

Relationale Datenbanken:

Datenmodellierung

Inhaltsverzeichnis:

1	Entwicklung eines Datenmodells	1
1.1	Eingangssituation	1
1.2	Notwendigkeit der Datenmodellierung	2
1.3	Regeln für die Datenmodellierung (Entity-Relationship-Modellierung)	3
1.4	Phasen der Datenmodellierung	4
1.5	Fortführung der Ausgangssituation	12
1.6	Überprüfen der 3. Normalform	14
1.6.1	Normalisierungsregeln	14
1.6.2	Übungsaufgaben zur Überprüfung der 3. Normalform	19
1.7	Zusammenfassung der Begriffe und Definitionen	21
1.8	Vom Geschäftsprozess zur Datenbank	25
2	Übungsaufgaben zur Erstellung von ERM-Diagrammen	40
2.1	Projekt „Buchausleihe“	40
2.2	Projekt „Volkshochschule“	41
2.3	Projekt „Flugzeugwartung“	42
2.4	Projekt „Soziales Netzwerk“	44
2.5	Projekt „Sportverein Splieningen“	45
2.6	Projekt „Symphonieorchester“	50
2.7	Projekt „Firmenwagenverwaltung der Firma Spectral Lacke“	51

Einführung in die Datenmodellierung

1 Entwicklung eines Datenmodells

1.1 Eingangssituation

Die MÜCKE & PARTNER OHG, Hohe Straße 1, 73720 Esslingen, ist ein mittelständisches Unternehmen der Möbelindustrie. Das Unternehmen wurde 1990 von dem gelernten Schreinermeister Fritz Mücke gegründet und spezialisierte sich schnell auf die Herstellung von qualitativ hochwertigen Wohnmöbeln, die bis heute vor allem an Möbelhäuser im Süddeutschen Raum vertrieben werden.

Zur computergestützten Verwaltung der Geschäftsabläufe soll eine Datenbank entwickelt werden, mit deren Hilfe die Abwicklung von Kundenaufträgen organisiert werden kann.

In einer ersten Analysephase wurden hierbei folgende Beobachtungen gemacht:

- 06. September: Firence Möbel & Leuchten GmbH, Königstraße 12, 70173 Stuttgart bestellt 2 Stück Wandregal INTENDO;
- 07. September: Möbelhaus Henning GmbH, Uferstraße 33, 69120 Heidelberg bestellt 3 Stück Sideboard NOBILE;
- 10. September: Möbelhaus Henning GmbH, Uferstraße 33, 69120 Heidelberg bestellt 5 Stück Stuhl LEGGERA;

(Anmerkung: Zunächst ist davon auszugehen, dass ein Kunde jeweils nur ein Erzeugnis in Auftrag gibt.)

In einem Interview nennt der Geschäftsführer Fritz Mücke die Daten, die vorläufig in der zu entwickelnden Datenbank gespeichert werden sollen:

"Von allen Kunden müssen Firma und Anschrift erfasst werden können.

Die Erzeugnisse sind mit Bezeichnung, Lagerbestand und Herstellkosten zu speichern.

Zu jedem Kundenauftrag sind das Auftragsdatum und die bestellte Menge zu speichern.

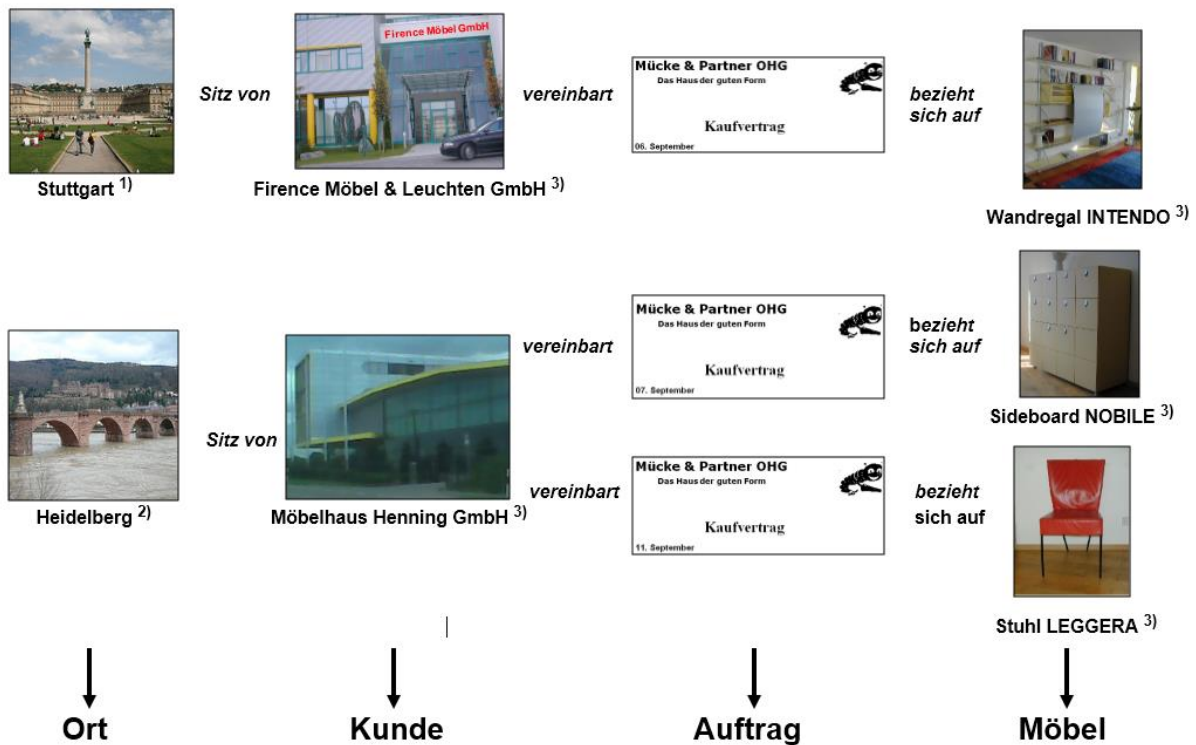
Von den Wohnorten ist der Ortsname und die Postleitzahl zu erfassen."

Sie erhalten den Auftrag, die nachfolgenden Aufgabenstellungen zu bearbeiten.

Arbeitsaufträge

- 1 Bestimmen Sie die Objekte, die in der ersten Analysephase angesprochen wurden und erläutern Sie die Beziehungen, die zwischen den einzelnen Objekten bestehen.
- 2 Bilden Sie Gruppen, die Objekte mit gleicher Struktur zusammenfassen.
- 3 Entwickeln Sie aufgrund der beschriebenen Anforderungen an die zu erstellende Datenbank ein allgemeingültiges Datenmodell.

Objekte und ihre Beziehungen



Methodischer Hinweis:

Vorläufig wird unterstellt, dass sich jeder Kundenauftrag ausschließlich auf ein Möbelstück bezieht.

