

}essentials{

Andreas Gadatsch

Datenmodellierung für Einsteiger

Einführung in die
Entity-Relationship-Modellierung
und das Relationenmodell



Springer Vieweg

2.1 Grundlegende Elemente des ERM-Modells

2.1.1 Entitätstyp, Beziehung und Attribut

Die Kernelemente des 1976 von Peter Chen vorgestellten Entity-Relationship-Modells (kurz ERM, vgl. Chen 1976) umfassen drei grundlegende Elemente zur Beschreibung von Daten: Entitätstypen, (englisch: Entity-Typ) Beziehungen (englisch: Relationship) und Attribute (vgl. Abb. 2.1).

- **Entitätstypen (Entity-Typen)** repräsentieren Aspekte der realen Welt auf abstraktem Niveau, also z. B. die Gesamtheit aller Kunden oder Artikel. Ein konkreter Entitätstyp wäre dann ein bestimmter Kunde, der namentlich benannt werden kann oder ein bestimmbarer Artikel. Entitätstypen werden durch ein Rechteck beschrieben. Die Bezeichnung sollte im Plural erfolgen, da ein Entitätstyp (z. B. „Kunden“ mehrere einzelne Entitäten (also konkrete Kunden) umfasst.
- **Beziehungstypen (Relationship)** beschreiben den Zusammenhang zwischen Entitätstypen. So können Kunden grundsätzlich verschiedene Artikel bestellen. Beziehungstypen werden durch eine Raute und Kanten zu den Entitätstypen repräsentiert. Die Leserichtung sollte grundsätzlich von links nach rechts ausfallen. Die Beschriftung erfolgt ebenfalls grundsätzlich im Plural.
- **Attribute** beschreiben Entitätstypen oder Beziehungstypen näher. So können Kunden über die Attribute „Kundennummer“, „Name“, „Postleitzahl“, „Ort“, „Straße“, „Hausnummer“, „Kundenklasse“, „Rabattcode“ u. a. näher beschrieben werden. Attribute können durch Intervalle (z. B. Kundennummer von [5000 bis 6999] oder Maßeinheit nur [kg/m/l]) näher eingegrenzt werden. Sie werden durch ein ovales Symbol gekennzeichnet.

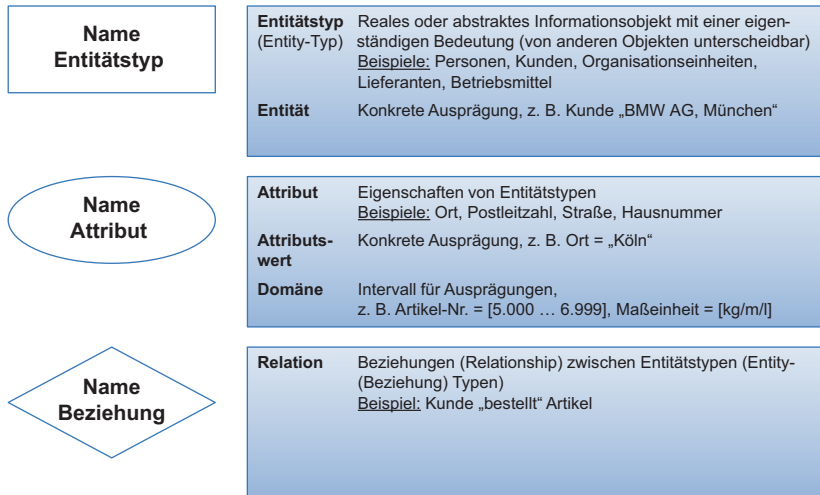


Abb. 2.1 Kernelemente des Entity-Relationship-Modells nach Chen (1976)

- Schlüsselattribut:** Ein Schlüsselattribut ist eine minimale Menge von Attributen, die eine Entität identifiziert. Hierbei kann es sich um ein oder mehreren Attribute handeln. Besteht ein Schlüssel aus nur einem Attribut, handelt es sich um einen „einfachen“ Schlüssel, ansonsten um einen „zusammengesetzten“ Schlüssel. Ein minimaler Schlüssel ist sehr einfach durch fortlaufende Nummerierung der Ausprägungen der Entitäten zu erzeugen. Da fortlaufende Nummern keine beschreibende Funktion wahrnehmen, werden sie auch als „künstliche“ Schlüssel bezeichnet. Typische Beispiele sind „Kunden-Nr.“, „Artikel-Nr.“ oder „Personal-Nr.“. Schlüsselattribute werden zur Kennzeichnung durchgängig unterstrichen.

Das einfache ERM in Abb. 2.2 zeigt einen Ausschnitt aus der Personalwirtschaft. Demnach können Mitarbeiter mehrere Maschinen bedienen. Die von den Mitarbeitern geleistete Arbeitszeit in Stunden wird erfasst. Mit dem Modell kann also u. a. die Frage beantwortet werden, welcher Mitarbeiter wie lange an einer bestimmten Maschine gearbeitet hat.

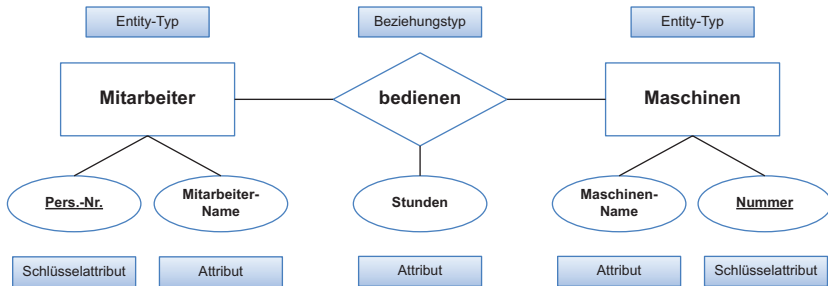


Abb. 2.2 Einfaches Modellierungsbeispiel mit der Chen-Notation

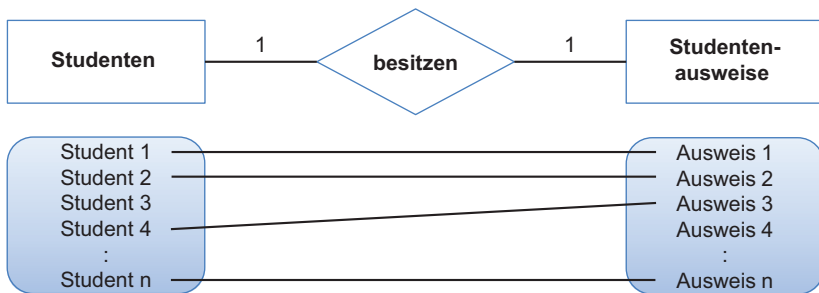


Abb. 2.3 1:1 Beziehungstyp

2.1.2 Kardinalitäten

Die Beziehungen zwischen Entitätstypen können einfacher oder komplexer Natur sein. Das ERM nach Chen kennt drei grundlegende Beziehungstypen, die durch geeignete Kardinalitäten dargestellt werden: „1:1-Beziehungstyp“, „1:N Beziehungstyp“ und den „M:N Beziehungstyp“.

1:1 Beziehungstyp

Der in Abb. 2.3 dargestellte **1:1-Beziehungstyp** beschreibt Beziehungen zwischen Entitäten, die eine eindeutige Zuordnung erlauben. Dies bedeutet, dass ein *Student* nur einen *Studentenausweis* besitzen darf und andererseits ein *Studentenausweis* nur einer Person zugeordnet wird. Es ist jedoch nicht zwingend notwendig, dass ein Entity aus der Entitätsmenge *Student* zwingend einem Entity der Entitätsmenge *Studentenausweis* zugeordnet wird. Dies kann z. B. dann der

Fall sein, wenn der Antrag auf Immatrikulation noch nicht vollständig bearbeitet worden ist.

1:N-Beziehungstyp

Das in Abb. 2.4 modellierte Beispiel zeigt einen **1:N-Beziehungstyp**. Es handelt sich um die Beziehung zwischen den Entitätstypen *Student* und *Hochschule*. Demnach darf ein *Student* nur an einer *Hochschule* studieren, eine *Hochschule* kann aber mehrere *Studierende* haben. Die *Hochschule D* hat noch keine *Studierenden*, da sie sich z. B. noch in der Gründung befindet.

