

Prof. Dr. Hermann Gehring  
unter Mitarbeit von:  
Dipl.-Inform. Jörg Homberger

## **Modul 31751**

# **Datenmodellierung und Datenbanksysteme**

Kurs 00817  
Kurseinheit 2: Logische Datenorganisation

## **LESEPROBE**

**wirtschafts  
wissenschaft**

Der Inhalt dieses Dokumentes darf ohne vorherige schriftliche Erlaubnis durch die FernUniversität in Hagen nicht (ganz oder teilweise) reproduziert, benutzt oder veröffentlicht werden. Das Copyright gilt für alle Formen der Speicherung und Reproduktion, in denen die vorliegenden Informationen eingeflossen sind, einschließlich und zwar ohne Begrenzung Magnetspeicher, Computerausdrucke und visuelle Anzeigen. Alle in diesem Dokument genannten Gebrauchsnamen, Handelsnamen und Warenbezeichnungen sind zumeist eingetragene Warenzeichen und urheberrechtlich geschützt. Warenzeichen, Patente oder Copyrights gelten gleich ohne ausdrückliche Nennung. In dieser Publikation enthaltene Informationen können ohne vorherige Ankündigung geändert werden.

### 3 Logische Datenorganisation

Unter logischer Datenorganisation versteht man die Modellierung der Datenwelt eines gegebenen Realitätsausschnitts unter dem Blickwinkel der logischen Gesamtsicht. Das Ziel der logischen Datenorganisation besteht letztlich in der Formulierung eines konzeptionellen Modells, welches die verarbeitungsrelevanten Phänomene des Realitätsausschnitts durch Datenobjekte und Beziehungen zwischen Datenobjekten abbildet. Ein konzeptionelles Modell ist in der Regel auf ein konkretes DBVS ausgerichtet. Bei der Modellierung sind daher Restriktionen zu berücksichtigen, die sich aus dem verwendeten DBVS ergeben. Solche Restriktionen betreffen beispielsweise die Art der verwendbaren Beziehungen zwischen Datenobjekten.

logische Gesamtsicht

Allgemeinere Datenmodelle erhält man, falls bei der Modellierung die durch das DBVS gesetzten Restriktionen außer Acht bleiben. Mit allgemeinen Datenmodellen verbinden sich zwei Zwecke: Einerseits sollen sie die Datenwelt eines Realitätsausschnitts semantisch vollständig - also mit vollständigem Bedeutungsgehalt - wiedergeben; man bezeichnet solche Modelle daher auch als semantische Datenmodelle. Andererseits bilden sie hilfreiche Zwischenstufen auf dem Weg zu einem DBVS-gestützten konzeptionellen Modell. Wie die Abb. 3.1 zeigt, umschließt die logische Datenorganisation beide Modellformen, allgemeine bzw. semantische und DBVS-gestützte konzeptionelle Datenmodelle.

semantisches Datenmodell und DBVS-gestütztes konzeptionelles Modell

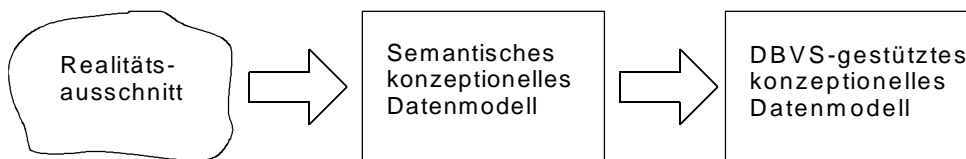


Abb. 3.1. Datenmodelle in der logischen Datenorganisation.

Semantische Datenmodelle zeichnen sich durch eine semantische Reichhaltigkeit aus, die nicht durch DBVS-Restriktionen eingeschränkt ist. Dagegen sind DBVS-gestützte, d.h. durch DBVS verarbeitbare Datenmodelle, meist semantisch ärmer. Sprachen und Werkzeuge zur Entwicklung und Beschreibung von semantischen Datenmodellen eignen sich somit gleichermaßen zur Darstellung DBVS-gestützter Datenmodelle. Im Folgenden wird daher nur dann zwischen semantischen und DBVS-gestützten Datenmodellen unterschieden, wenn dies erforderlich ist. Ansonsten wird allgemein von Datenmodellen die Rede sein. Ausdrücklich sei darauf hingewiesen, dass es dabei stets um die logische Gesamtsicht und somit um konzeptionelle Modelle geht.

In der Vergangenheit unterlagen die in Datenbanksystemen verwendeten Datenmodelle einem erheblichen Wandel. Auf hierarchische Datenmodelle folgten rasch netzwerkartige Modelle. Und die heute verwendeten DBVS basieren fast durchweg auf Relationenmodellen. Die vorliegende Kurseinheit befasst sich schwerpunktmäßig mit Relationenmodellen, geht aber auch auf hierarchische und netzwerkartige Datenmodelle ein.