1.2 Notwendigkeit der Datenmodellierung

Daten sowie deren Verarbeitung (Funktionen) sind zwei Grundsteine unserer Informatiksysteme. Verschiedene Funktionen benötigen die gleichen Daten. Aber jede Funktion bzw. dann auch jedes Programm sieht diese Daten mit anderen Augen.

Ziel muss es daher sein:

- feste, allgemeingültige Regeln zu schaffen, nach denen Informatiksysteme aufgebaut werden können,
- diese Daten müssen soft- und hardwareunabhängig sein,
- Daten sind unabhängig von der Anwendung zu speichern.

Auftretende Probleme:

- Mangelnde Planung und Koordination,
- Kommunikationsprobleme zwischen IT-Abteilung und Fachabteilung,
- unkontrollierte Datenredundanzen, die zu inkonsistenten Datenbeständen führen.

¹⁾ Quelle: www.flickr.com; Francois Philipp, Stuttgart - Schloss
CC-Lizenz (BY 2.0) <http://creativecommons.org/licenses/by/2.0/de/deed.de>

²⁾ Quelle: www.flickr.com; Jamie Holden Gibson, Heidelberg with Schloss
CC-Lizenz (BY 2.0) <http://creativecommons.org/licenses/by/2.0/de/deed.de>

³⁾ Quelle: private Bilder der Autoren

Deshalb die Forderungen:

- Implementierungsunabhängige Datenanalyse
- Orientierung an fachlichen Zusammenhängen (→ **Funktionsanalyse**)
- Aufbau der Daten für alle Systeme unabhängig von den einzelnen Anwendungen (→ **Datenanalyse**)
- Verwendung einer gemeinsamen Kommunikationsplattform von Anwendern und IT-Fachleuten (→ **ERD**)
- Vermeidung von Redundanzen

Diese Forderungen lassen sich durch ein implementierungsunabhängiges Vorgehen bei der Analyse sowie durch die Verwendung eines für alle verständlichen Datenmodells erfüllen.

1.3 Regeln für die Datenmodellierung (Entity-Relationship-Modellierung)

Ein Entity-Relationship-Modell stellt einen Standard für die Datenmodellierung dar. Es bildet die Datenstrukturen ab und dient zum einen in der konzeptionellen Phase der Anwendungsentwicklung der Verständigung zwischen Anwendern und Entwicklern. Zum anderen ist das ER-Modell in der Implementierungsphase die Grundlage für das Design der Datenbank.

Die Umsetzung der in der Realwelt erkannten Objekte und Beziehungen in ein Datenbankschema erfolgt dabei in mehreren Schritten (Regeln für die Entity-Relationship-Modellierung nach Peter Chen⁴⁾):

- a) Entitäten und Beziehungen identifizieren
- b) Identitätsschlüssel für Entitäten bestimmen
- c) Festlegen der Entitäts- und Beziehungstypen
- d) Festlegen der Beziehungskardinalitäten
- e) Attribute und ihre Wertebereiche (Domänen) ermitteln
- f) Entity-Relationship-Diagramme (ERD) für Entitäts- und Beziehungsmengen zeichnen
- g) Definieren von Primär- und Fremdschlüsseln.
- h) Attribute und ihre Wertebereiche in Tabellen eintragen

⁴⁾ Peter Chen, US-amerikanischer Informatiker, entwickelte 1976 die Entity-Relationship-Modellierung. Mit dieser grafischen Darstellungsform revolutionierte er die Datenmodellierung und legte den Grundstein zur grafischen Softwareentwicklung

1.4 Phasen der Datenmodellierung

a) Beteiligte Objekte und deren Beziehungen erkennen

Zu Beginn des Datenmodellierungsprozesses müssen alle Objekte des zu analysierenden Projektes identifiziert werden. Unter einem Objekt ist dabei nicht nur ein konkreter Gegenstand (Möbel, Haus, etc.) zu verstehen. Vielmehr sind auch Lebewesen (Mensch, Tier, Pflanze) und abstrakte Dinge wie Rollen von Personen (Kunde, Mitarbeiter etc.) oder Ereignisse (Kundenauftrag, Bestellung etc.) als Objekte zu verstehen.

Mit der Analyse der beschriebenen Beobachtungen lassen sich folgende Objekte identifizieren:

„**Firence Möbel & Leuchten GmbH**“, Firmensitz „**Stuttgart**“, „Königstraße 12“.

„**Möbelhaus Henning GmbH**“, Firmensitz „**Heidelberg**“, „Uferstraße 55“.

Wandregal „**INTENDO**“, Bestand „14 Stück“, Herstellkosten „596,00 €“.

Sideboard „**NOBILE**“, Bestand „18 Stück“, Herstellkosten „845,50 €“.

Stuhl „**Leggera**“, Bestand „22 Stück“, Herstellkosten „322,50 €“.

„70173“ „**Stuttgart**“;

„69120“ „**Heidelberg**“.

Kundenauftrag vom „**06. September**“ von „**Firence Möbel & Leuchten GmbH**“ über „2 Stück“ Wandregal „**INTENDO**“.

Kundenauftrag vom „**07. September**“ von „**Möbelhaus Henning GmbH**“ über „3 Stück“ Sideboard „**NOBILE**“.

Kundenauftrag vom „**10. September**“ von „**Möbelhaus Henning GmbH**“ über „5 Stück“ Stuhl „**Leggera**“.

In der Datenbanktheorie werden einzelne Ausprägungen von Dingen, Sachverhalten, Vorgängen, Personen etc. als **Entitäten** bezeichnet.

➔ Eindeutig bestimmbares, von anderen wohlunterscheidbares Objekt der realen Welt oder Vorstellung. (Individuum, Gegenstand, Abstraktum).

Im zweiten Schritt müssen die Beziehungen, die zwischen je zwei Objekten (Entitäten) bestehen, identifiziert werden. Bei der Beobachtung der Kundenaufträge lassen sich folgende Beziehungen erkennen:

„Firence Möbel & Leuchten GmbH“	hat seinen Firmensitz in	„Stuttgart“.
„Möbelhaus Henning GmbH“	hat seinen Firmensitz in	„Heidelberg“.
„Firence Möbel & Leuchten GmbH“	bestellt das Erzeugnis	Wandregal „INTENDO“.
„Möbelhaus Henning GmbH“	bestellt das Erzeugnis	Sideboard „NOBILE“,
„Möbelhaus Henning GmbH“	bestellt das Erzeugnis	Stuhl „LEGGERA“.

„Firence Möbel & Leuchten GmbH“	erteilt Kundenauftrag vom	„06. September“.
„Möbelhaus Henning GmbH“	erteilt Kundenauftrag vom	„07. September“.
„Möbelhaus Henning GmbH“	erteilt Kundenauftrag vom	„10. September“.
Wandregal „INTENDO“	Ist Gegenstand des Kundenauftrags vom	„06. September“.
Sideboard „NOBILE“	Ist Gegenstand des Kundenauftrags vom	„07. September“.
Stuhl „LEGGERA“	Ist Gegenstand des Kundenauftrags vom	„10. September“.