M:N-Beziehungstyp

Die Abb. 2.5 zeigt die **M:N-Beziehungen** zwischen den Entitätstypen *Student* und *Vorlesung*. Ein *Studierender* kann mehrere *Vorlesungen* besuchen, eine *Vorlesung* wird im Regelfall von mehreren *Studierenden* besucht. Es ist aber laut

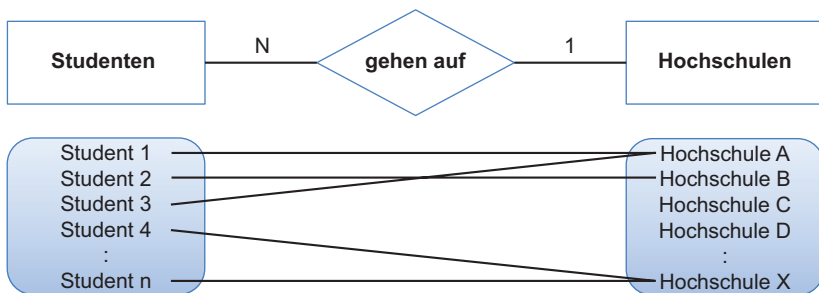


Abb. 2.4 1:N Beziehungstyp

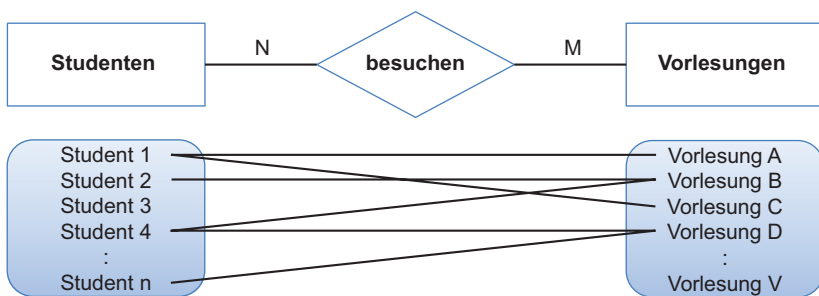


Abb. 2.5 N:M Beziehungstyp

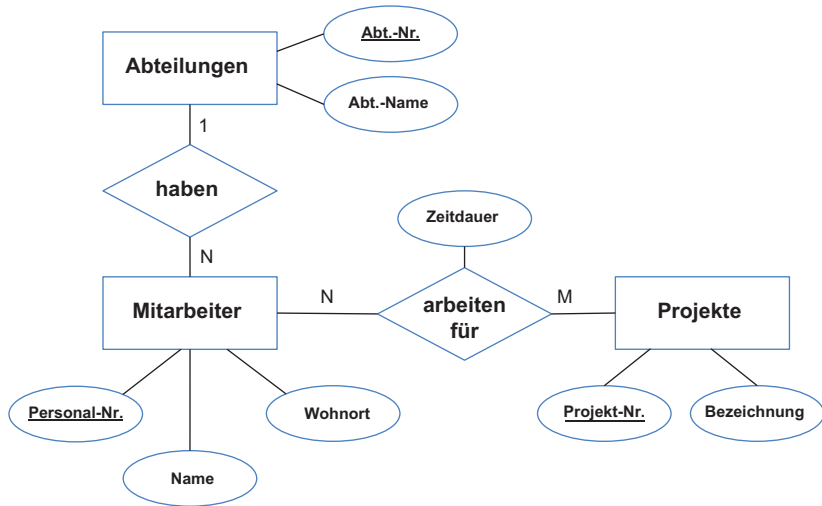


Abb. 2.6 Lösungsvorschlag zur Aufgabe „Mitarbeiter arbeiten für Projekte“

Modell auch zulässig, dass ein *Student* keine *Vorlesungen* besucht (z. B. während eines Urlaubs- oder Auslandssemesters) oder sich für eine *Vorlesung* niemand anmeldet und sie daher ausfällt.

Übungsaufgabe Modellieren Sie den Sachverhalt „Mitarbeiter arbeiten für Projekte“ als ERM, einen Lösungsvorschlag hierzu finden Sie in Abb. 2.6:

- Ein Mitarbeiter hat einen Namen sowie einen Wohnort.
- Ein Mitarbeiter arbeitet in einer Abteilung.
- Ein Mitarbeiter arbeitet an mehreren Projekten.
- Die Zeit, die ein Mitarbeiter für ein Projekt arbeitet, soll erfasst werden.
- Eine Abteilung hat einen Namen.
- Ein Projekt besitzt eine Bezeichnung.
- In einer Abteilung sind mehrere Mitarbeiter beschäftigt.
- Für ein Projekt sind mehrere Mitarbeiter abgestellt.

2.1.3 Minimal-Kardinalitäten

Die bisher eingeführte Notation gibt nur Maximalkardinalitäten an, d. h. sie macht Aussagen darüber, mit wie vielen Entitäts eines anderen Typen ein Entity maximal in Beziehung stehen kann. Oft besteht der Wunsch, auch über die Minimalkardinalität Aussagen zu treffen. Minimalkardinalitäten geben an, ob ein Element eines Entitätstypen eine Beziehung zu mindestens einem anderen Entitätstypen eingehen muss (obligatorisch) oder nicht (optional). Im ersten Fall spricht man auch von Muss-Kardinalität, im zweiten Fall von Kann-Kardinalität. Die Darstellung erfolgt durch Verdoppelung der Kante bei dem Entitätstypen, der mindestens eine Beziehung eingehen muss (vgl. Entitätstyp E1 in Abb. 2.7). Alle dort dargestellten Entitätstypen K1, K2 und K3 der Entitätsmenge E1 haben mindestens eine Beziehung zu E2. In E2 dagegen gibt es z. B. das Entity A5, welches keine Beziehung zu E1 eingeht.

Der Sachverhalt soll anhand eines Beispiels verdeutlicht werden. Betrachtet wird das ERM-Ausgangsmodell „Hochschule“ in Abb. 2.8. Es entspricht der Beschreibung: „Studierende sind an einer Hochschule immatrikuliert“ und „Eine Hochschule hat mehrere Studierende“.

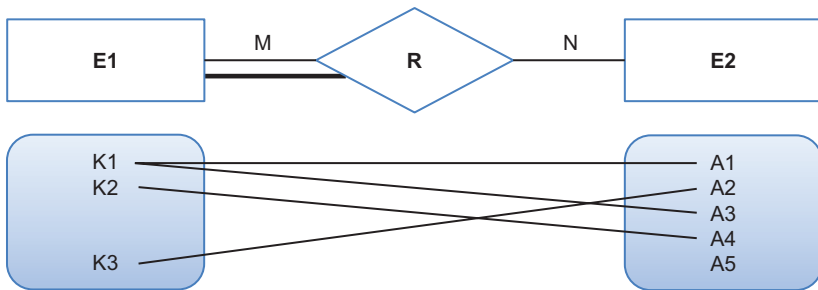


Abb. 2.7 Minimalkardinalitäten



Abb. 2.8 Minimalkardinalitäten – Ausgangsmodell „Hochschule“



Abb. 2.9 Minimalkardinalitäten – Variante 1 zu „Hochschule“



Abb. 2.10 Minimalkardinalitäten – Variante 2 zu „Hochschule“

Wird das Modell zur Variante 1 verändert, ergibt sich folgende Beschreibung, die in Abb. 2.9 dargestellt wird: „Studierende sind an einer Hochschule immatrikuliert“ und „Eine Hochschule hat mehrere Studierende, mindestens jedoch einen Studierenden.“

Eine weitere mögliche Variante ergibt sich durch folgende Interpretation, die in Abb. 2.10 dargestellt wird: „Studierende sind an einer Hochschule immatrikuliert. Eine Person muss mindestens an einer Hochschule eingeschrieben sein, um den Status „Studierender“ zu erhalten“ und „Eine Hochschule hat mehrere Studierende“.

