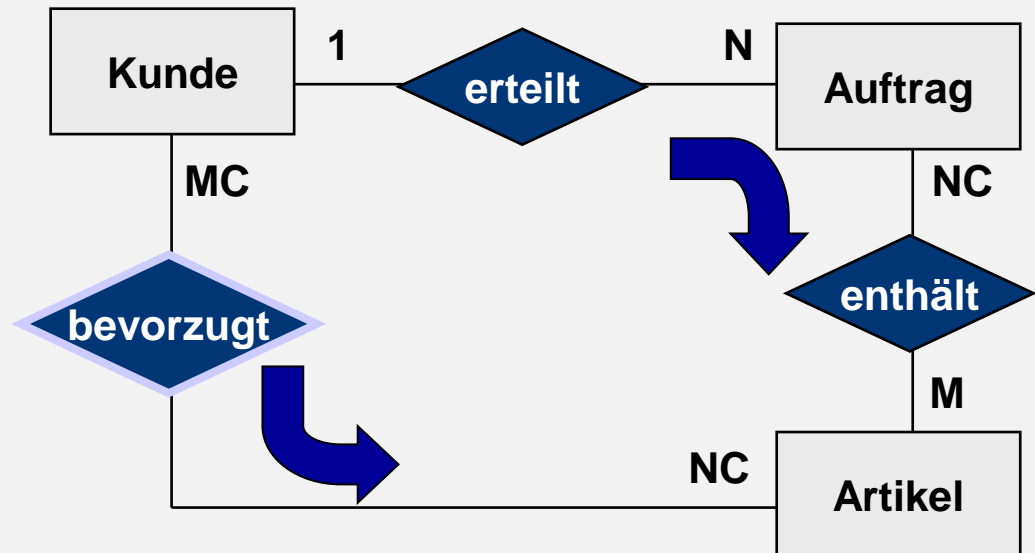
- Grundbegriffe und Datenbankentwurf
- Entity-Relationship-Modelle
 - Begriff: „Modell“
 - Grundelemente eines E/R-Modells
 - Kardinalitäten von Assoziationen
- ➡ **Spezielle Assoziationen**
- Relationales Datenbankmodell
- Normalisierung
- Arbeiten mit relationalen Datenbanken

Zyklen in ER-Diagrammen



Zyklen in ER-Diagrammen sind zu untersuchen, es darf keine redundante (auf anderem Weg berechenbare Information) modelliert werden.

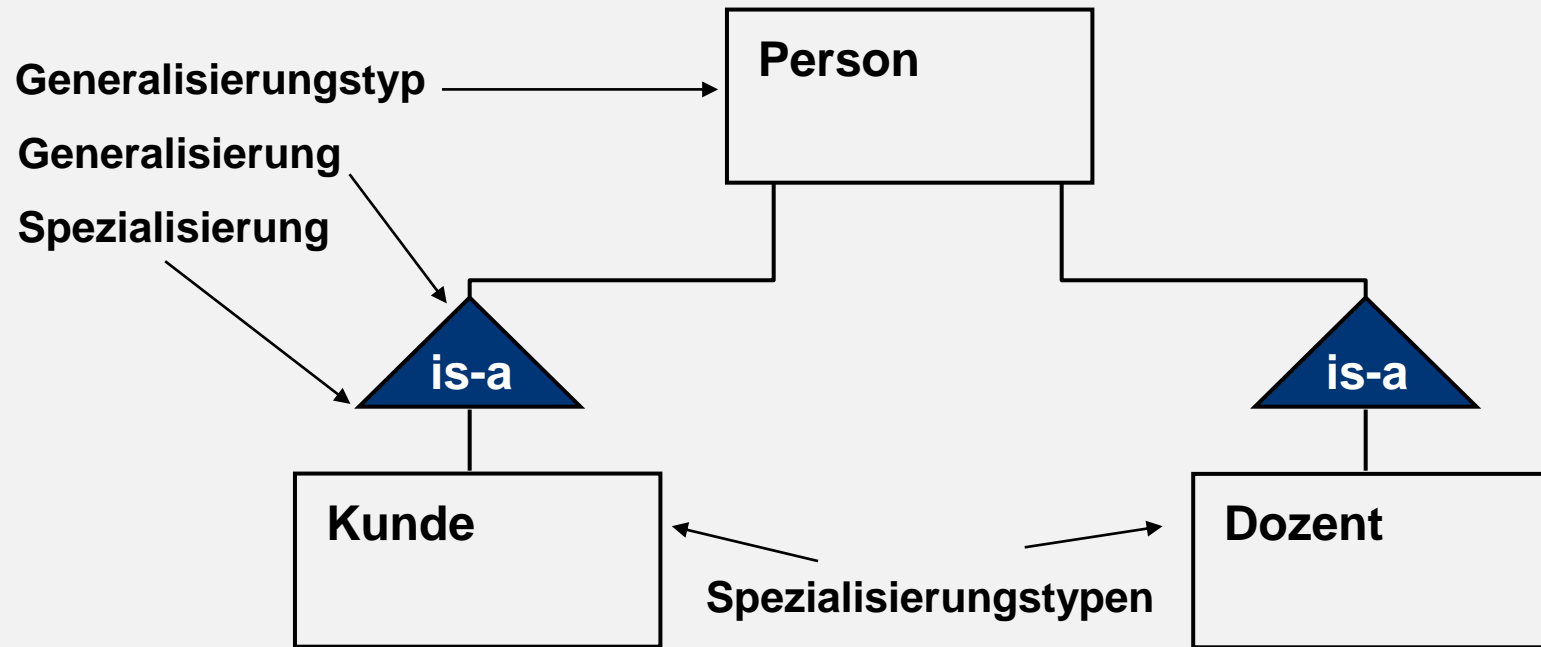
Zyklen zur Darstellung unterschiedlicher Zusammenhänge sind dagegen sinnvoll:



Spezielle Assoziationen

Generalisierung/Spezialisierung

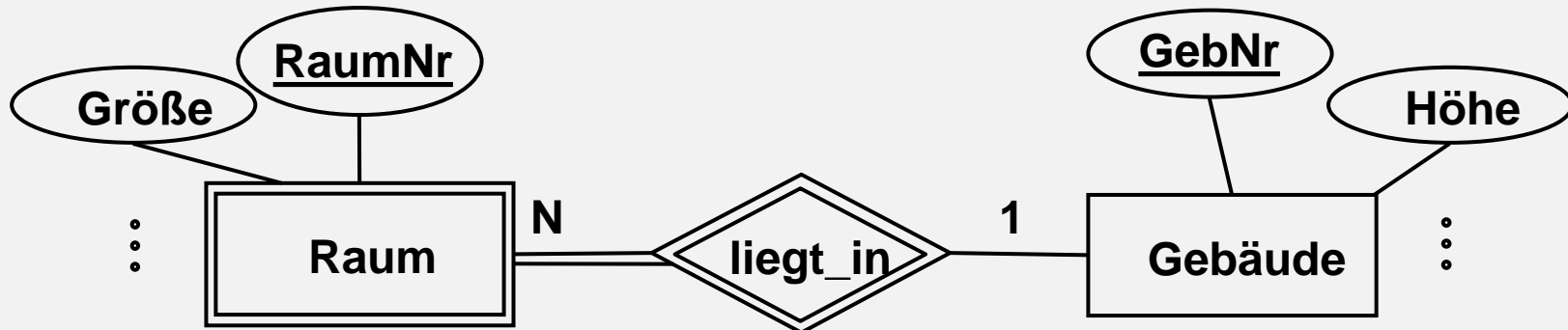
- Eine Generalisierung ist eine Assoziation, die eine Hierarchie beschreibt.
- Es handelt sich meistens um eine „ist-ein“ ("is-a") Assoziation.
- Attribute werden vererbt (d. h. Attribute des übergeordneten Elementes werden auf die untergeordneten übertragen).
- Weitere Attribute kommen hinzu.



Spezielle Assoziationen

Abhängige Entitätsmengen (*weak entities*)

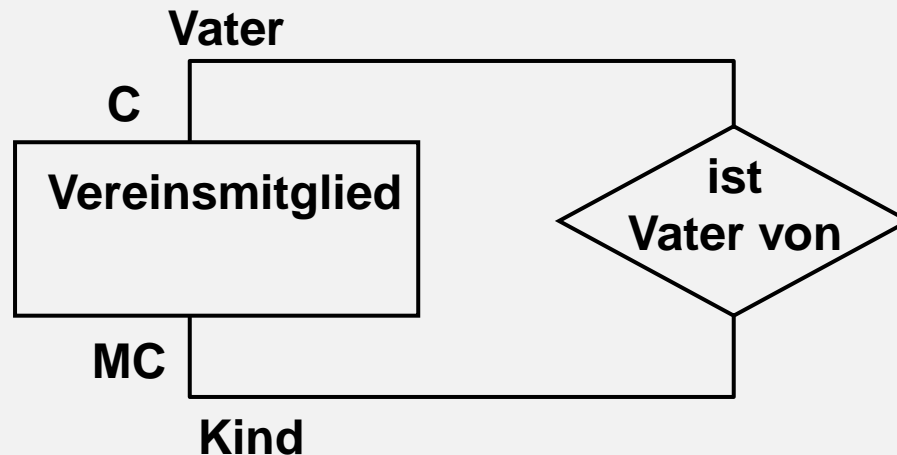
- Eine Entität kann ohne die Existenz einer anderen Entität nicht existieren.
- Damit wird eine Integritätsregel dargestellt (wichtig für den späteren Datenbankaufbau).
- **Beispiel:**
Jedes Gebäude enthält mindestens einen Raum, jeder Raum gehört zu einem Gebäude und kann ohne dieses nicht existieren.