Entwicklung von Datenmodellen

Einige Grundlagen der Datenmodellierung behandelt das Kapitel 3.1, nämlich Grundelemente von Datenmodellen und das Entity Relationship-Modell. Letzteres ist deshalb von Interesse, weil es einen der Ausgangspunkte für die Entwicklung von erweiterten Relationenmodellen darstellt. Zwei klassische Datenmodelle werden in den beiden folgenden Kapiteln vorgestellt, in Kapitel 3.2 das hierarchische Datenmodell und in Kapitel

Inhalt der Kurseinheit

3.3 das netzwerkartige Datenmodell. Das Kapitel 3.4 geht auf Relationenmodelle ein. Unterschieden wird zwischen dem klassischen Relationenmodell und erweiterten Modellen. Erweiterte Relationenmodelle verbinden und erweitern die dem Entity Relationship-Modell und dem klassischen Relationenmodell zugrundeliegenden Konzepte zu leistungsfähigen Modellierungsinstrumenten. Über die reine Datenmodellierung geht das letzte Kapitel 3.5 hinaus. Es ordnet die Datenmodellierung in den logischen Datenbankentwurf ein, der neben Daten auch Konsistenzbedingungen für Daten und die Manipulation von Daten zum Gegenstand hat. Außerdem wird in diesem Kapitel die Datenmodellierung in einen Software Life Cycle eingebettet, der auf die Entwicklung datenbankgestützter Anwendungssysteme ausgerichtet ist.

## 3.1 Datenmodellierung

### 3.1.1 Grundelemente von Datenmodellen

In nahezu allen Datenmodellen treten bestimmte Elemente auf, die hier als Grundelemente bezeichnet seien. Zu den Grundelementen gehören Entitäten, Beziehungen zwischen Entitäten, Attribute zur Charakterisierung von Entitäten und Schlüssel. Nachfolgend werden diese Grundelemente behandelt.

#### a) Entitäten

Entitäten benötigt man für die datenmäßige Darstellung von Phänomenen eines Realitätsausschnitts. Sie sind gleichsam Abbilder dieser Phänomene in der Datenwelt. Die abgebildeten Phänomene können realer Natur, z.B. Kunden, Lieferanten, Artikel, Maschinen usw., oder gedanklicher Natur, z.B. Kosten, Preise, Termine usw., sein. Für den Entitätsbegriff folgt damit:

Begriff der Entität

Eine Entität (engl. entity) ist ein Element der Datenwelt, welches ein reales oder ein gedankliches Einzelphänomen in einem betrachteten Realitätsausschnitt repräsentiert.

Beispiele für Entitäten sind der Kunde "ALFRED HUPFER KG", der Fertigungsauftrag "H 240543", das Auslieferungsfahrzeug mit dem Kennzeichen "OHZ-ME 72" usw. Jede dieser Entitäten stellt ein individuelles Exemplar aus einer Klasse von Exemplaren dar.

Objektklassen

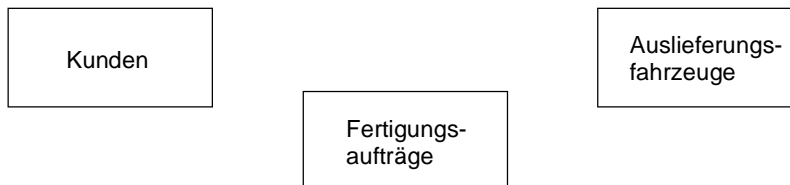
Ein zentrales Modellierungskonzept besteht in der Bildung von Klassen von Objekten. Man denke etwa an die Klasse der ganzen Zahlen, die bekanntlich durch den Datentyp INTEGER beschrieben wird. In vollkommen analoger Weise lassen sich Entitäten zu Klassen von Entitäten zusammenfassen. Klassen von Entitäten werden in der Literatur meist als Entitätsmengen bezeichnet. Zum Begriff der Entitätsmenge:

Eine Entitätsmenge (engl. entity set) fasst alle Entitäten zusammen, die durch gleiche Merkmale, nicht notwendigerweise aber durch gleiche Merkmalsausprägungen, charakterisiert werden.

Beispiele für Entitätsmengen sind *Kunden*, *Fertigungsaufträge*, *Auslieferungsfahrzeuge* usw. Zur Charakterisierung der Entitätsmenge *Auslieferungsfahrzeuge* mögen die Merkmale *Kennzeichen*, *Motorleistung*, *Ladegewicht* und *Höchstgewicht* dienen. Auf die Entitäten dieser Mengen treffen zwar durchweg die genannten Merkmale zu, jedoch können die Merkmalsausprägungen bzw. -werte von Entität zu Entität variieren.

Begriff der Entitätsmenge

Zur grafischen Darstellung von Entitätsmengen werden Rechtecke verwendet. Abb. 3.2 zeigt einige Beispiele.



Darstellung von Entitätsmengen

**Abb. 3.2.** Grafische Darstellung von Entitätsmengen.

Sinnvoll ist die Bildung von Entitätsmengen deshalb, weil alle individuellen Exemplare einer Entitätsmenge in prinzipiell gleicher Weise behandelt oder manipuliert werden. Statt viele individuelle Entitäten zu betrachten, genügt es daher, sich auf der "Typebene" mit Entitätsmengen zu beschäftigen. Es gelten hier die gleichen Überlegungen, die im Kurs "Algorithmen und Datenstrukturen" bei der Einführung des Begriffs des Datentyps angestellt wurden.

Betrachtung auf Typebene

Alle in Abb. 3.2 angegebenen Entitätsmengen weisen eine Gemeinsamkeit auf. Sie enthalten ausschließlich Entitäten, die nicht gleichzeitig in anderen Entitätsmengen auftreten. Entitätsmengen mit dieser Eigenschaft heißen disjunkt.

Nicht disjunkte Entitätsmengen überlappen sich. Und für überlappende Entitätsmengen kann man immer eine Entitätsmenge angeben, welche die überlappenden Mengen umfasst. Eine umfassende Entitätsmenge kann sich allerdings auch aus nicht überlappenden Entitätsmengen zusammensetzen.