2.1.4 Fallbeispiel „Autovermietung“ Teil I

Eine Autovermietungsgesellschaft möchte ihren Fuhrpark besser kontrollieren und strebt hierfür den Einsatz eines Datenbanksystems an. Die Informationsbedarfsanalyse hat nach mehreren Interviews mit den Fach- und Führungskräften des Unternehmens den folgenden Sachverhalt ergeben:

- Die Gesellschaft verfügt über mehrere Filialen, für die eine eindeutig identifizierende Nummer, der Name des Inhabers, Anschrift, Vorwahl, Telefon- und Faxnummer erfasst werden sollen. In jeder Filiale arbeiten mehrere Angestellte, deren Personalnummer, Name, Anschrift, Vorwahl, Telefon und Monatslohn gespeichert werden sollen. Ein Angestellter arbeitet höchstens in einer Filiale. Es soll zusätzlich erfasst werden, seit wann er bei dieser Filiale beschäftigt ist.

- Die Autovermietungsgesellschaft verfügt über mehrere Fahrzeuge, die mit Kfz-Zeichen, Fahrgestell-Nummer, Baujahr und TÜV erfasst werden sollen. Jedes Fahrzeug ist von genau einem Fahrzeugtyp, mit eindeutigem Kürzel und Beschreibung. Es werden mehrere Fahrzeuge eines Typs gehalten. Die Fahrzeugtypen sind Tarifklassen zugeordnet, in denen Grundgebühr, Versicherung, Freikilometer und Kilometersatz angegeben werden. Jeder Fahrzeugtyp ist in genau einer Tarifklasse. Einer Tarifklasse gehören mehrere Fahrzeugtypen an.
- Die Fahrzeuge können von mehreren Filialen angefordert werden. Eine Filiale kann mehrere Fahrzeuge anfordern. Für jedes angeforderte Fahrzeug werden der Termin und die Uhrzeit angegeben, zu dem das Fahrzeug bereitstehen muss, sowie die Dauer, für die es benötigt wird.

Lösungsvorschlag

1. Schritt: Identifikation Entitätstypen

Zunächst ist im 1. Schritt das Fallbeispiel nach Entitätstypen zu untersuchen. Hier kommen folgende Einträge in Betracht: Filialen, Angestellte, Fahrzeuge, Typen, Tarifklassen.

2. Schritt: Identifikation Beziehungstypen

Im zweiten Schritt müssen die Beziehungstypen identifiziert werden. Hierzu muss der Text nach möglichen Hinweisen auf Beziehungen zwischen den Entitäten untersucht und als erstes „Rohdiagramm“ dargestellt werden (vgl. Abb. 2.11).

3. Schritt: Ergänzung Schlüsselattribute und Attribute

Im dritten Schritt müssen noch die Attribute bzw. Schlüsselattribute identifiziert und im ERM-Diagramm ergänzt werden. Aus den vollständigen Angaben lässt sich das in Abb. 2.12 dargestellte Entity-Relationship-Modell erstellen.

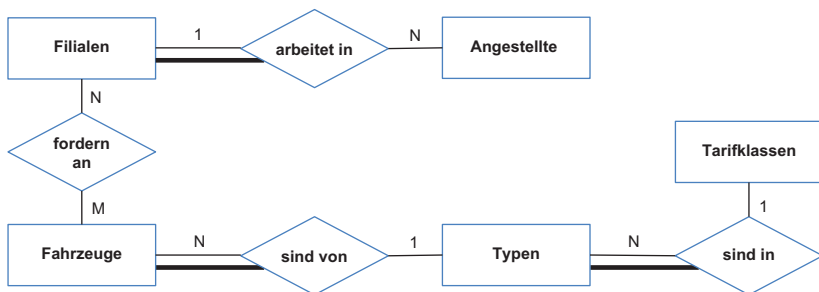


Abb. 2.11 ERM Autovermietung Rohdiagramm ohne Attribute

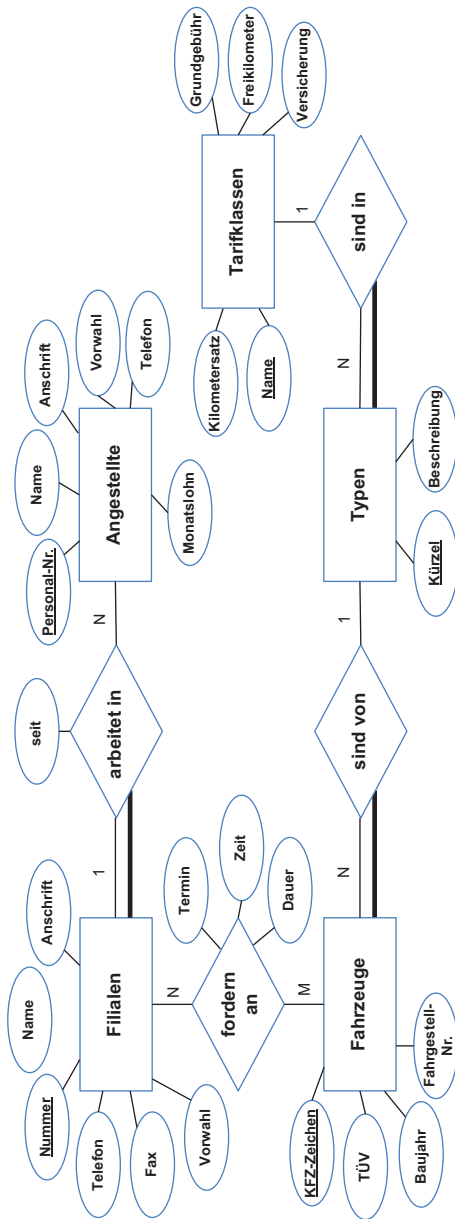


Abb. 2.12 CHEN Autovermietung – ERM Diagramm mit Attributen

2.2 Erweiterungen des ERM-Modells

Das erweiterte Entity-Relationship-Modell (eERM) enthält eine Reihe von Ergänzungen, die für die Abbildung realer Sachverhalte erforderlich sind:

- Generalisierung und Spezialisierung,
- zusammengesetzte Attribute,
- abgeleitete Attribute,
- mehrwertige Attribute,
- schwache Entitätstypen,
- ternäre Beziehungstypen (Beziehungstyp vom Grad 3),
- Uminterpretationen von Beziehungstypen zu Entitätstypen,
- Bildung von komplexen Objekten.

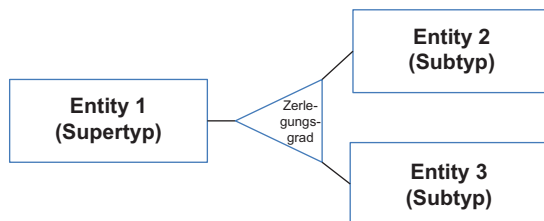
2.2.1 Generalisierung und Spezialisierung

Die Modellierungskonstrukte „Generalisierung“ und „Spezialisierung“ stellen besondere Beziehungstypen zur Strukturierung großer Datenstrukturen dar. Sie unterscheiden sich nicht im Ergebnis, sondern nur in der Betrachtungsweise.

Generalisierung

Bei der *Generalisierung* werden ähnliche Entitätsmengen zu einer übergreifenden Entitätsmenge zusammengefasst (vgl. Abb. 2.13). Das Konzept erlaubt es, gemeinsame Attribute von Entitätsmengen einer neuen übergeordneten Entitätsmenge zuzuordnen. Jedem Entity der spezialisierten Entitätsmenge entspricht ein Entity der generalisierten Entitätsmenge. Die übergeordnete Entitätsmenge wird als Generalisierungstyp (Supertyp) bezeichnet. Sie wird mit einer IS-A Beziehung mit den untergeordneten Spezialisierungstypen (Subtyp) verknüpft (vgl. Balzert 1996, S. 149). Die Identifikationsschlüssel der Generalisierungsbeziehung müssen identisch sein.