Spezielle Assoziationen

Rekursive Assoziation

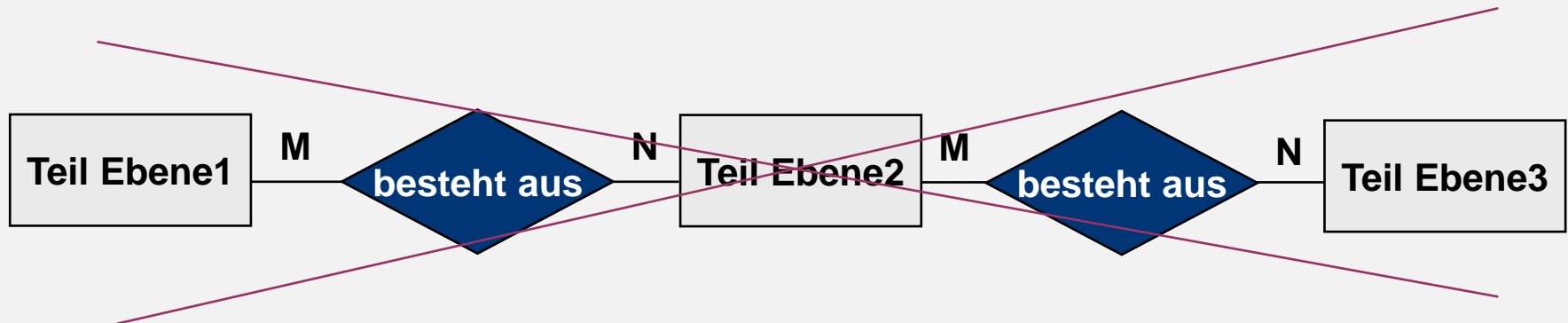
- Eine Entitätsmenge kann in Beziehung mit sich selbst stehen.
- Dabei sind unterschiedliche „Rollen“ zu berücksichtigen, das Diagramm wird um Rollennamen ergänzt.
- Beispiel:
Jedes Vereinsmitglied ist Vater von 0 bis m Kindern im Verein.
Für jedes Vereinsmitglied kann der Vater im Verein sein oder nicht.



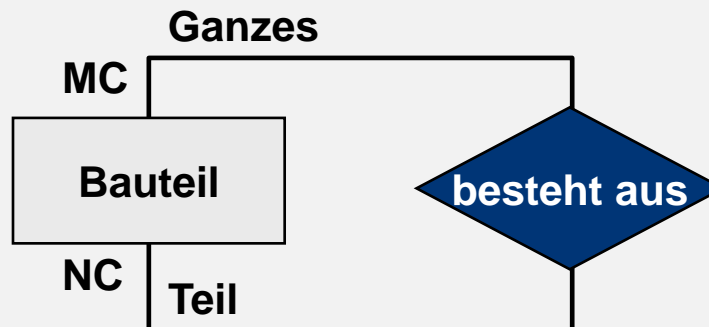
Spezielle Assoziationen

Rekursive Assoziation

- Rekursive Assoziationen sind teilweise notwendig, um Sachverhalte korrekt abbilden zu können.
- Beispiel:
ein Bauteil setzt sich aus anderen Bauteilen zusammen, die sich wiederum aus Bauteilen zusammen setzen, ...



korrekt:



Zusammenfassung (1/2)

- Phasen des Datenbankentwurfs
 - Konzeptioneller Entwurf
 - Semantische Modelle, z.B. Entity-Relationship-Modelle
- Entity-Relationship-Modelle
 - „Modell“
 - Eigenschaften: Abbildung, Verkürzung, Zweckbezug
 - Ziele: Transparenz, Wissensbewahrung, Durchführung von Experimenten
 - Grundelemente eines E/R-Modells
 - Entität
 - Entitätsmenge
 - Attribut
 - Assoziation

Zusammenfassung (2/2)