Die genannten Arten von Entitätsmengen seien begrifflich wie folgt präzisiert:

Zwei Entitätsmengen  $A$  und  $B$  heißen disjunkt, wenn keine Entität existiert, die sowohl zu  $A$  als auch zu  $B$  gehört.

disjunkte

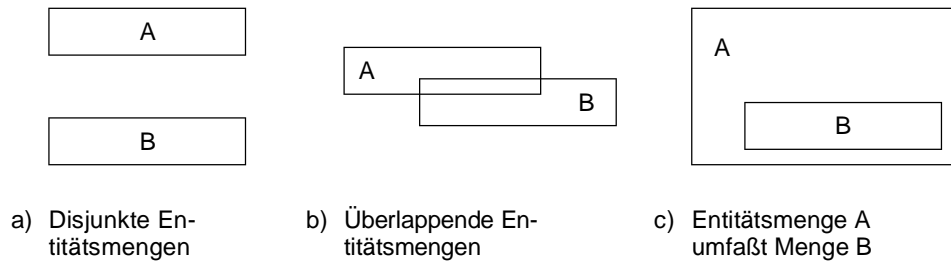
Zwei Entitätsmengen  $A$  und  $B$  überlappen sich, wenn zumindest eine Entität existiert, die sowohl zu  $A$  als auch zu  $B$  gehört.

überlappende

Eine Entitätsmenge  $A$  umschließt eine Entitätsmenge  $B$  genau dann, wenn sämtliche in  $B$  auftretenden Entitäten auch zu  $A$  gehören.

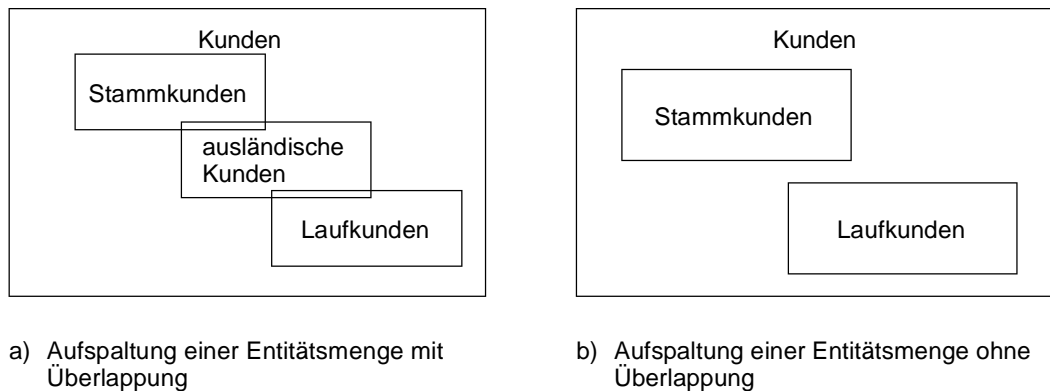
umfassende Entitätsmengen

Abbildung 3.3 veranschaulicht diese Definitionen.



**Abb. 3.3.** Disjunkte, überlappende und umfassende Entitätsmengen.

Bei der Definition von Entitätsmengen bestehen gewisse Freiheitsgrade, die von den jeweiligen Gegebenheiten abhängen. Zur Verdeutlichung der Freiheitsgrade im Modellierungsprozess sei das in Abb. 3.4 angegebene Beispiel betrachtet.



**Abb. 3.4.** Freiheitsgrade im Modellierungsprozess.

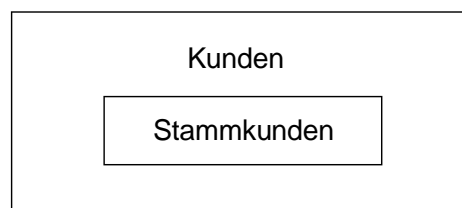
Aufspaltung von Entitätsmengen

Beide in Abb. 3.4 gezeigten Fälle entstehen durch die Detaillierung der Entitätsmenge *Kunden* in speziellere Entitätsmengen. Im Fall a) überlappen sie sich und im Fall b) nicht. Ob eine Überlappung vorzusehen ist, hängt von der Bedeutung bestimmter Merkmalseigenschaften ab. Während bei der Aufspaltung ohne Überlappung lediglich die Zugehörigkeit zur Stamm- oder Laufkundschaft interessiert, findet im anderen Fall auch die Auslandszugehörigkeit Berücksichtigung.

Man beachte, dass die Entitätsmenge *Kunden* noch auf viele andere Arten aufgespalten werden könnte. Beispielsweise unter Berücksichtigung von Umsatzklassen, Absatzregionen, Liefer- und Zahlungsmodalitäten usw. Die Frage, welche der möglichen Spezialisierungen angezeigt ist und ob überhaupt eine Spezialisierung vorzunehmen ist, lässt sich anhand der die Entitätsmenge *Kunden* manipulierenden Verarbeitungsprozesse entscheiden. Existieren beispielsweise Prozesse, die ausschließlich auf Stammkunden zugreifen, so könnte die Spezialisierung in eine Entitätsmenge Stammkunden sinnvoll sein.

### Übungsaufgabe 3.1

Gegeben sei folgendes Diagramm:



Was drückt dieses Diagramm im Unterschied zu dem in Abb. 3.4. a) gezeigten Diagramm aus?