Abb. 2.13 eERM
Generalisierung
Grundprinzip



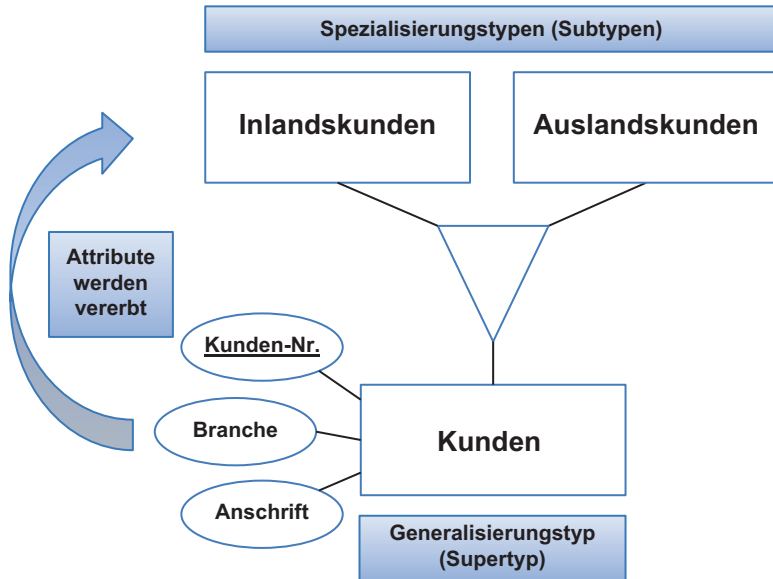


Abb. 2.14 eERM Generalisierung Beispiel

Der Vorteil dieser Vorgehensweise besteht darin, dass jeder Spezialisierungstyp vom Generalisierungstyp automatisch die gemeinsam verwendeten Attribute erbt (vgl. das Beispiel in Abb. 2.14).

Spezialisierung

Bei der *Spezialisierung* wird eine Entitätsmenge (Supertyp) in untergeordnete Entitätsmengen (Subtypen) zerlegt. Durch die Reduktion der Redundanzen wird der Modellierungsaufwand gesenkt. Gemeinsame Attribute werden auf den Supertyp verlagert. Jeder Spezialisierungstyp erbt vom Generalisierungstyp die gemeinsamen Attribute, sodass nur die Ergänzungen zu modellieren sind (vgl. das Beispiel in Abb. 2.15). Der Unterschied zur Generalisierung besteht darin, dass die Subtypen gegenüber dem Supertyp zusätzliche Attribute oder Beziehungen haben können.

Weitere Formen von Subtypen

Die zuvor beschriebenen Formen der Generalisierung bzw. Spezialisierung sind nur Grundformen. In der einschlägigen Datenbankliteratur werden präzisere Unterscheidungen gemacht, die hier nicht weiter betrachtet werden. Wichtige Sonderformen sind:

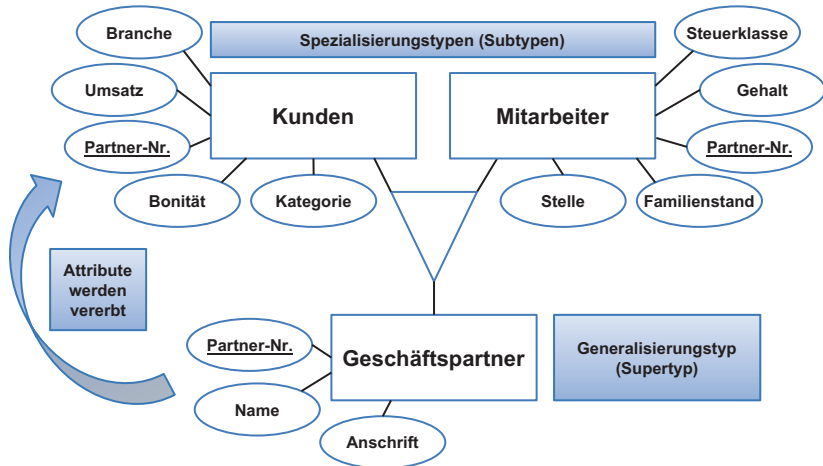


Abb. 2.15 Chen Erweiterungen Spezialisierung Beispiel

- **Totale Spezialisierung:** Jede Ausprägung eines Supertyps entspricht mindestens einem Subtyp (Supertyp: Geschäftspartner; Subtypen: Bank, Lieferant, Kunde, Mitarbeiter; ein „Geschäftspartner“ muss mindestens einem Subtypen, z. B. „Lieferant“ zugeordnet sein.).
- **Disjunkte Spezialisierung:** Eine Ausprägung eines Supertyps kann nur einem Subtyp entsprechen (Supertyp: Mitarbeiter, Subtyp: Angestellter, Arbeiter, Azubi; ein Mitarbeiter kann nur in einer der drei Rollen beschäftigt werden, mehrfache Zuordnungen sind nicht möglich).
- **Überlappende Spezialisierung:** Jede Ausprägung eines Supertyps kann zu mehreren Subtypen gehören (Supertyp: Geschäftspartner; Subtypen: Bank, Lieferant, Kunde, Mitarbeiter; ein „Geschäftspartner“ kann den Subtypen, z. B. „Lieferant“ und „Kunde“ gleichzeitig zugeordnet sein).
- **Partielle Spezialisierung:** Nicht jede Ausprägung eines Supertyps muss einem Subtypen gehören (Supertyp: Dokument; Subtypen: Brief, Notiz, Email; ein „Dokument“ muss nicht zwangsläufig einem Subtypen zugeordnet werden, wenn z. B. beim Anlegen in der Datenbank noch nicht klar ist, ob das „Dokument“ als „Brief“ oder als „Email“ verfasst werden soll).

Für weiterführende Ausführungen wird insbesondere auf Elmasri (2009) verwiesen.

2.2.2 Zusammengesetzte Attribute

Häufig setzen sich Attribute eines Entitätstyps aus mehreren Einzelattributen zusammen. Zusammengesetzte Attribute können eine mehrstufige Hierarchie bilden. Nicht mehr teilbare Attribute werden als einfache oder atomare Attribute bezeichnet (vgl. Elmasri und Navathe 2002, S. 69). Die Situation einer zweistufigen Hierarchie lässt sich wie in Abb. 2.16 dargestellt modellieren. Im vorliegenden Fall besteht das Attribut „Adresse“ aus den Attributen „Land“, „PLZ“, „Ort“, „Straße“ und „Hausnummer“.

2.2.3 Abgeleitete Attribute

Manche Attribute lassen sich indirekt aus anderen Werten ermitteln. Sie müssen also nicht zwingend in einer Datenbank gespeichert werden. Das Attribut „Alter“ eines Mitarbeiters lässt sich beispielsweise jederzeit aus dem Attribut „Geburtsdatum“ und dem aktuellen „Tagesdatum“ errechnen (vgl. Abb. 2.17).

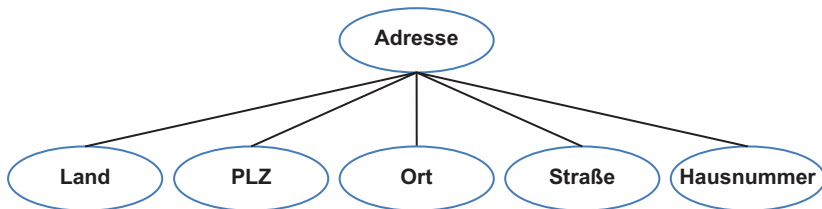


Abb. 2.16 Chen Erweiterungen Zusammengesetztes Attribut Beispiel

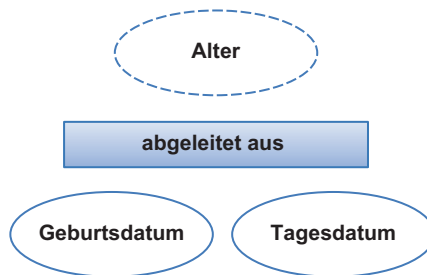


Abb. 2.17 Chen Erweiterungen Abgeleitetes Attribut Beispiel

Es besteht also kein Grund, dieses Attribut in der Datenbank zu hinterlegen. Die Ableitungsvorschrift ist nicht Gegenstand des Datenmodells.