➔ Eine **Beziehung** beschreibt das Verhältnis, das zwischen zwei Entitäten besteht.

b) Identitätsschlüssel für Entitäten bestimmen

Jede Entität muss durch ein Merkmal (Attribut) oder durch eine Kombination von Merkmalen (Attributkombination) eindeutig identifizierbar sein.

Eine minimale Attributkombination, die jede Entität einer Entitätsmenge eindeutig identifiziert, wird als **Schlüsselkandidat** bezeichnet. Bei mehreren Möglichkeiten ist eine fest auszuwählen, die als Primärschlüssel (Primary Key) bezeichnet wird. Wenn keine geeigneten Attribute für einen Primärschlüssel existieren, so muss ein künstliches Schlüsselattribut (z.B. fortlaufende Nummer - Datentyp: Auto-Increment) eingeführt werden.

Für die identifizierten Entitäten des Projektes "Kundenauftrag" können folgenden Identitätsschlüssel bestimmt werden:

Entität:	möglicher Identitätsschlüssel:
Firence GmbH, Königstr. 12, 70173 Stuttgart	→ Attribut Firma
Henning GmbH, Uferstraße 55, 69120 Heidelberg	→ Attribut Firma
INTENDO, 14 Stück, 596,00 €	→ Attribut Bezeichnung
NOBILE, 18 Stück, 845,50 €	→ Attribut Bezeichnung
LEGGERA, 22 Stück, 322,50 €	→ Attribut Bezeichnung
70173, Stuttgart	→ künstliches Schlüsselattribut
69120 Heidelberg	→ künstliches Schlüsselattribut
06. September, 2 Stück INTENDO von Firence GmbH	→ Kombination aus allen Attributen
07. September, 3 Stück NOBILE von Hennig GmbH	→ Kombination aus allen Attributen
10. September, 5 Stück LEGGERA von Hennig GmbH	→ Kombination aus allen Attributen

Aufgrund mangelnder Eindeutigkeit ist bei allen Entitäten die Wahl eines künstlichen Schlüsselattributs vorzuziehen.

➔ Ein **identifizierendes Attribut** bezeichnet die Information (bzw. die Informationen), die eine Entität eindeutig identifiziert (bzw. identifizieren).

c) Festlegen der Entitäts- und Beziehungstypen

In einer weiteren Phase der Datenmodellierung werden alle Objekte, die eine gleiche Struktur aufweisen und gleich beschrieben werden können, zu Gruppen (Entitätstypen) zusammengefasst. Im relationalen Datenbanksystem wird jeder Entitätstyp durch eine Datenbanktabelle abgebildet.

Bei den identifizierten Entitäten des Projektes "Kundenauftrag" können folgende Gruppierungen vorgenommen werden:

Wandregal „INTENDO“, Bestand „14 Stück“, Herstellkosten „596,00 €“;
 Sideboard „NOBILE“, Bestand „18 Stück“, Herstellkosten „845,50 €“;
 Stuhl „LEGGERA“, Bestand „22 Stück“, Herstellkosten „322,50 €“.

→ Entitätstyp **Fertigerzeugnis**

Kunde „Firence Möbel & Leuchten GmbH“, aus „Stuttgart“, „Königstraße 12“;
 Kunde „Möbelhaus Henning GmbH“, aus „Heidelberg“, „Uferstraße 55“.

→ Entitätstyp **Kunde**

„70173“, „Stuttgart“;
 „69120“, „Heidelberg“.

→ Entitätstyp **Ort**

Kundenauftrag vom „07.09.“, von der „Firence Möbel & Leuchten GmbH“
 über „2 Stück“ „INTENDO“;
 Kundenauftrag vom „07.09.“, von der „Möbelhaus Henning GmbH“
 über „3 Stück“ „NOBILE“;
 Kundenauftrag vom „07.09.“, von der „Möbelhaus Henning GmbH“
 über „5 Stück“ „LEGGERA“.

→ Entitätstyp **Auftrag**

→ Ein **Entitätstyp** bezeichnet die Gesamtheit aller gleichartigen und zusammen gehörenden Entitäten.

Ebenso wie die einzelnen Objekte zu Gruppen zusammengefasst werden, sind die ermittelten Beziehungen, die zwischen je zwei Objekten bestehen, gemäß der gebildeten Entitätstypen zu Beziehungstypen zusammenzufassen.

Aus den Beziehungen

„Firence Möbel & Leuchten GmbH“	hat seinen Firmensitz in	„Stuttgart“;
„Möbelhaus Henning GmbH“	hat seinen Firmensitz in	„Heidelberg“;

wird der Beziehungstyp

"Kunde hat Firmensitz in Ort"

Aus den Beziehungen

„Firence Möbel & Leuchten GmbH“	bestellt das Erzeugnis	Wandregal „INTENDO“;
„Möbelhaus Henning GmbH“	bestellt das Erzeugnis	Sideboard „NOBILE“;
„Möbelhaus Henning GmbH“	bestellt das Erzeugnis	Stuhl „LEGGERA“;

wird der Beziehungstyp

"Kunde bestellt Fertigerzeugnis"

Aus den Beziehungen

„Firence Möbel & Leuchten GmbH“	erteilt Kundenauftrag vom	„06. September“;
„Möbelhaus Henning GmbH“	erteilt Kundenauftrag vom	„07. September“;
„Möbelhaus Henning GmbH“	erteilt Kundenauftrag vom	„10. September“;

wird der Beziehungstyp

"Kunde erteilt Auftrag"

Aus den Beziehungen

Wandregal „INTENDO“	ist Gegenstand des Kundenauftrags vom	„06. September“;
Sideboard „NOBILE“	ist Gegenstand des Kundenauftrags vom	„07. September“;
Stuhl „LEGGERA“	ist Gegenstand des Kundenauftrags vom	„10. September“;

wird der Beziehungstyp

"Fertigerzeugnis ist Gegenstand von Auftrag"

➔ Ein **Beziehungstyp** bezeichnet die Gesamtheit aller gleichartigen Beziehungen.

d) Festlegen der Beziehungskardinalitäten

In der nächsten Phase des Modellierungsprozesses müssen für jeden Beziehungstyp die mögliche Anzahl (Kardinalität) der beteiligten Entitäten festgestellt werden. Die Kardinalität eines Beziehungstyps gibt dabei an, mit wie viel anderen Entitäten eine Entität eines bestimmten Entitätstyps in einer konkreten Beziehung stehen muss bzw. kann.

Für den Beziehungstyp ***"Kunde hat Firmensitz in Ort"*** gilt:

Ein Kunde hat seinen Firmensitz in genau einem Ort	und
ein Ort ist Firmensitz keines, eines oder mehrerer Kunden.	

In diesem Fall spricht man von einer **1 : N – Beziehung**.

Für den Beziehungstyp ***"Kunde bestellt Fertigerzeugnis"*** gilt:

Ein Kunde bestellt ein oder mehrere Fertigerzeugnis/-se	und
ein Fertigerzeugnis wird von keinem, einem oder mehreren Kunden bestellt.	

In diesem Fall spricht man von einer **M : N – Beziehung**.