- Entity-Relationship-Modelle

- Kardinalitäten von Assoziationen

- Kardinalitäten & mögliche Assoziationen

	1	C	N	NC
1	1:1	1:C	1:N	1:NC
C	C:1	C:C	C:N	C:NC
N	N:1	N:C	M:N	M:NC
NC	NC:1	NC:C	MC:N	MC:NC

- Abweichende Notationen:
MC, Numerisch, Krähenfuß-, Pfad- und Bachmann-Notation

- Spezielle Assoziationen

- Zyklen
 - Generalisierung/Spezialisierung
 - Abhängige Entitätsmengen
 - Rekursive Assoziationen & Rollen

Übungsaufgabe 1

Bitte erstellen Sie aus den geschilderten Informationen ein ER-Modell. Geben Sie bitte dabei die jeweiligen Entitätstypen, Attribute, Beziehungen, Kardinalitäten und Rollen (bei rekursiven Beziehungen) an. Modellieren Sie nur die aufgeführten Zusammenhänge. Kennzeichnen Sie die Schlüsselattribute.

Produkte unterscheiden sich im Namen, haben jeweils ein Gewicht und eine Leistung.

Jedes Produkt besteht aus mindestens zwei verschiedenen Komponenten, die einen eindeutigen Namen, eine Farbe und ein Gewicht haben.

Jede Komponente wird nur in einem Produkt benutzt.

Beliebige Komponenten können in beliebigen Lagern gelagert werden. Die Lager sind durch ihren eindeutigen Ort bekannt und haben eine eigene Lagerkapazität. Jedes der Produkte kann auch in mehreren Lagern aufbewahrt werden, wobei die Lager auch verschiedene Produkte aufnehmen können.

Übungsaufgabe 2

Eine IT-Firma erstellt Software in verschiedenen Projekten. Die Entwicklungsinformationen zu den verschiedenen Projekten soll festgehalten werden. Bitte erstellen Sie aus den geschilderten Informationen ein ER-Modell. Geben Sie bitte dabei die jeweiligen Entitätstypen, Attribute, Beziehungen, Kardinalitäten und Rollen (bei rekursiven Beziehungen) an. Modellieren Sie nur die aufgeführten Zusammenhänge. Kennzeichnen Sie die Schlüsselattribute.

Jedes Projekt, das durch seinen Namen eindeutig gekennzeichnet ist und einen Leiter hat, stellt ein oder mehrere SW-Module her.

Jedes SW-Modul, das durch seinen Namen eindeutig erkennbar ist, gehört genau zu einem Projekt. Jedes SW-Modul kann aus mehreren anderen SW-Modulen bestehen, jedes SW-Modul kann in maximal einem übergeordneten SW-Modul genutzt werden. Zu jedem Projekt gehören Testfälle, die durch eine Nummer eindeutig identifizierbar sind und einen Ersteller haben. Jeder Testfall bezieht sich auf einen oder mehrere SW-Module, jedes Modul sollte in mindestens einem Testfall vorkommen, was aber nicht immer garantiert ist. Es gibt Testfälle, die frühzeitig erstellt werden und erst wesentlich später SW-Modulen zugeordnet werden. Für jede Ausführung eines Testfalls wird der letzte Zeitpunkt der Ausführung, der Name des Testes und das Testergebnis festgehalten, dabei kann sich die Testausführung auf eine Teilmenge der zugeordneten Module beziehen.

Übungsaufgabe 3

Eine neue Eisenbahn-Gesellschaft möchte geschäftsrelevante Daten in einer Datenbank speichern. Formulieren sie folgenden Sachverhalt als ER-Diagramm (Entitäten, Relationen, Attribute, Schlüsselkandidat, Kardinalitäten der Relationen):

Jeder Zug, der durch seine Zugnummer eindeutig gekennzeichnet ist, gehört zu einer Zuggattung und besitzt einen Abfahrtstag.

Er hält zu bestimmten Uhrzeiten an verschiedenen Bahnhöfen, die durch den Namen eindeutig werden. An jedem Bahnhof hält mindestens ein Zug. Ein Bahnhof kann eine Fahrkarten-Ausgabe mit eindeutiger Schalter-Nummer besitzen, die zu festgelegten Zeiten geöffnet hat.

Jeder Zug wird begleitet von einem Zugbegleiter-Team, bestehend aus dem Zug-Chef sowie zwei weiteren Mitarbeitern. Das Zugbegleiter-Team ist durch den Namen des Zug-Chefs eindeutig identifizierbar. Jedes Zugbegleiter-Team ist in einem Bahnhof beheimatet. In jedem Bahnhof ist mindestens ein Zugbegleiter-Team beheimatet.

Jeder Zug kann Anschluss-Zug von anderen Zügen sein. Ein Zug kann mehrere Anschluss-Züge haben