In der Praxis kommt es häufig vor, dass abgeleitete Attribute aus Performancegründen, also um die Zugriffszeit zu verkürzen, dauerhaft gespeichert werden. So wird bei einem Rechnungs- oder Bestelldatensatz in der Regel auch die Rechnungssumme nebst allen Zwischensummen gespeichert, obwohl diese Werte aus den Positionseinzelwerten ($\text{Menge} \times \text{Preis} \times \text{Steuersatz} / \text{Rabatt}$) ermittelbar wären.

2.2.4 Mehrwertige Attribute

Üblicherweise weisen Attribute nur einen einzigen Wert für ein Entity zu einem bestimmten Zeitpunkt auf. Sie werden daher *einwertige Attribute* genannt. Das Alter einer Person ist zu einem bestimmten Zeitpunkt eindeutig (vgl. Elmasri und Navathe 2002, S. 69–70). Manche Attribute können jedoch mehrere Werte für die gleiche Entität zum gleichen Zeitpunkt annehmen, sie werden *mehrwertige Attribute* genannt. Das Attribut „Hochschulabschluss“ eines Mitarbeiters kann die Werte „Bachelor“, „Master“ und „Doktor“ annehmen. Ein anderer Mitarbeiter dagegen führt keine Hochschulabschlüsse. Es ist möglich Unter- und Obergrenzen (z. B. mindestens einen, maximal drei Abschlüsse) für mehrwertige Attribute anzugeben. Die Abb. 2.18 zeigt zwei Beispiele für mehrwertige Attribute mit der zugehörigen grafischen Darstellung.

- Ein Bewerber kann zu einem Zeitpunkt mehrere akademische Abschlüsse halten, z. B. einen Bachelor in Informatik und einen Master in BWL,
- die Abteilung kann zu einem Zeitpunkt in einem oder mehreren Gebäuden untergebracht werden: Gebäude A, B oder C,
- die Attribute „Akad. Abschluss“ und „Gebäude“ sind mit diesem Konstrukt nicht weiter beschreibbar.

Mehrwertige Attribute lassen sich auch als Beziehungen darstellen, allerdings ist der Modellierungsaufwand höher. So kann das mehrwertige Attribut „Gebäude“ auch wie in Abb. 2.19 dargestellt, als ERM mit den beiden Entitys Abteilung und Gebäude modelliert werden.

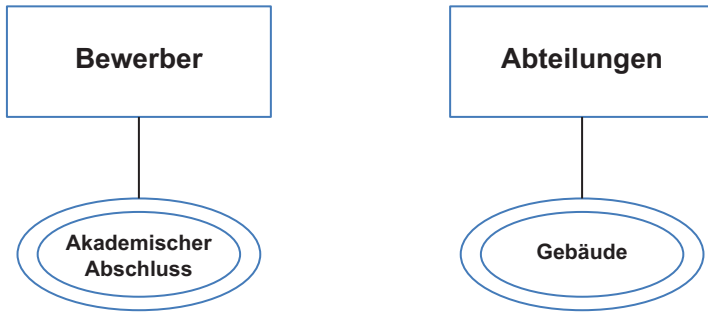


Abb. 2.18 Chen Erweiterungen Mehrwertiges Attribut Beispiel

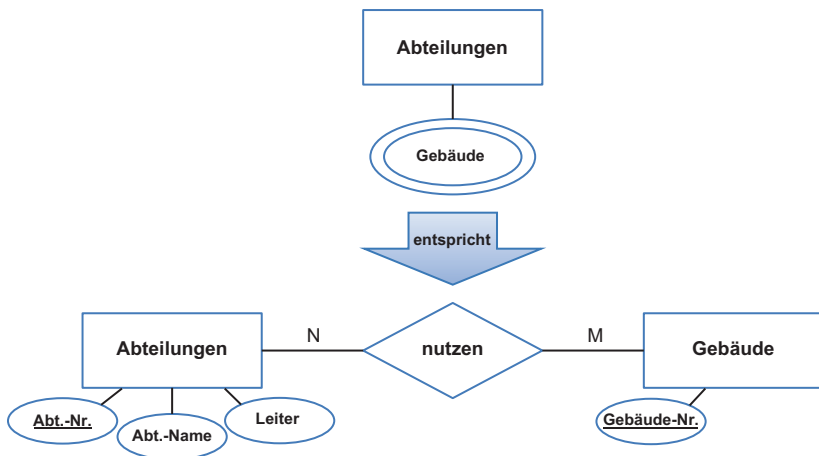


Abb. 2.19 Chen Erweiterungen Auflösung Mehrwertiges Attribut Beispiel

2.2.5 Schwache Entitätstypen

„Normale“ Entitätstypen mit eigenem Schlüssel werden auch *starke Entitätstypen* genannt. Entitätstypen ohne eigenen Schlüssel werden dagegen als *schwache Entitätstypen* bezeichnet (vgl. Elmasri und Navathe 2002, S. 81). Entitäten, die zu einem schwachen Entitätstypen gehören, lassen sich nur in Verbindung mit einem starken Entitätstypen identifizieren.

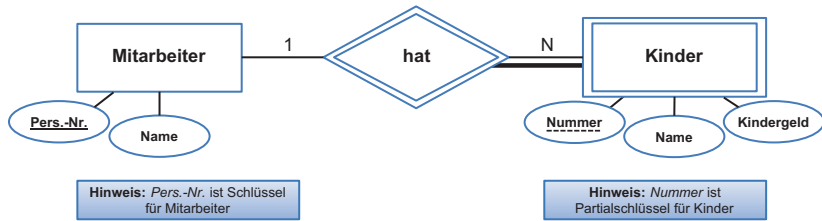


Abb. 2.20 Chen Erweiterungen Schwacher Entity-Typ Beispiel

Ein schwacher Entitätstyp kann also nur in Verbindung mit dem besitzenden Entitätstyp „existieren“. Die Verknüpfung geschieht in der ERM-Modellierung durch einen speziellen **identifizierenden Beziehungstyp** (Raute mit Doppelkanten). Das ERM-Diagramm in Abb. 2.20 zeigt den starken Entitätstyp „Mitarbeiter“ und den schwachen Entitätstyp „Kinder“, die beide Bestandteil des ERM-Diagramms eines personalwirtschaftlichen Systems sind. Die **Kinder** eines **Mitarbeiters** (sie werden z. B. für Kindergeldzahlungen vom Arbeitgeber erfasst) können nicht für sich alleine als Ausprägung in der Personal-Datenbank enthalten sein, da sie keine Mitarbeiter des Unternehmens sind. Ein Kind hat also immer eine Beziehung zu einem Mitarbeiter, d. h. eine „zu 1“-Beziehung.

Ein weiteres Beispiel ist die *Auftragsposition* eines Fertigungsauftrages. Sie ist nur notwendig, wenn es hierzu auch eigenen zugehörigen Fertigungsauftrag (auch „Auftragskopf“ genannt) gibt.

Hinweis Schwache Entitäten werden gelöscht, wenn die zugehörigen besitzenden Entitäten gelöscht werden. Als Beispiel lässt sich das Ausscheiden eines Angestellten anführen, dessen Angehörige aus der Personaldatenbank gelöscht werden, wenn der Angestellte entfernt wird. Die schwachen Entitätstypen haben keinen „Existenzanspruch“ ohne zugehörigen besitzenden Entitätstyp.

2.2.6 Ternäre Beziehungstypen

Ein Beziehungstyp, an dem mehr als zwei Entitätstypen beteiligt sind wird „ternärer Beziehungstyp“ genannt. Das Beispiel in Abb. 2.21 beschreibt Dozenten, die für Vorlesungen geeignete Literatur empfehlen.