**b) Beziehungen zwischen Entitäten**

Zwischen Entitäten, und damit auch zwischen Entitätsmengen, können Beziehungen bestehen, die aus Verträgen, Absprachen, Bestellungen, organisatorischen Maßnahmen usw. hervorgehen. Betrachtet seien zunächst einseitige Beziehungen zwischen je zwei Entitätsmengen; sie heißen auch Assoziationen. Der Begriff der Assoziation drückt ein zahlenmäßiges Verhältnis aus:

Eine Assoziation  $a(E1, E2)$  gibt an, wie viele Entitäten der Entitätsmenge  $E2$  einer beliebigen Entität der Entitätsmenge  $E1$  zugeordnet sein können.

Begriff der Assoziation

Im Zeitablauf kann die mit einer Assoziation erfasste Zahl schwanken. Bezeichnet  $E1$  beispielsweise eine Entitätsmenge *Kunden* und  $E2$  eine Entitätsmenge *Artikel*, so mag bezogen auf eine Bestellperiode von einer Woche gelten  $a(E1, E2) = [0..500]$ . Ein beliebiger Kunde ordert in einer Bestellperiode also entweder gar keinen oder bis zu 500 Artikel. Da bei der Modellierung nicht Einzelwerte, sondern prinzipielle Zusammenhänge im Vordergrund stehen, begnügt man sich mit einer groben Einteilung in vier Assoziationstypen  $A(E1, E2)$ . Diese Typen stellt die Abb. 3.5 vor.

Bezeichnung des Assoziationstyps A (E1, E2)	Symbol	Anzahl der Entitäten in E2, die der Entität E1 zugeordnet werden können
einfach	1	genau eine
konditionell	c	keine oder eine, d.h. c=0 oder c=1
multipel	m	mindestens eine, d.h. m >= 1
multipel-konditionell	mc	keine, eine oder mehrere, d.h. mc >=0

vier Assoziationstypen

**Abb. 3.5.** In der Datenmodellierung gebräuchliche Assoziationstypen.

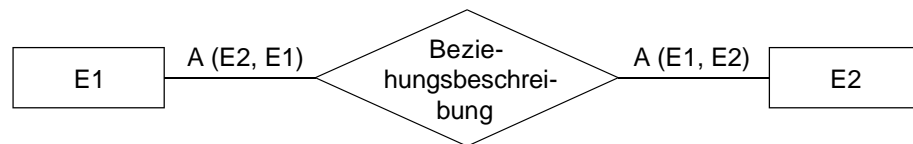
Durch das Zusammenfassen der wechselseitigen Assoziationen zwischen zwei Entitäten gelangt man zu einer Beziehung. Für den Begriff der Beziehung gilt:

Begriff der Beziehung

Eine Beziehung (engl. relationship) zwischen zwei Entitätsmengen  $E1$  und  $E2$  besteht aus der Assoziation  $a(E1, E2)$  und aus der dieser Assoziation entgegen gerichteten Assoziation  $a(E2, E1)$ .

Treten in dieser Definition Assoziationstypen  $A(E1, E2)$  und  $A(E2, E1)$  an die Stelle der Assoziationen  $a(E1, E2)$  und  $a(E2, E1)$ , so soll von Beziehungstyp die Rede sein. Zur grafischen Darstellung eines Beziehungstyps verwendet man die der Abb. 3.6 zu entnehmende Notationsform. Sie geht auf CHEN (1976) zurück.

Darstellung eines Beziehungstyps



**Abb. 3.6.** Grafische Darstellung eines Beziehungstyps.

Laut Abb. 3.6 wird ein Beziehungstyp grafisch durch eine Raute sowie durch Verbindungslinien zu den angesprochenen Entitätsmengen repräsentiert. Die Raute kann eine Beschreibung der Beziehung aufnehmen. An den Verbindungslinien werden die zugehörigen Assoziationstypen notiert. Man beachte, dass der Ort, an dem ein Assoziationstyp notiert wird, nämlich neben  $E1$  oder neben  $E2$ , die Assoziationsrichtung bestimmt. Einige Beispiele für Beziehungstypen sind in Abb. 3.7 zusammengestellt.

Assoziationsrichtung

Erläuterungen zur Abb. 3.7

Einige der Beziehungstypen in Abb. 3.7 seien exemplarisch erläutert:

- Bei der 1-c-Beziehung zwischen Absatzlagern und Absatzregionen geht es um die Existenz von Lagern in Regionen. Da in einer Absatzregion höchstens ein Lager vorhanden ist, aber nicht in jeder Region ein Lager vorhanden sein muss, gilt:

$$\text{Assoziation (Absatzregionen, Absatzlager)} = c.$$

Andererseits befindet sich ein Absatzlager in genau einer Absatzregion, also:

$$\text{Assoziation (Absatzlager, Absatzregion)} = 1.$$

- Das Beispiel zu dem c-mc-Beziehungstyp betrifft die Verpachtung von Jagdrevieren an Pachtwillige. Da ein Revier an einen oder gemeinschaftlich an mehrere Interessenten verpachtet werden kann, wegen zu hoher Preisvorstellung eventuell aber auch unverpachtet bleibt, gilt:

$$\text{Assoziation (Reviere, Pachtwillige)} = mc.$$

Bei den von einer Jagdgenossenschaft zu vergebenden Revieren kommt ein Pachtinteressent höchstens einmal zum Zuge; daher folgt:

$$\text{Assoziation (Pachtwillige, Reviere)} = c.$$

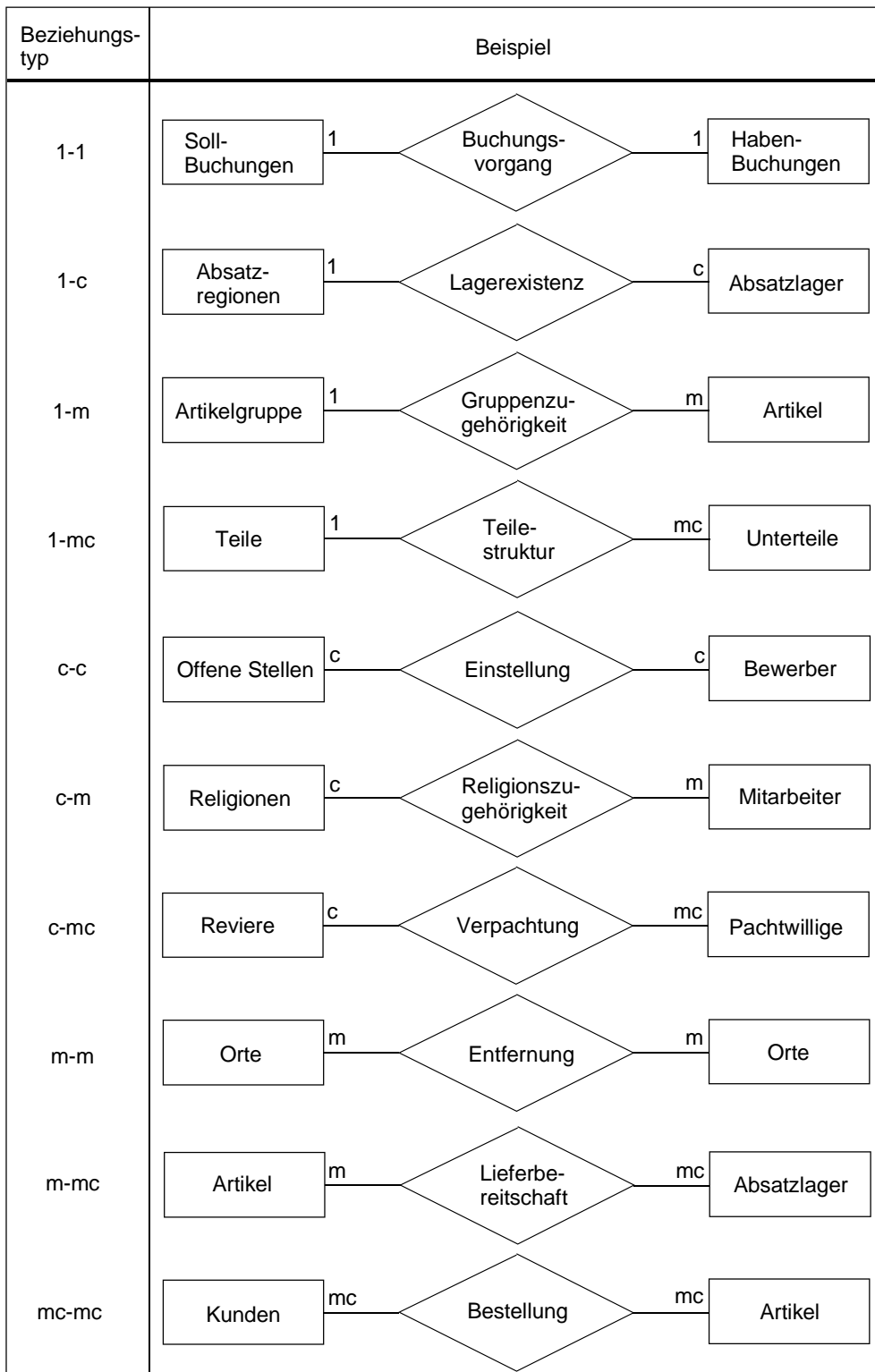
- Bestellungen von Artikeln durch Kunden sind Gegenstand der mc-mc-Beziehung. In einer Bestellperiode kann ein Kunde keinen, einen oder mehrere Artikel bestellen; also muss gelten:

$$\text{Assoziation (Kunde, Artikel)} = mc.$$



Umgekehrt kann in einer Bestellperiode ein Artikel von keinem, von einem oder von mehreren Kunden bestellt werden; es gilt daher:

Assoziation (Artikel, Kunde) = mc.



zehn  
Beziehungstypen

Abb. 3.7. Beispiele für zehn Beziehungstypen.