Beziehungen zwischen Entitäten werden in relationalen Datenbanken mit Hilfe von Schlüsselattributen realisiert, wobei das Primärschlüsselattribut der einen Tabelle (Entitätstypen werden bei der Überführung in ein relationales Datenbanksystem zu Tabellen) als Fremdschlüssel in die andere aufgenommen wird. M : N – Beziehungen können in einem relationalen Datenbanksystem nicht abgebildet werden und müssen in zwei 1 : N - Beziehungen aufgelöst werden. Im vorliegenden Fall geschieht dies mit dem Entitätstyp ***Auftrag***.

Für den Beziehungstyp ***"Kunde erteilt Auftrag"*** gilt:

Ein Kunde erteilt einen oder mehrere Auftrag/Aufträge	und
ein Auftrag wird von genau einem Kunden erteilt.	

In diesem Fall spricht man wiederum von einer **1 : N – Beziehung**.

Für den Beziehungstyp "**Fertigerzeugnis ist Gegenstand von Auftrag**" gilt:

Ein Fertigerzeugnis ist Gegenstand keines, eines oder mehrerer Auftrags/Aufträgen und
ein Auftrag bezieht sich auf genau ein Fertigerzeugnis.

In diesem Fall spricht man wiederum von einer **1 : N – Beziehung**.

→ Die **Beziehungskardinalität** gibt die mögliche Anzahl der an einer Beziehung beteiligten Entitäten an.

Die Ergebnisse der Modellierung werden in einem Entity-Relationship-Diagramm (ERD) grafisch dargestellt (siehe unten, Seite 11).

e) **Attribute und ihre Wertebereiche (Domänen) bestimmen**

In einer weiteren Modellierungsphase ist festzulegen, mit Hilfe welcher Attribute die Eigenschaften der jeweiligen Entitäten bestimmt werden sollen. Hierzu gehören die Bestimmung der Attribute und die Festlegung des identifizierenden Attributs (Schlüsselattribut). Darüber hinaus muss für jedes Attribut ein Wertebereich definiert werden. In den meisten Fällen ist es ausreichend, den jeweiligen Attributtyp festzulegen (Attribute mit Texten – z.B. VARCHAR; Attribute mit Kommazahlen – z.B. DOUBLE; Attribute mit Datumsangaben – z.B. DATE etc.). Gegebenenfalls können für einzelne Attribute Wertebereiche auch konkreter bestimmt werden. Am Beispiel der Postleitzahlen sind dies die Werte zwischen "01001" und "99998".

Für die vier Entitätstypen sind folgende Attribute mit den entsprechenden Datentypen anzulegen:

Kunde: kundenr INT, firma VARCHAR(45), strasse VARCHAR(45);

Fertigerzeugnis: fertigerznr INT, bezeichnung VARCHAR(45), lagerbestand INT, herstellkosten DOUBLE;

Auftrag: auftragsnr INT, auftragsdat DATE, menge INT;

Ort: ortnr INT, plz VARCHAR(5), ort VARCHAR(45);

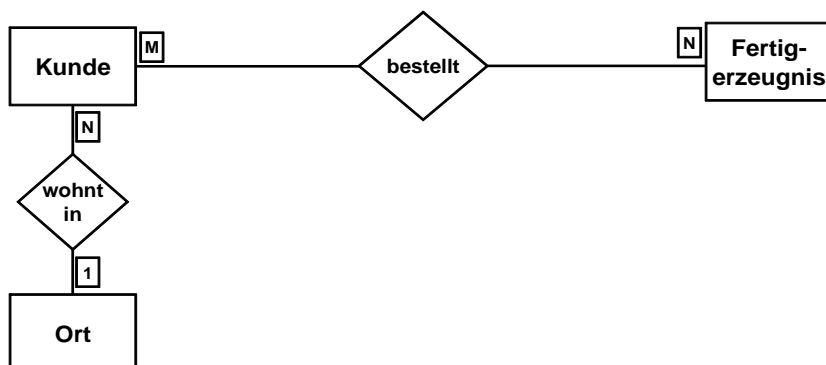
Exkurs: Datentypen für eine SQL-Datenbank

Für die Attribute einer Datenbanktabelle sind jeweils geeignete Datentypen zu bestimmen. In der folgenden Übersicht finden Sie die gängigen Datentypen für eine SQL-Datenbank:

Datentyp	Beschreibung	Speicherplatz
TINYINT	Ganzzahlen von 0 bis 255 bzw. -128 bis +127	1 Byte
SMALLINT	Ganzzahlen von 0 bis 65.535 bzw. -32.768 bis +32.767	2 Bytes
INT	Ganzzahlen von 0 bis ~4,3 Mill. bzw. ~ -2,15 Mill. - ~ +2,15 Mill.	4 Bytes
INTEGER	Alias für INT	
FLOAT	Fließkommazahl, vorzeichenbehaftet; Wertebereich von $-3,402823466^{+38}$ bis $-1,175494351^{+38}$, 0 und $1,175494351^{+38}$ bis $3,402823466^{+38}$	4 Bytes
DOUBLE	Fließkommazahl, vorzeichenbehaftet, Wertebereich von $\sim -1,798^{+308}$ bis $\sim -2,225^{-308}$, 0 und $\sim 2,225^{-308}$ bis $\sim 1,798^{+308}$	8 Bytes
REAL	Alias für DOUBLE	
CHAR	Zeichenkette mit fester Länge N (für N von 0 bis 255)	N Bytes
VARCHAR	Zeichenkette mit variabler Länge N zwischen 0 und 255	N+1 Bytes
DATE	Datum im Format "JJJJ-MM-TT" Wertebereich von 1000.01.01. bis 9999.12.31	3 Bytes
DATETIME	Datum im Format "JJJJ-MM-TT hh:mm:ss" Wertebereich entspricht DATE	8 Bytes
TIME	Zeitangabe zwischen -838:59:59 und +839:59:59	3 Bytes
YEAR	Jahreszahl zwischen 1901 und 2155	1 Byte
AUTO-INCREMENT ist kein eigenständiger Datentyp. Vielmehr dient ein Attribut vom Typ AUTO-INCREMENT zur Erzeugung einer eindeutigen Kennung von Datensätzen. Er ordnet jeder neuen Zeile einen um Eins größeren Wert zu als der vorherige höchste Wert dieses Attributs. In seiner Standarddefinition ist dieses Attribut vom Typ INT.		