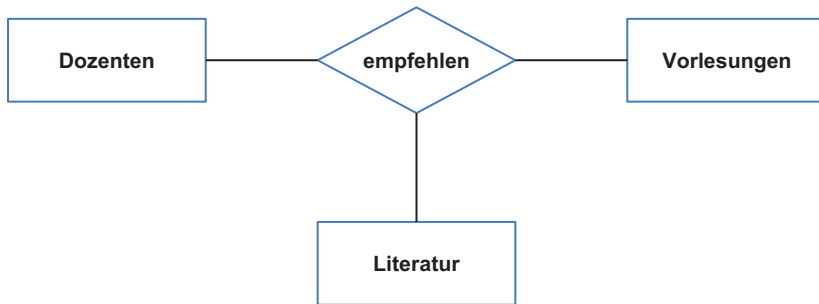


Abb. 2.21 Chen Erweiterungen Ternäre Beziehung Beispiel

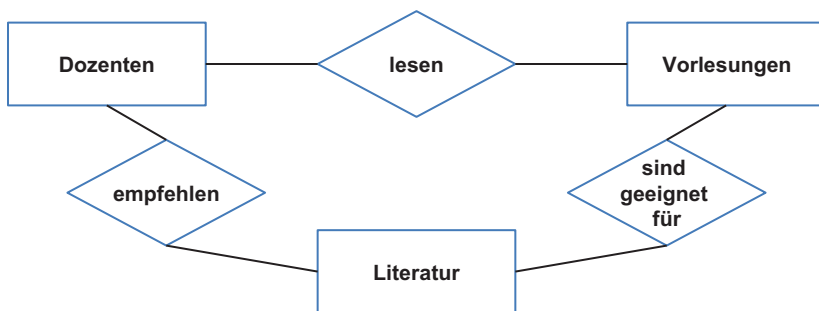


Abb. 2.22 Chen Erweiterungen ternär-ähnliche Beziehung

Der ternäre Beziehungstyp lässt sich mit ähnlicher, jedoch nicht identischer Semantik in drei binäre Beziehungstypen auflösen – wie in Abb. 2.22 dargestellt – modellieren.

2.2.7 Uminterpretationen

Beziehungen können in speziellen Fällen auch gleichzeitig eine Entitätsmenge darstellen bzw. Entitäten können auch als Beziehungen interpretiert werden. In solchen Fällen wird von Uminterpretationen von Beziehungstypen bzw. Entitätstypen gesprochen. Ein uminterpretierter Entitätstyp ist ein Entitätstyp und ein Beziehungstyp zugleich. Die Darstellung erfolgt daher durch die Überlagerung beider Symbole (Rechteck und Raute, vgl. Abb. 2.23).

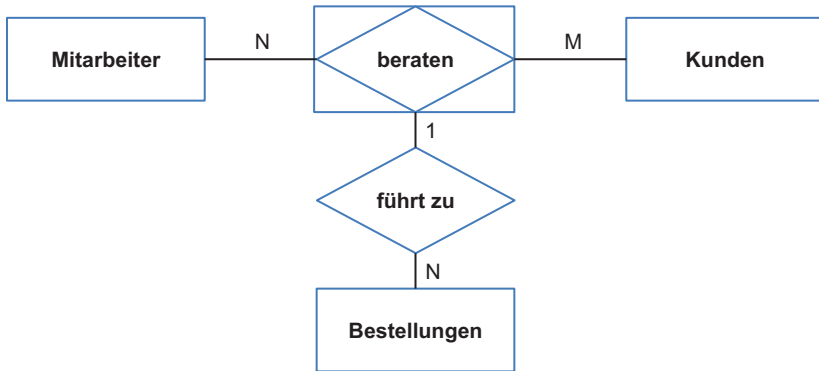


Abb. 2.23 Chen Erweiterungen Uminterpretation Beispiel

Das in Abb. 2.23 dargestellte ERM-Diagramm beschreibt die Uminterpretation des Beziehungstyps „berät“. Als Beziehungstyp verbindet er die beiden Entitätstypen „Mitarbeiter“ und „Kunde“. Mitarbeiter beraten verschiedene Kunden bzw. Kunden werden von Mitarbeitern des Unternehmens beraten.

Als uminterpretierter Entitätstyp beschreibt er die Beziehung eines Beratungsvorgangs in Bezug auf eine Bestellung des Kunden. Ergebnis einer Beratung können keine, eine oder sogar mehrere Bestellungen des Kunden sein, je nach Beratungsergebnis.

2.2.8 Rekursionen

Ein rekursiver Beziehungstyp bildet Beziehungen zwischen gleichartigen Entitätstypen ab. Ein häufiger Anwendungsfall in der Praxis ist die „Stückliste“, welche Beziehungen von Teilen beschreibt. Ein Teil (Oberteil) kann aus mehreren anderen Teilen (Unterteil) bestehen. Ein Teil (Unterteil) kann in mehreren anderen Teilen (Oberteil) verwendet werden (vgl. Abb. 2.24).

Ein weiteres Beispiel ist die „Hierarchie“. Hier werden z. B. verschiedene Rollen von Mitarbeitern unterschieden. Es gibt Mitarbeiter als „Untergebene“, die von anderen Mitarbeitern als „Vorgesetzte“ geführt werden. Um den Sachverhalt genauer beschreiben zu können, werden Rollen (hier „Untergebener“, „Vorgesetzter“ bzw. „Endprodukt“, „Teilprodukt“) an die Kanten der Beziehungen annotiert (vgl. Abb. 2.24).

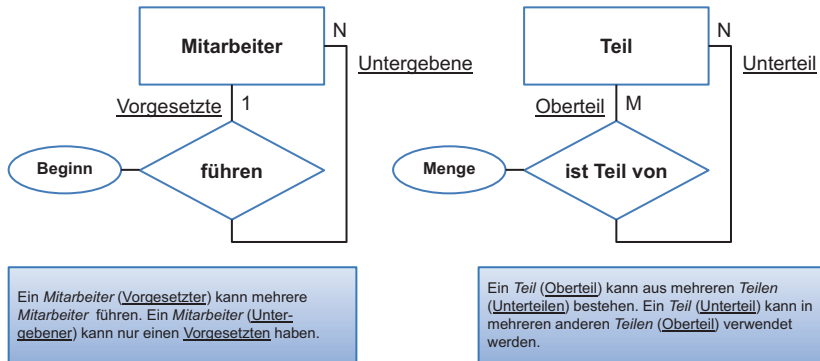


Abb. 2.24 Chen Erweiterungen Rekursive Beziehungen Beispiel

2.2.9 Fallbeispiel „Autovermietung“ Teil II

Die Autovermietungsgesellschaft hat mit dem ersten Teil des Entity-Relationship-Modells nur einen Teil der Anforderungen abdecken können. Aus diesem Grund wurde die Informationsbedarfsanalyse vertieft. Sie hat weitere Sachverhalte identifiziert, die ebenfalls im ERM berücksichtigt werden sollen:

- Fahrzeuge können Transporter oder Pkws sein. Ein Pkw wird durch die Zahl der Sitzplätze näher beschrieben und kann über mehrere Zusatzausstattungen (z. B. CD-Player, elektrisches Schiebedach, Autotelefon, etc.) verfügen. Ein Transporter wird durch sein Transportvolumen zusätzlich beschrieben.
- Kunden werden mit Kundennummer, Name, Anschrift, Vorwahl und Telefon erfasst. Zu jedem Kunden können mehrere Fahrer eingetragen werden, die für jeden Kunden fortlaufend eindeutig nummeriert und mit Führerscheinnummer und -datum zusätzlich beschrieben werden.
- Die Namen der Filialinhaber, Angestellten und Kunden setzen sich aus Vor- und Nachnamen, die Anschriften aus Straße, Postleitzahl und Ort zusammen.
- Der Mietvertrag wird zwischen Filiale und Kunden über einen Fahrzeugtyp geschlossen. Eine Filiale kann mit einem Kunden Verträge über mehrere Fahrzeugtypen abschließen. Es werden mit mehreren Kunden und von Kunden mit mehreren Filialen Verträge geschlossen. Dabei werden Abschlussdatum, Übergabedatum und -uhrzeit, geplante Kilometerzahl sowie geplantes Rückgabedatum und geplante Uhrzeit vereinbart. Abrechnungen können für mehrere Mietverträge gemeinsam erstellt werden. Es soll jedoch keine Abrechnung

geben, die sich nicht auf mindestens einen Mietvertrag bezieht. Abrechnungen beinhalten Abrechnungsnummer, Datum, Anfangs- und Endkilometerstand sowie den Endbetrag, der sich aus der Differenz unter Abzug der Freikilometer und Berücksichtigung des Kilometersatzes ergibt.