**Übungsaufgabe 3.2**

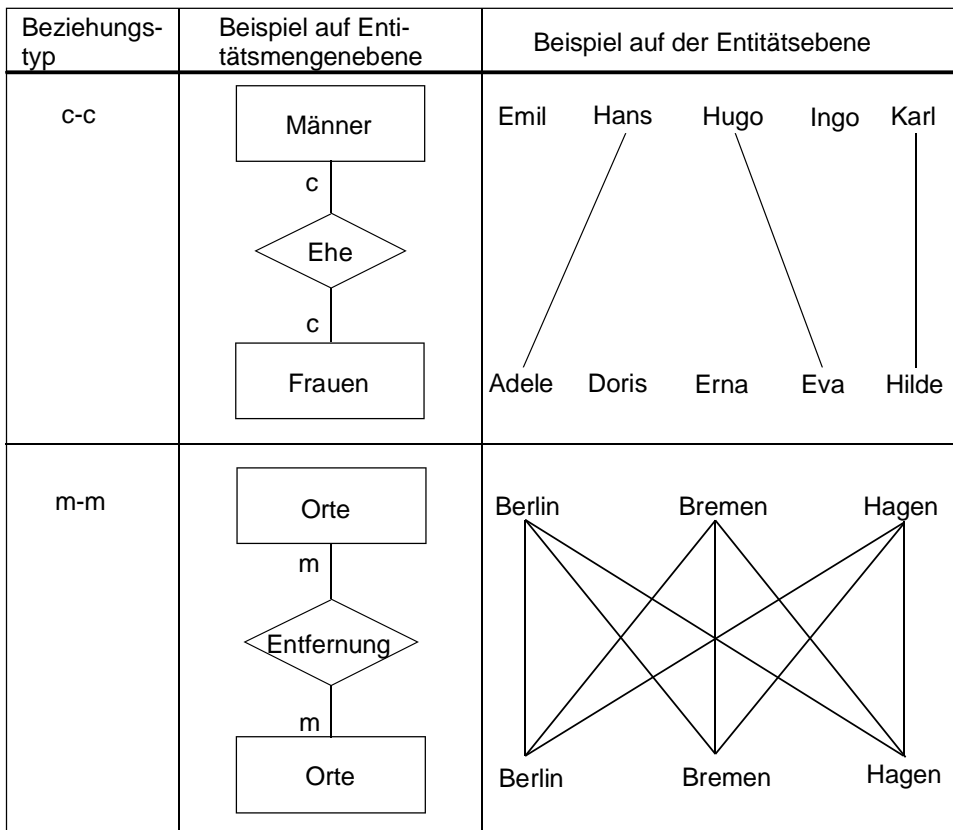
Betrachtet werde die Abb. 3.7. Erläutern Sie die zu den Beziehungstypen 1-m und c-m angegebenen Beispiele.

In Abb. 3.7 wurden nicht zufällig zehn Beziehungstypen angegeben. Vielmehr handelt es sich um genau die zehn Beziehungstypen, die durch Kombination der in Abb. 3.5 eingeführten Assoziationstypen gebildet werden können.

**Übungsaufgabe 3.3**

Begründen Sie, warum sich durch die Kombination der eingeführten vier Assoziationstypen genau zehn Beziehungstypen ergeben.

Beziehungen lassen sich nicht nur auf der Ebene von Entitätsmengen, sondern auch auf der Ebene individueller Entitäten darstellen. Verdeutlicht sei dies an zwei Beispielen, die der Abb. 3.8 zu entnehmen sind.



Darstellung von Beziehungen auf der Ebene von Entitäten

**Abb. 3.8.** Beziehungen auf der Ebene von Entitätsmengen und auf der Ebene von Entitäten.

Wie die Beispiele in Abb. 3.8. zeigen, wird eine Beziehung zwischen zwei Entitäten grafisch durch eine Verbindungslinie ausgedrückt. Eine solche Verbindung sei als Einzelbeziehung bezeichnet.

Einzelbeziehung

**c) Attribute**

Über das Wesen der abgebildeten Phänomene machen Entitätsmengen und Beziehungen nur grobe Aussagen. Interessierende Eigenschaften von Phänomenen lassen sich durch Attribute erfassen, die man den Entitätsmengen und Beziehungen zuordnet.

Attribute zur Charakterisierung von Entitäten

Ein Attribut (engl. attribute) beschreibt eine bestimmte Eigenschaft, die sämtliche Entitäten einer Entitätsmenge oder sämtliche Einzelbeziehungen einer Beziehung aufweisen.

Begriff des Attributs

Relevante Attribute der Entitätsmenge *Kunden* sind beispielsweise *Kundennummer*, *Name*, *Adresse*, *Umsatz* usw. Und die Beziehung *Bestellung* wird inhaltlich durch die Attribute *Kundennummer*, *Artikelnummer*, *Bestellmenge*, *Datum* usw. charakterisiert.

Wie bei einer Variablen ist bei einem Attribut zwischen seinem Namen und seinem Wert zu unterscheiden. Während der Name ein Attribut benennt und identifiziert, gibt der Wert die konkrete Ausprägung des Attributs für eine bestimmte Entität an. Welche diskreten Werte ein Attribut annehmen kann, legt sein Wertebereich fest.