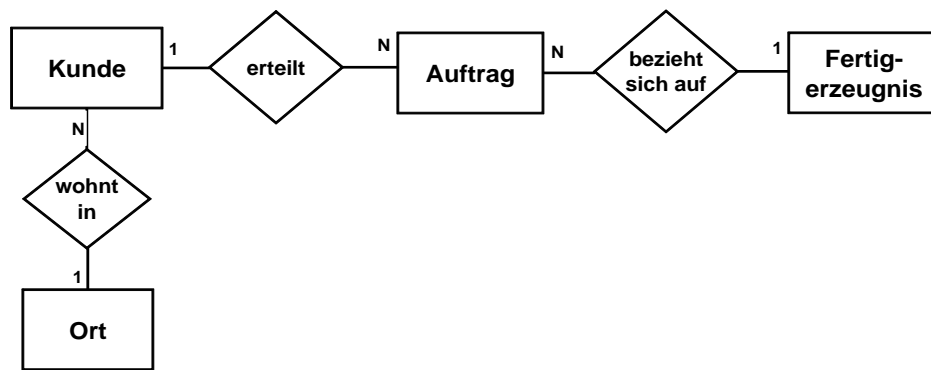
f) Entity-Relationship-Diagramm (ERD) für Entitäts- und Beziehungsmengen zeichnen

Ein Entity-Relationship-Diagramm dient dazu, Entitätstypen, deren Beziehungen und Kardinalitäten graphisch darzustellen. Dabei werden die Entitäten durch Rechtecke und die Beziehungstypen durch Rauten abgebildet. Die Kardinalität wird neben dem Anknüpfungspunkt der Beziehung am Entitätstyp angegeben.



Im semantischen Datenmodell ist die Darstellung einer M : N – Beziehung zulässig. Erst mit der Umsetzung in eine relationale Datenbank muss diese Beziehung in 1 : N – Beziehungen aufgelöst werden.

Das entsprechende ERM hat dann folgenden Aufbau:



g) Definieren von Primär- und Fremdschlüsseln

Jede Entität muss durch ein Merkmal eindeutig identifizierbar sein. Hierzu erhält jeder Entitätstyp ein so genanntes Primärschlüsselattribut. Wie oben bereits angeführt, sollte dabei ein zusätzliches, künstliches Attribut gewählt werden.

In einem relationalen Datenbanksystem wird die Beziehung zwischen zwei Entitätstypen durch die Verknüpfung von Schlüsselattributen erzeugt. Hierzu muss auf der N-Seite der Beziehung der Primärschlüssel des Entitätstyps der 1-Seite der Beziehung als Fremdschlüssel eingefügt werden.

Beispiel:



Das Primärschlüsselattribut des Entitätstyps Ort (ortnr) wird als Fremdschlüsselattribut dem Entitätstyp Kunde hinzugefügt.

Für die Entitätstypen des Projekts "Kundenauftrag" der Mücke & Partner OHG ergeben sich folgende Festlegungen:

Entitätstyp Kunde:

Attribut	Datentyp	Länge/Format
kundenr	INTEGER	
firma	VARCHAR	45
strasse	VARCHAR	45
ortnr	INTEGER	
Primärschlüssel: kundenr		Fremdschlüssel: ortnr

Entitätstyp Ort:

Attribut	Datentyp	Länge/Format
ortnr	INTEGER	
plz	VARCHAR	5
ort	VARCHAR	45
Primärschlüssel: ortnr		

Entitätstyp Fertigerzeugnis:

Attribut	Datentyp	Länge/Format
fertigerznr	INTEGER	
bezeichnung	VARCHAR	45
lagerbestand	INTEGER	
herstellkosten	DOUBLE	

Primärschlüssel: fertigerznr

Entitätstyp Auftrag:

Attribut	Datentyp	Länge/Format
auftragsnr	INTEGER	
auftragsdat	DATE	
menge	INTEGER	
kundennr	INTEGER	
fertigerznr	INTEGER	

Primärschlüssel: VermietNr

Fremdschlüssel: fertigerznr

Fremdschlüssel: kundennr

h) Attribute und ihre Wertebereiche in Tabellen eintragen

Zur Überführung des Datenmodells in ein relationales Datenbankmanagementsystem wird jeder Entitätstyp als eigenständige Relation (Tabelle) abgebildet. Hierzu wird zunächst ein so genanntes **Relationenmodell** (Relationenschema) entwickelt. Es bezeichnet den Namen der Relationen sowie deren Attribute und kennzeichnet Primärschlüssel (unterstrichen dargestellt) und Fremdschlüssel (↑ vorangestellt).

Hinweis: In dieser Handreichung werden Tabellen- und Attributnamen klein geschrieben.

Relationenmodell *muecke*:

kunden (kundennr, firma, strasse, ↑ortnr)

auftraege (auftragsnr, auftragsdat, menge, ↑kundennr ↑fertigerznr)

fertigerzeugnisse (fertigerznr, bezeichnung, lagerbestand, herstellkosten)

orte (ortnr, plz, ort)

Abschließend ist zu überprüfen, ob jeder Entitätstyp (Relation, Tabelle) einen Primärschlüssel aufweist und alle Attribute atomare Inhalte enthalten. Darüber hinaus müssen alle Attributwerte direkt vom Primärschlüssel und nicht nur von Schlüsselteilen abhängen. Sind diese Bedingungen erfüllt, befindet sich das Relationenmodell in **3. Normalform**.

(Siehe auch Exkurs: Prüfen der 3. Normalform)

Dieser Schritt erhält seine Bedeutung durch die Forderung, **Redundanzen** innerhalb der zu erstellenden Datenbank zu verhindern. Von Redundanz spricht man dann, wenn gleiche Informationen mehrfach gespeichert werden. Dadurch können Daten inkonsistent werden und es können sogenannte Anomalien auftreten. Darüber hinaus ist die Gewährleistung der genannten Bedingungen Voraussetzung dafür, dass in der zu erstellenden Datenbank die **referentielle Integrität** (siehe unten) sichergestellt wird.

Falls sich hierbei Widersprüche ergeben, muss der Modellierungsprozess nochmals durchlaufen werden.

Nachdem die logische Struktur der relationalen Datenbank vorliegt, kann sie in ein relationales Datenbankmanagement-System (RDBMS) übertragen werden (siehe unten, Seite 79ff).

Referentielle Integrität

Werden Daten in einer Datenbank erfasst, geändert oder gelöscht, muss sichergestellt sein, dass die Inhalte der Tabellen widerspruchsfrei bleiben. Die referentielle Integrität garantiert die Korrektheit zwischen den Attributen von Tabellen und der Erhaltung der Eindeutigkeit ihrer Schlüssel. Sie gewährleistet, dass in einer Detailtabelle (N-Seite einer Beziehung) die Fremdschlüssel nur solche Werte annehmen können, wie sie in der betreffenden Master-tabelle (1-Seite einer Beziehung) bereits als eindeutiges Attribut – in der Regel als Primär-schlüsselattribut – angelegt worden sind.

Referentielle Integrität liegt in einer Datenbank somit dann vor, wenn jedem Wert, der unter einem Fremdschlüssel eingetragen wird, auch tatsächlich ein identischer Eintrag in der in Beziehung stehenden Tabelle entspricht. In einer Detailtabelle dürfen somit nur Datensätze enthalten sein, zu denen ein entsprechender Datensatz in der Mastertabelle existiert. ("Kinder ohne Eltern" darf es nicht geben.)

Am Beispiel der Tabellen KUNDEN und AUFTRÄGE bedeutet dies, dass bei einem Kundenauftrag nur die Identifikationsnummer eines Kunden erfasst werden kann, der bereits einem Kunden in der Tabelle KUNDEN als Primärschlüssel zugeordnet wurde. Darüber hinaus können die Daten eines Kunden nicht gelöscht werden, solange er noch als Auftraggeber eines Kundenauftrags in der Tabelle AUFTRÄGE gespeichert ist.