Anknüpfend an die bisherige Lösung des Fallbeispiels in Abb. 2.12 können die Erweiterungen des ERM-Konzeptes eingearbeitet werden.

4. Schritt: Ergänzung Spezialisierung, mehrwertige Attribute

Im 4. Schritt sind Generalisierungen/Spezialisierungen und mehrwertige Attribute zu identifizieren. Im Aufgabentext finden sich die Hinweise: „Fahrzeuge können Transporter oder Pkws sein. Die Pkws können über mehrere Zusatzausstattungen (z. B. CD-Player, elektrisches Schiebedach, Autotelefon, etc.) verfügen.“ Mit diesen Angaben kann das ERM erweitert werden (vgl. Abb. 2.25).

5. Schritt: Modellerweiterung um Entitätsmengen und Beziehungen

Im nächsten Schritt müssen hinzugekommene Entitäten (Kunde, Fahrer, Mietvertrag) und Beziehungstypen ergänzt werden.

- Kunden werden mit Kundennummer, Name, Anschrift, Vorwahl und Telefon erfasst. Zu jedem Kunden können mehrere Fahrer eingetragen werden, die für jeden Kunden fortlaufend eindeutig nummeriert und mit Führerscheinnummer und -datum zusätzlich beschrieben werden.
- Die Namen der Filialinhaber, Angestellten und Kunden setzen sich aus Vor- und Nachnamen, die Anschriften aus Straße, Postleitzahl und Ort zusammen.
- Der Mietvertrag wird zwischen Filiale und Kunden über einen Fahrzeugtyp geschlossen. Eine Filiale kann mit einem Kunden Verträge über mehrere Fahrzeugtypen abschließen. Es werden mit mehreren Kunden und von Kunden mit mehreren Filialen Verträge geschlossen. Dabei werden Abschlussdatum, Übergabedatum und -uhrzeit sowie geplantes Rückgabedatum und Uhrzeit vereinbart.

Diese Entitäts und Beziehungen sind im ERM-Ausschnitt in der Abb. 2.26 dargestellt.

6. Schritt: Erweiterung um Attribute/Schlüsselattribute

Abschließend sind noch folgende Attribute zu ergänzen (vgl. Abb. 2.27):

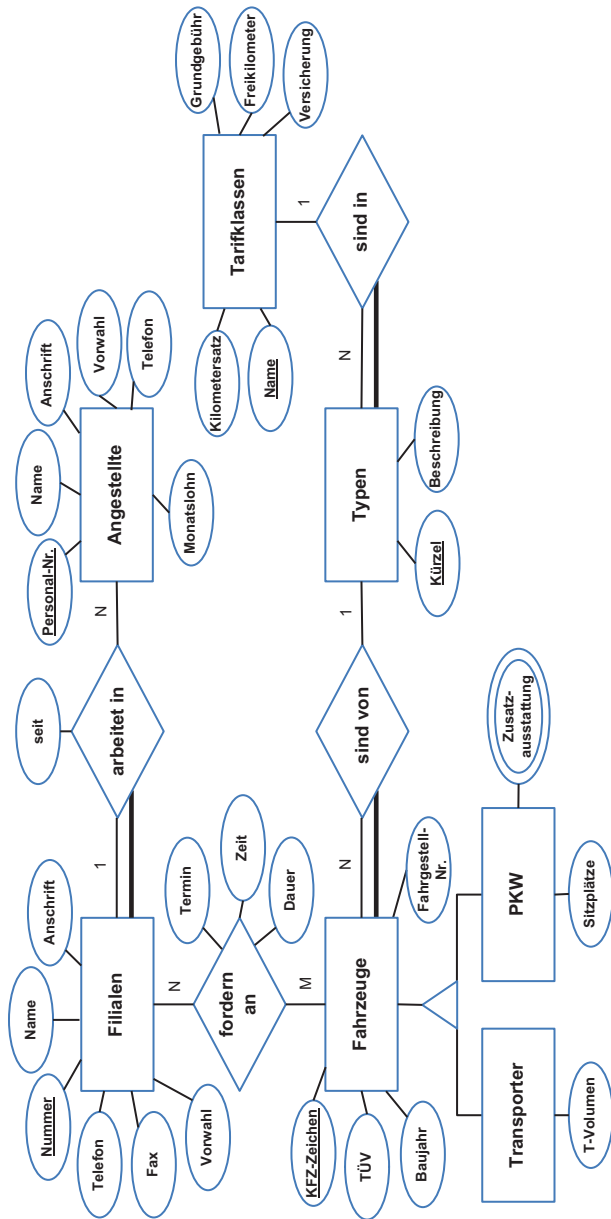


Abb. 2.25 Erweitertes ERM Autovermietung (Teil 2)

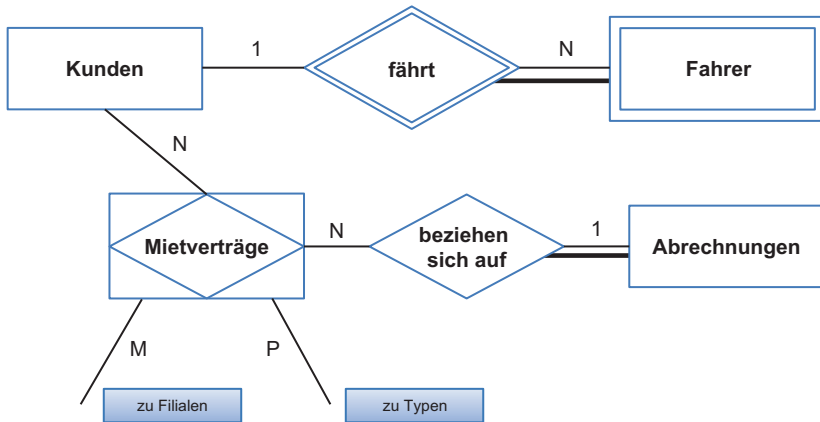


Abb. 2.26 Erweitertes ERM Autovermietung (Teil 2) Auszug zusätzlicher Entitäten und Beziehungen

- Kunden werden mit Kundennummer, Name, Anschrift, Vorwahl und Telefon erfasst. Zu jedem Kunden können mehrere Fahrer eingetragen werden, die für jeden Kunden fortlaufend eindeutig nummeriert und mit Führerscheinnummer und -datum zusätzlich beschrieben werden.
- Die Namen der Filialinhaber, Angestellten und Kunden setzen sich aus Vor- und Nachnamen, die Anschriften aus Straße, Postleitzahl und Ort zusammen.
- Der Mietvertrag wird zwischen Filiale und Kunden über einen Fahrzeugtyp geschlossen. Eine Filiale kann mit einem Kunden Verträge über mehrere Fahrzeugtypen abschließen. Es werden mit mehreren Kunden und von Kunden mit mehreren Filialen Verträge geschlossen. Dabei werden Abschlussdatum, Übergabedatum und -uhrzeit, sowie geplantes Rückgabedatum und geplante Uhrzeit vereinbart. Abrechnungen können für mehrere Mietverträge gemeinsam erstellt werden. Es soll jedoch keine Abrechnung geben, die sich nicht auf mindestens einen Mietvertrag bezieht. Abrechnungen beinhalten Abrechnungsnummer, Datum, Anfangs- und Endkilometerstand sowie den Endbetrag, der sich aus der Differenz unter Abzug der Freikilometer und Berücksichtigung des Kilometersatzes ergibt.

In Abb. 2.28 ist das vollständige ERM des Fallbeispiels „Autovermietung“ dargestellt.