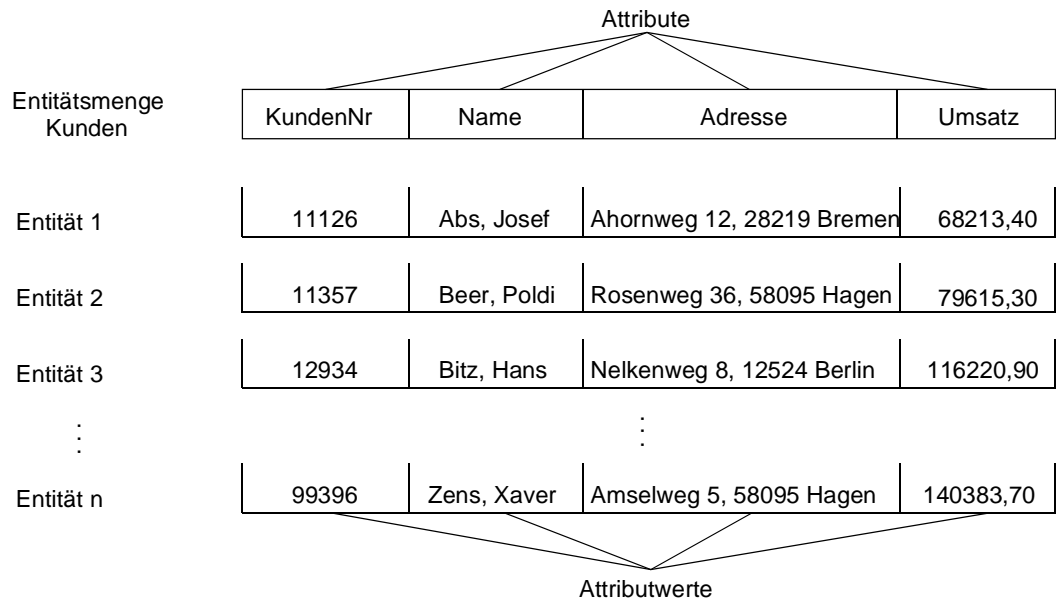
Name und Wert eines Attributs

Wertebereich eines Attributs

Der Wertebereich (engl. domain) eines Attributs besteht aus der Menge der Datenwerte, die das Attribut für die Entitäten der zugrundeliegenden Entitätsmenge annehmen kann.

Die eingeführten Begriffe seien an einem einfachen Beispiel demonstriert. Es ist in Abb. 3.9 dargestellt.

Attribute und Attributwerte



**Abb. 3.9.** Attribute und Attributwerte einer Entitätsmenge Kunde.

Für die einzelnen Attribute der Entitätsmenge *Kunde* können die Wertebereiche beispielsweise wie folgt vorgegeben sein:

Beispiele für Wertebereiche

Wertebereich von *KundenNr*: [11111..99999],  
 Wertebereich von *Name*: Zeichenkette der Länge 20,  
 Wertebereich von *Adresse*: Zeichenkette der Länge 40,  
 Wertebereich von *Umsatz*: [000000,00..999999,00].

Demnach repräsentiert z.B. der Wertebereich des Attributs *Umsatz* eine Teilmenge der mit dem Standardtyp REAL darstellbaren Zahlenwerte. Während *Umsatz* ein "elementares" Attribut ist, das sich nicht weiter in aussagefähige Submerkmale zerlegen lässt, handelt es sich bei *Adresse* um ein komplexes Attribut. Seine Zerlegung in elementare (Sub-) Attribute behandelt die Übungsaufgabe 3.4.

### Übungsaufgabe 3.4

Betrachtet werde das Attribut *Adresse* der in Abb. 3.9 vorgestellten Entitätsmenge *Kunden*. Geben Sie die Zerlegung dieses Attributs in aus logischer Sicht nicht weiter zerlegbare, elementare (Sub-)Attribute sowie die Wertebereiche der elementaren Attribute an.

## d) Identifikationsschlüssel

Jede Entität einer Entitätsmenge ist ein individuelles Exemplar, das sich von den übrigen Entitäten der Menge unterscheidet. Der Unterschied zwischen zwei Entitäten einer Entitätsmenge drückt sich in unterschiedlichen Attributwerten aus. Zumindest für ein Attribut müssen zwei Entitäten unterschiedliche Werte annehmen, damit sie als individuelle Exemplare unterscheidbar sind. Jede Entität einer Entitätsmenge wird dann eindeutig durch die Werte sämtlicher Attribute identifiziert. Hier stellt sich die Frage, ob nicht wenige Attribute genügen oder sogar nur ein Attribut genügt, um die Entitäten einer Menge eindeutig zu identifizieren. Die Beantwortung dieser Frage führt zu dem Begriff des Identifikationsschlüssels.

Entität als individuelles Exemplar

Ein Identifikationsschlüssel (engl. identification key) besteht aus einem Attribut oder aus einer Kombination von Attributen, welche jede Entität einer Entitätsmenge eindeutig identifiziert.

Begriff des Identifikationsschlüssels

Bei der in Abb. 3.9 angegebenen Entitätsmenge *Kunde* ist beispielsweise das Attribut *KundenNr* oder die Attributkombination aus *Name* und *Adresse* grundsätzlich als Identifikationsschlüssel geeignet. Nicht als Identifikationsschlüssel eignet sich dagegen das Attribut *Umsatz*, da es für verschiedene Entitäten den gleichen Wert annehmen kann.

als Identifikationsschlüssel geeignete Attribute

Besteht ein Identifikationsschlüssel aus nur einem Attribut, so heißt er einfach. Dagegen bezeichnet man einen aus mehreren Attributen bestehenden Identifikationsschlüssel als zusammengesetzten Schlüssel (engl. concatenated key). Aus Gründen der Speicherplatzersparnis ist man bestrebt, möglichst wenig Attribute in einen zusammengesetzten Identifikationsschlüssel einzubeziehen. Ein aus der geringst möglichen Anzahl von Attributen zusammengesetzter Identifikationsschlüssel heißt minimal.

einfacher und zusammengesetzter Identifikationsschlüssel

Ein minimaler Identifikationsschlüssel ergibt sich stets dann, wenn man die Entitäten einer Entitätsmenge fortlaufend durchnummeriert. Fortlaufend vergebene Nummern charakterisieren nicht das Wesen von Entitäten. Ein zur Durchnummerieren verwendetes Attribut dieser Art heißt daher auch künstlich. Beispielsweise stellt die *KundenNr* der in Abb. 3.9 genannten Entitätsmenge *Kunden* einen künstlichen Identifikationsschlüssel dar.

minimaler Identifikationsschlüssel

Hinzuweisen ist noch auf zwei weitere Schlüsselbegriffe, den Primärschlüssel und den Sekundärschlüssel. Ein Primärschlüssel identifiziert eindeutig die Entitäten einer Entitätsmenge und ist daher zugleich auch ein Identifikationsschlüssel. Dagegen ist ein Sekundärschlüssel ein Attribut, welches für mehrere Entitäten den gleichen Wert annehmen kann. Ein Sekundärschlüssel dient also der Zusammenfassung von Entitäten zu Teilmengen mit einer gleichen Eigenschaft. Beispielsweise könnte das Attribut *Ort* einer Entitätsmenge *Kunden* als Sekundärschlüssel Verwendung finden.