1.5 Fortführung der Ausgangssituation

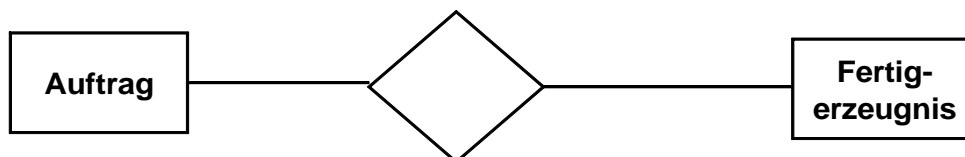
Situation:

Weitere Beobachtungen der Abläufe bei der Abwicklung von Kundenaufträgen ergaben folgenden Sachverhalt:

10. September: Möbelhaus Henning GmbH, Uferstraße 33, 69120 Heidelberg bestellt
 2 Stück Sideboard INTENDO,
 3 Stück Esstisch NOIR,
 1 Stück Wandregal DUO.

Arbeitsaufträge

- 1 Analysieren Sie den Beziehungstyp der Entitätstypen Auftrag und Fertigerzeugnis.



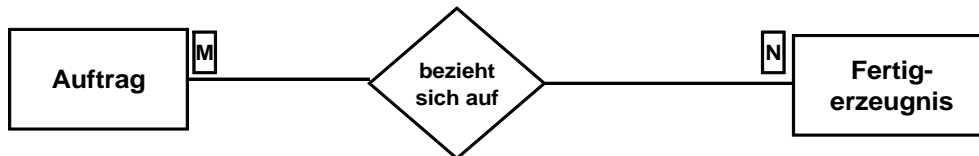
- 2 Korrigieren Sie das vorliegende Datenmodell gemäß der Regeln für die Datenmodellierung nach Peter Chen, so dass es sich in 3. Normalform befindet.

Lösungshinweis:

Bei der Festlegung der Beziehungskardinalitäten zwischen Entitäten vom Typ Auftrag und vom Typ Fertigerzeugnis ergibt sich nun folgende Situation:

- Ein Auftrag bezieht sich auf ein oder auf mehrere Fertigerzeugnis/-se
- Ein Fertigerzeugnis gehört zu einem oder zu mehreren Auftrag/Aufträgen.

Hieraus ergibt sich somit folgender Ausschnitt aus dem Datenmodell:



Mit aufgelöster M : N – Beziehung:



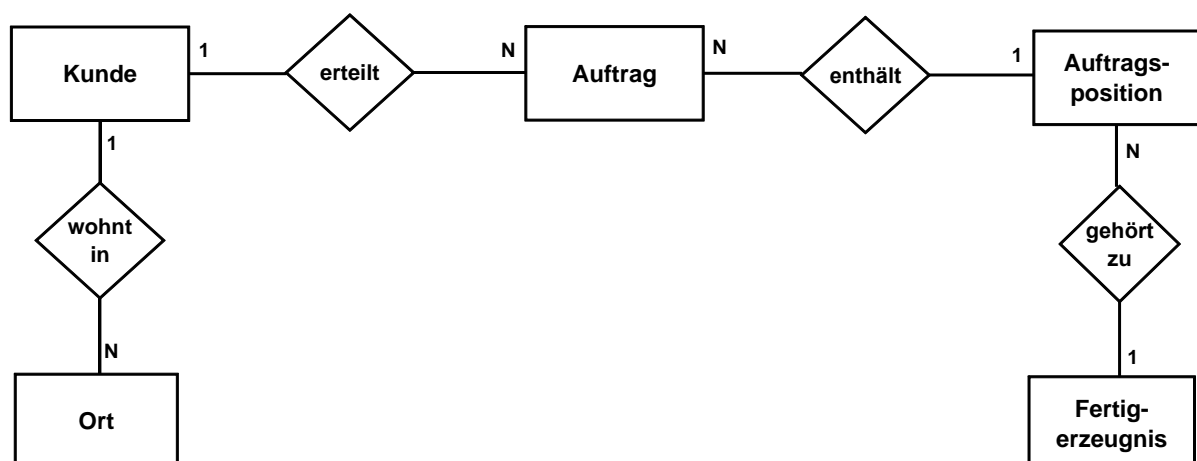
Relationenmodell hierzu:

auftraege(auftragsnr, auftragsdatum, ↑kundenr)

auftragspositionen(auftragsposnr, posnr, menge, ↑fertigerzeugnisnr, ↑auftragsnr)

fertigerzeugnisse(fertigerznr, bezeichnung, lagerbestand, herstellkosten)

Vollständiges Entity-Relationship-Diagramm:



1.6 Überprüfung der Normalformen

1.6.1 Normalisierungsregeln

Ein relationales Datenbankmanagementsystem verlangt die Einhaltung bestimmter Regeln, um Anomalien (Regelwidrigkeiten) beim Einfügen, Ändern und Löschen von Datensätzen zu vermeiden, die zu Inkonsistenzen und Redundanzen der Daten führen könnten. Diese Regeln werden in den so genannten Normalformen beschrieben (1NF, 2NF, 3NF), die aufeinander aufbauend versuchen, die Entwurfsziele Anwendungsunabhängigkeit und Datenintegrität zu realisieren. Insbesondere wird vermieden, dass keine doppelten Daten vorkommen, die Größe der Datenbank verringert wird und Abfragen tendenziell schneller ablaufen können. Aus diesen Gründen ist es sinnvoll, das Ergebnis der Modellierung auf Normalität zu überprüfen.

Im Folgenden sollen die Regeln der ersten drei Normalformen anhand eines Beispiels erläutert werden

Beispiel in Anlehnung an:

http://de.wikipedia.org/wiki/Normalisierung_%28Datenbank%29#Erste_Normalform_.281NF.29

1. Normalform

- Eine Relation befindet sich in 1. Normalform, wenn jedes Attribut atomar (einwertig) ist.

Beispiel:

CD_Nr	Album	Jahr der Gründung	Song
1711	Coldplay - Mylo Xyloto	1996	1. Mylo Xyloto, 2. Hurts Like Heaven, 3. Paradise
1712	Nickelback - Here And Now	1995	1. This Means War, 2. Bottoms Up

- ➔ **Verstoß gegen 1NF, da das Attribut 'Song' eine komma-separierte Liste von Liedern und das Attribut 'Album' die beiden Attributwertebereiche 'Interpret' und 'Albumtitel' beinhaltet.**

- ➔ **Lösung:**

Das Attribut 'Song' wird in die Attribute 'Song_Nr' und 'Titel' aufgespalten und auf mehrere Zeilen aufgeteilt.