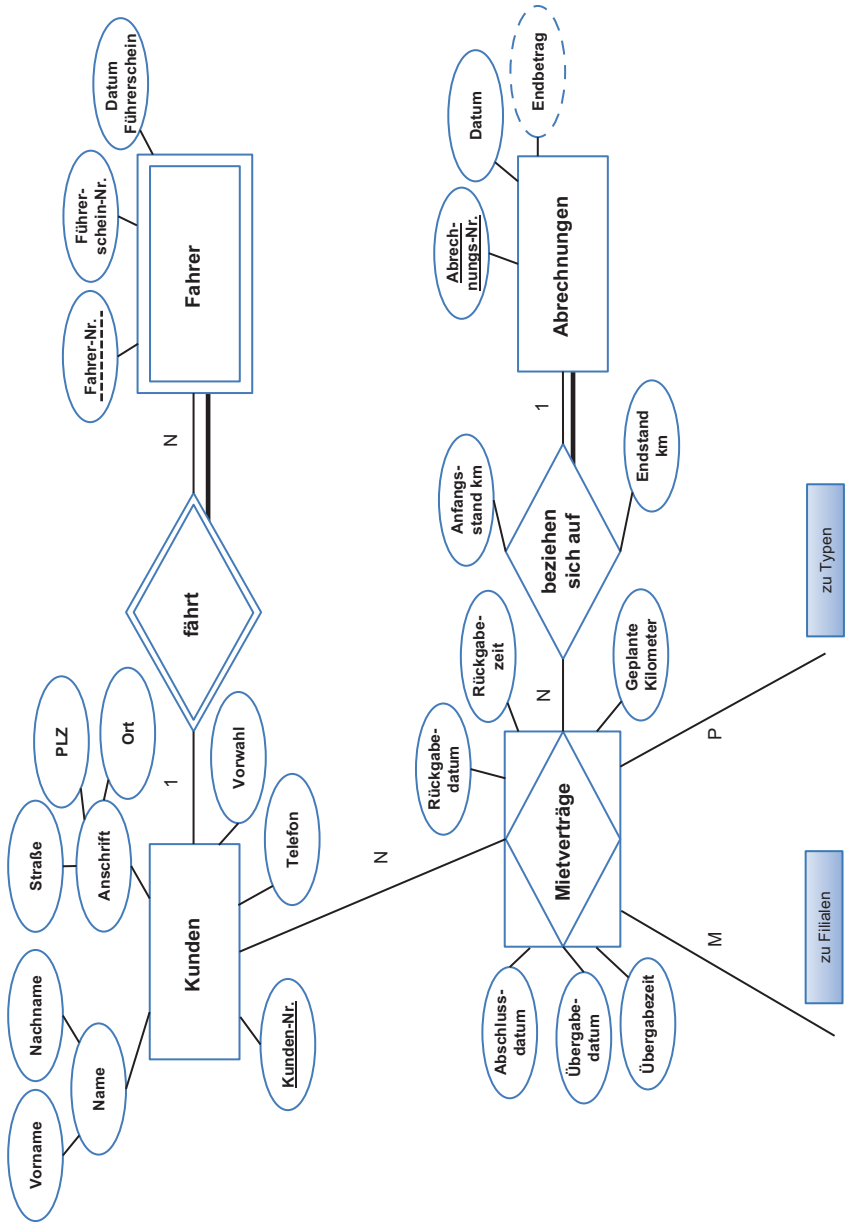


Abb. 2.27 Erweitertes ERM Autovermietung (Teil 2) Auszug mit Attributen


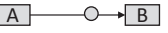



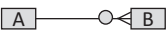
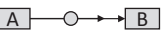


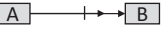
MC-Notation	Min-Max-Notation	Krähenfuß-Notation	Pfeil-Notation	Bachmann-Notation
C	(0,1)			
1	(1,1)			
MC	(0,*)			
M	(1,*)			

Abb. 2.29 Alternative ERM-Notationen. (Balzert 2001, S. 226)

2.3 Alternative ERM-Notationen

Das Entity-Relationship-Modell wurde ursprünglich von CHEN (1976) eingeführt. Neben der hier vorgestellten auf CHEN aufbauenden Notation (vgl. Elmasri und Navathe 2002) wurden weitere Ansätze entwickelt, die Unterschiede in der Darstellung und Interpretation der Kardinalitäten aufweisen (vgl. z. B. Kleuker 2006, S. 46). In der Abb. 2.29 sind einige Alternativen aufgeführt, die aus Platzgründen nicht weiter vertieft werden können.

Min-Max-Notation versus CHEN

Am Beispiel der häufig in der Praxis genutzten „Min-Max-Notation“ sollen die Unterschiede zur CHEN-Notation aufgezeigt werden (vgl. Abb. 2.30). Grundsätzlich wird neben den veränderten Symbolen für die Ausprägung der Kardinalitäten {(0,1) für „1“ oder (0,*) für „N“} eine andere Leserichtung verwendet. Dies lässt sich am „1:N-Beispiel“ in Abb. 2.30. zeigen. Das CHEN-Modell sagt aus: Eine Entität des Entitätstyps „Hochschule“ kann „N“ (also keine, eine oder mehrere) Entitäten des Entitätstyps „Studierende“ betreuen. Kurz formuliert: Eine Hochschule betreut keinen, einen oder mehrere Studierende.

Bei der Min-Max-Notation hat der am Entitätstyp „Hochschulen“ annotierte Eintrag „(0,*)“ den gleichen Informationsgehalt. Die Minimalkardinalität lässt sich bei dieser Notation einfach durch die Untergrenze „1“ darstellen, also z. B. „(1,1)“ oder „(1,N)“. Im Beispiel „Dozent liest Lehrveranstaltung“ hat eine Lehrveranstaltung immer genau einen zugeordneten Dozenten. Es gibt keine Lehrveranstaltung ohne einen Dozenten. Dies wird in der CHEN-Notation durch eine Minimalkardinalität beim Entitätstyp „Lehrveranstaltung“ ausgedrückt. Bei der „Min-Max-Notation“ wird es durch die Kardinalität „(1,1)“ beschrieben.

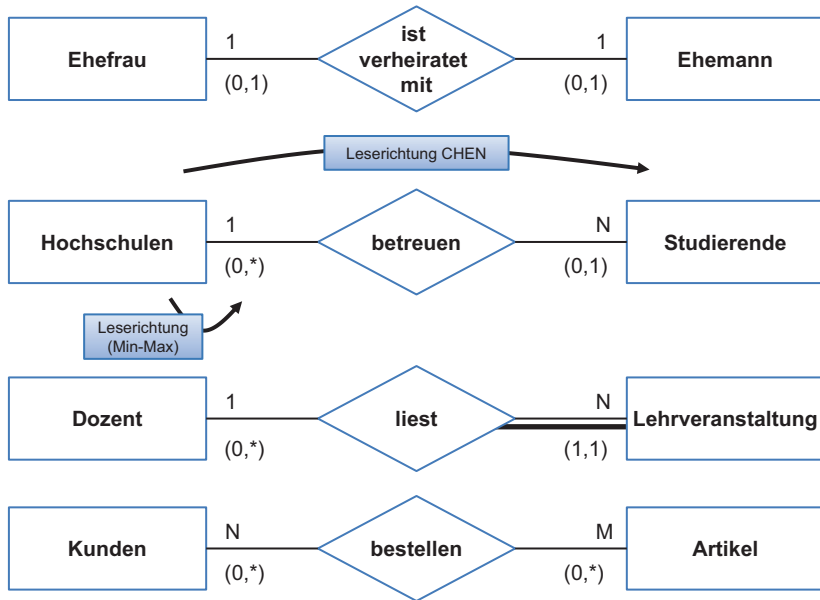


Abb. 2.30 Alternative ERM-Notationen: Vergleich CHEN und min:max Notation

Ein weiterer Unterschied der „Min-Max-Notation“ liegt in der einfachen Möglichkeit beliebige Mengen zu definieren. So kann die Beziehung „Ein Auto hat vier Räder“ durch die Kardinalität (1,4) einfach ausgedrückt werden.

SERM

In der Praxis konnte sich keine der genannten Notationen alleine durchsetzen. Der Walldorfer Anbieter für Unternehmenssoftware SAP AG hat zur Unterstützung der Implementierung seiner Softwarelösungen eine eigene Variante zur Modellierung der Datenmodelle entwickelt, das „SAP Structured Entity-Relationship-Model“, kurz „SERM“ (vgl. Seubert et al. 1994). SERM unterstützt vor allem die Entwicklung komplexer Datenmodelle, die bei der Entwicklung von großen Standardsoftwarepaketen zwangsläufig anfallen. Zusätzliche Modellierungselemente erlauben z. B. die Modellierung von Modellhierarchien.