Primärschlüssel und Sekundärschlüssel

### Übungsaufgabe 3.5

Betrachtet werde eine Entitätsmenge *Bestellungen* mit folgenden Attributen:

Entitätsmenge Bestellungen	KundenNr	ArtikelNr	Artikelgruppe	Menge	Datum
-------------------------------	----------	-----------	---------------	-------	-------

Geben Sie den minimalen Identifikationsschlüssel für die Entitäten dieser Entitätsmenge an. Nennen Sie für jedes Attribut den Grund für das Einbeziehen oder Nichteinbeziehen in den Identifikationsschlüssel.

### 3.1.2 Entity Relationship-Modell

Auf die besondere Bedeutung des Entity Relationship-Modells (ER-Modells) als Vorläufer erweiterter Relationenmodelle wurde bereits hingewiesen. CHEN (1976) griff bei der Entwicklung des ER-Modells auf mehrere Konzepte zurück. Insbesondere auf den als Entity Set Model bekannt gewordenen Vorschlag von SENKO et al. (1973), der in einem ersten Schritt die Abgrenzung von Entitäten bzw. Entitätsmengen und danach deren datenmäßige Darstellung vorsieht, sowie auf die Beschreibung der Beziehungen zwischen Entitätsmengen nach ABRIAL (1974). Die von ABRIAL eingeführten Zuordnungskardi-

nalitäten stellen zahlenmäßig ausgedrückte Assoziationen dar und bildeten den Ausgangspunkt für die Definition von Assoziations- und Beziehungstypen.

Grundlegende Elemente des ER-Modells sind:

Elemente des ER-Modells

- Entitäten, d.h. eindeutig abgrenzbare Dinge wie z.B. Personen, Abteilungen und Maschinen.
- Beziehungen (engl. relationships), d.h. Zuordnungen zwischen Entitäten wie z.B. die Beziehung *Mitarbeiter* zwischen Abteilungs- und Personenentitäten.
- Rollen (engl. roles), d.h. Funktionen, welche Entitäten in einer Beziehung erfüllen wie z.B. die Rollen *Meister*, *Geselle* und *Auszubildender* von Personen in der Beziehung *Mitarbeiter*.

ER-Diagramm

Zur grafischen Darstellung eines ER-Modells als sogenanntes Entity Relationship-Diagramm (ER-Diagramm) verwendet CHEN die bereits bekannten Symbole:

- Rechtecke für Entitätsmengen und
- Rauten für Beziehungsmengen.

Ursprünglich wurden nur 1-1-, 1-mc- und mc-mc-Beziehungen verwendet. Heute sind die in Kapitel 3.1.1 eingeführten zehn Beziehungstypen gebräuchlich (vgl. Abb. 3.7).

Ein Beispiel für ein ER-Diagramm, in dem die Beschränkung auf die ursprünglich vorgesehenen Beziehungen aufgehoben ist, zeigt die Abb. 3.10. Dargestellt wird ein Ausschnitt aus einem ER-Modell eines hypothetischen Unternehmens.

Beziehungsmengen werden in diesem ER-Diagramm durch die Benennung der Entitätsmengen beschrieben, zwischen denen die Beziehungsmenge definiert ist. Meist liegt die Bedeutung einer Beziehung auf der Hand. So drückt beispielsweise die Beziehungsmenge *Kunden/Vertreter* die Betreuung einer Teilmenge von Kunden durch einen Vertreter aus. In bestimmten Fällen versagt diese Beschreibungsform jedoch. Beispielsweise können zwischen den Entitätsmengen *Projekte* und *Personal* die Beziehungsmengen *Projektleiter* und *Projektmitarbeiter* definiert werden. Diese Unterscheidung ist mit einer Beziehungsmenge *Projekte/Personal* nicht erfassbar. Was die Bezeichnung von Beziehungsmengen betrifft, sei daher festgehalten:

Beschreibung von Beziehungsmengen

Eine Beziehungsmenge sollte nur dann durch die Nennung eines Paares von Entitätsmengen beschrieben werden, wenn die Gefahr der Mehrdeutigkeit nicht besteht. Sollen inhaltlich verschiedene Beziehungen zwischen zwei Entitätsmenge berücksichtigt werden, so sind sie explizit einzuführen und aussagefähig zu bezeichnen.

Namensregelung für Beziehungsmengen

Gelegentlich wird vorgeschlagen, Entitätsmengen mit Substantiven und Beziehungsmengen mit Verben bzw. verbalen Formulierungen zu beschreiben. Da verbale Formulierungen häufig langatmig sind, hat sich dieser Vorschlag nicht zu einem allgemeinen Gebrauch entwickelt. Beispielsweise kann man die verbale Formulierung *ist verheiratet mit*, die eine bestimmte Beziehungsform zwischen den Entitätsmengen *Männer* und *Frauen* beschreibt, kurz und prägnant durch *Ehe* ausdrücken.