Das Attribut 'Album' wird in die Attribute 'Interpret' und 'Titel' aufgelöst

CD_Nr und Song_Nr bilden gemeinsam den Primärschlüssel der folgenden Relation:

Relation CD_Sammlung

CD_Nr	Interpret	Titel	Gründung
1711	Coldplay	Mylo Xyloto	1996
1711	Coldplay	Mylo Xyloto	1996
1711	Coldplay	Mylo Xyloto	1996
1712	Nickelback	Here And Now	1995
1712	Nickelback	Here And Now	1995

Relation Song

Song_Nr	Titel
1	Mylo Xyloto
2	Hurts Like Heaven
3	Paradise
1	This Means War
2	Bottoms Up

2. Normalform

- Eine Relation befindet sich in 2. Normalform, wenn sie sich in 1NF befindet und jedes Nicht-Schlüsselattribut funktional abhängig vom gesamten Primärschlüssel ist (volle funktionale Abhängigkeit).

Ein Attribut B einer Relation R ist dann von einem weiteren Attribut A dieser Relation funktional abhängig, wenn B eindeutig von A bestimmt wird.

(Schreibweise: $A \rightarrow B$)

Anders ausgedrückt heißt das: Ist der Wert des Attributs A bekannt, kann damit eindeutig auf den Wert des Attributs B geschlossen werden.

Volle funktionale Abhängigkeit liegt dann vor, wenn jedes Nicht-Schlüsselattribut vom gesamten Primärschlüssel abhängt und nicht nur von einem Teil dieses Schlüssels. Sofern die 1. Normalform erfüllt ist, kann ein Verstoß gegen die 2. Normalform nur bei zusammengesetzten Primärschlüsseln auftreten.

Die Relation 'CD_Sammlung' wird dieser Bedingung nicht gerecht.

- ➔ Verstoß gegen 2NF, da die Attribute Interpret, Titel und Gründung ausschließlich vom Schlüsselteil CD_Nr eindeutig identifiziert werden können und nicht vom gesamten Primärschlüssel CD_Nr und $Song_Nr$.

- ➔ Lösung:

Aufteilung in die Relationen 'CD' und 'Song'

Relation CD

CD_Nr	Interpret	Titel	Gründung
1711	Coldplay	Mylo Xyloto	1996
1712	Nickelback	Here And Now	1995

Relation Song

CD_Nr	Song_Nr	Song
1711	1	Mylo Xyloto
1711	2	Hurts Like Heaven
1711	3	Paradise
1712	1	This Means War
1712	2	Bottoms Up

Ist die CD_Nr 1711 bekannt, kann daraus geschlossen werden, dass es sich um die CD *MyloXyloto* von der 1996 gegründeten Band *Coldplay* handelt.

Sind CD_Nr 1711 und $Song_Nr$ 3 bekannt, kann daraus geschlossen werden, dass es sich um das Lied *Paradise* handelt.

3. Normalform

- Eine Relation befindet sich in 3. Normalform, wenn sie sich in 2NF befindet und kein Nicht-Schlüsselattribut in funktionaler Abhängigkeit zu einem anderen Nicht-Schlüsselattribut steht.

Im Gegensatz zur 2. Normalform, bei der die Abhängigkeit der Nicht-Schlüsselattribute von den Schlüsselattributen untersucht wird, wird hier geprüft, dass keine zusätzlichen Beziehungen zwischen zwei Nicht-Schlüsselattributen bestehen.

Beispiel: Es existieren zwei Attribute B und C, die gemäß 2NF funktional vom Primärschlüssel A abhängig sind. Ist das Attribut C nun zusätzlich vom Attribut B abhängig, entsteht eine indirekte (transitive) Abhängigkeit des Nicht-Schlüsselattributs C vom Primärschlüssel A.

(Schreibweise: $A \rightarrow B \rightarrow C$)

Die 3. Normalform verbietet solche transitiven Abhängigkeiten.

Die Relation 'CD' wird den Regeln der 3. Normalform nicht gerecht.

CD_Nr	Interpret	Titel	Gründung
1711	Coldplay	Mylo Xyloto	1996
1712	Nickelback	Here And Now	1995
1712	Coldplay	Viva La Vida	1996

➔ **Verstoß gegen 3NF, da das Gründungsjahr vom Interpreten und damit transitiv von der CD_NR abhängig sind**

➔ **Lösung:**

Aufteilung in die Relationen 'Künstler' und 'CD'.

Relation Künstler

K_Nr	Interpret	Gründung
0001	Coldplay	1996
0002	Nickelback	1995

Relation CD

CD_Nr	Albumtitel	K_Nr
1711	Mylo Xyloto	0001
1712	Here And Now	0002
1712	Viva La Vida	0001

Relation Song

CD_Nr	Track_Nr	Song
1711	1	Mylo Xyloto
1711	2	Hurts Like Heaven
1711	3	Paradise
1712	1	This Means War
1712	2	Bottoms Up

Die Relationen befinden sich nun in 3. Normalform (3NF)

Die Normalisierung bzw. die Überprüfung der 3. Normalform dient der Sicherung folgender Ziele:

- Erzeugen einer flexiblen und stabilen Datenbank, bei der Datenänderungen leicht durchzuführen sind.
- Vermeidung von Anomalien (Regelwidrigkeiten) beim
 - Ändern von Daten → Änderungsanomalie,
 - Löschen von Daten → Löschanomalie und
 - Einfügen von Daten → Einfügeanomalie.
- Vermeidung von Redundanzen

Auf konzeptioneller Ebene der Datenbankmodellierung ist ein vollständig normalisiertes Datenmodell zu entwerfen. Inwieweit diese normalisierte Datenbank auch implementiert wird, muss in Abhängigkeit folgender Überlegungen entschieden werden:

- Kann mit dem Verzicht auf vollständige Normalisierung eine Performance – Verbesserungen der Datenbank erzielt werden?
- Lässt sich die Komplexität der Datenbank so verringern, dass die Administrierbarkeit der gespeicherten Daten erleichtert werden kann?
- Inwieweit kann mit dem Verzicht auf vollständige Normalisierung Speicherplatz gewonnen werden?

Die bewusste Rücknahme einer Normalisierung zum Zweck der Verbesserung des Laufzeitverhaltens einer Datenbankanwendung wird als **Denormalisierung** bezeichnet.

Beispiel zur Überprüfung der 3. Normalform:

Die Analyse der Daten einer privaten Nachhilfeorganisation zur Vorbereitung der Abiturprüfung am Wirtschaftsgymnasium ergab die folgende Relation *abikurse* mit der *SchNr*.

<i>schNr</i>	<i>name</i>	<i>vn</i>	<i>schule</i>	<i>schulleiter</i>	<i>kursNr</i>	<i>pruefungsfach</i>	<i>note</i>
001	Huber	Kai	Friedrich-List	Bischof	1	1. Englisch; 2. Mathematik	1. 3,0; 2. 1,5
002	Graul	Pia	Eberhard-Gothein	Schmich	3	1. Wirtschaftsinformatik; 2. Sport	1. 2,5; 2. 1,0
003	Plau	Uwe	Friedrich-List	Bischof	2	1. Mathematik	1. 3,5

➔ Die Relation erfüllt die Regeln der 3. Normalform nicht.

Verstoß gegen 1 NF: Das Attribut *pruefungsfach* und *note* sind nicht atomar und müssen aufgelöst werden. Die Relation erhält die Primärschlüsselkombination *schNr* und *kursNr*.

<u><i>schNr</i></u>	<u><i>name</i></u>	<u><i>vorname</i></u>	<u><i>schule</i></u>	<u><i>schulleiter</i></u>	<u><i>kursNr</i></u>	<u><i>pruefungsfach</i></u>	<u><i>note</i></u>
001	Huber	Kai	Friedrich-List	Bischof	1	Englisch	3,0
001	Huber	Kai	Friedrich-List	Bischof	2	Mathematik	1,5
002	Graul	Pia	Eberhard-Gothein	Schmich	3	Wirtschaftsinformatik	2,5
002	Graul	Pia	Eberhard-Gothein	Schmich	4	Sport	1,0
003	Plau	Uwe	Friedrich-List	Bischof	2	Mathematik	3,5

Verstoß gegen 2 NF: Das Attribut *note* lässt sich eindeutig mit der Schlüsselkombination *schNr* und *kursNr* bestimmen.

Die Attribute *name*, *vorname*, *schule* und *schulleiter* lassen sich eindeutig durch den Schlüsselteil *schNr* bestimmen

Das Attribut *pruefungsfach* lässt sich eindeutig durch den Schlüsselteil *kursNr* bestimmen.

Eine volle funktionale Abhängigkeit der Nicht-Schlüsselattribute vom gesamten Primärschlüssel ist somit nicht gegeben. Die Relation *abikurse* ist aufzulösen in die Relationen *schueler*, *kurse* und *pruefungsergebnisse*.

Relation schueler

<u>schNr</u>	name	vorname	schule	schulleiter
001	Huber	Kai	Friedrich-List	Bischof
002	Graul	Pia	Eberhard-Gothein	Schmich
003	Plau	Uwe	Friedrich-List	Bischof

Relation kurse

<u>kursNr</u>	pruefungsfach
1	Englisch
2	Mathematik
3	Wirtschaftsinformatik
4	Sport

Relation pruefungsergebnisse

<u>schNr</u>	<u>kursNr</u>	note
001	1	3,0
001	2	1,5
002	3	2,5
002	4	1,0
003	2	3,5

Verstoß gegen 3 NF: In der Relation *schueler* existieren Abhängigkeiten zwischen Nicht-Schlüsselattributen.
 Von der Schülernummer 001 kann eindeutig auf die Max-Hachenburg-Schule mit ihrem Schulleiter Frey-Zaby geschlossen. Darüber hinaus lässt sich aber auch von der Schule eindeutig auf den Schulleiter schließen. Es existiert somit eine weitere, indirekte (transitive) Abhängigkeit.
 Die Relation *schueler* ist aufzulösen in die Relationen *schueler* und *schulen*.

Relation schueler

<u>schNr</u>	name	vorname	schulNr
001	Huber	Kai	1
002	Graul	Pia	2
003	Plau	Uwe	1

Relation schulen

<u>schulNr</u>	schule	schulleiter
1	Friedrich-List-Schule	Bischof
2	Eberhard-Gothein-Schule	Schmich

Relation pruefungsergebnisse

<u>schNr</u>	<u>kursNr</u>	note
001	1	3,0
001	2	1,5
002	3	2,5
002	4	1,0
003	2	3,5

Relation kurse

<u>kursNr</u>	pruefungsfach
1	Englisch
2	Mathematik
3	Wirtschaftsinformatik
4	Sport

Relationenmodell in 3. Normalform:

schueler (schNr, name, vorname, ↑schulNr)
schulen (schulNr, schule, schulleiter)
pruefungsergebnisse (↑schNr, ↑kursNr, note)
kurse (kursNr, pruefungsfach)

1.6.2 Übungsaufgaben zur Überprüfung der 3. Normalform

Aufgabe 1

Ein Großhandelsunternehmen verwaltet bisher die Bankverbindungen seiner Kunden in folgender Tabelle:

Kunden-nummer	Name	Konto-nummer	Bank-leitzahl	Bank-name	Bank-ort
0019	Huber	3418505	64240071	Commerzbank	Rottweil
0022	Maier	85664785	66069617	Raiffeissenbank	Schwenningen
0019	Huber	5655742	64450288	BW-Bank	Villingen
0033	Kaiser	657885547	69470039	Deutsche Bank	Villingen-Schwen.
0037	Rein	5688714	64450288	BW-Bank	Villingen

(Anmerkung: Ein Kunde kann nicht zwei oder mehr Konten bei einer Bank angeben, wohl aber mehrere Konten bei unterschiedlichen Banken haben.)

Überführen Sie die Tabelle in die 3. Normalform (3NF).

Aufgabe 2

Das Küchenstudio „Musterküchen“ erfasst bislang die anfallenden Verkaufsvorgänge schriftlich. Für jeden Mitarbeiter werden die von ihm verkauften Küchen notiert (siehe Abb.).

Mitarbeiter: Jörg Krause (Mitarbeiternr.: 12)	
<u>Verkaufte Küche:</u> „Landhausküche“ Küchenr.: 318 Gesamtpreis: 23.045,- €	<u>In der verkauften Küche beinhaltete Möbel:</u> - „Superclean“, MöbelNr.: 65, 2065,- € (Abmessungen in cm: 92x87x74 Kategorie: Spüle, Kategorienr.: 43, Hersteller: Mühle GmbH Ulm, Herstellernr.: 142) - „Herzog“, MöbelNr.: 48, 1324,- € (Abmessungen in cm: 84x55x80 Kategorie: Hängeschränk, Kategorienr.: 17, Hersteller: Lebka KG, Stuttgart, Herstellernr.: 19) - ...

Diese Daten sollen in Zukunft in einer relationalen Datenbank gespeichert werden, die folgende Anforderungen erfüllen soll:

- Das Küchenstudio bietet verschiedene Küchenmöbel an (z.B.: Hängeschränk „Top Fred“, Hängeschränk „Herzog“, Spüle „Superclean“, ...).
- Jedes Küchenmöbel wird von genau einem Hersteller bezogen.
- Jedes Küchenmöbel hat bestimmte Abmessungen und gehört zu einer Kategorie (z.B. Hängeschränk, Spüle ...)
- Die Mitarbeiter des Küchenstudios verkaufen die Küchen. Küchen bestehen aus mehreren Küchenmöbeln. Ein Küchenmöbel kann in verschiedenen Küchen und in einer Küche mehrfach eingebaut werden.
- Für den Verkauf einer Küche ist jeweils ein Mitarbeiter zuständig.

2.1 Entwickeln Sie für den Sachverhalt ein ER-Modell.

2.2 Erstellen Sie ein Relationenmodell, das die Anforderungen des Sachverhalts sowie die Informationen aus den Karteikarten berücksichtigt.

Das Relationenmodell muss den Anforderungen der 3. Normalform entsprechen.

Lösungsvorschläge zu den Übungsaufgaben

1 Kunde (kundennummer, name)

Kundennummer	Name
0019	Huber
0022	Maier
0033	Kaiser
0037	Rein

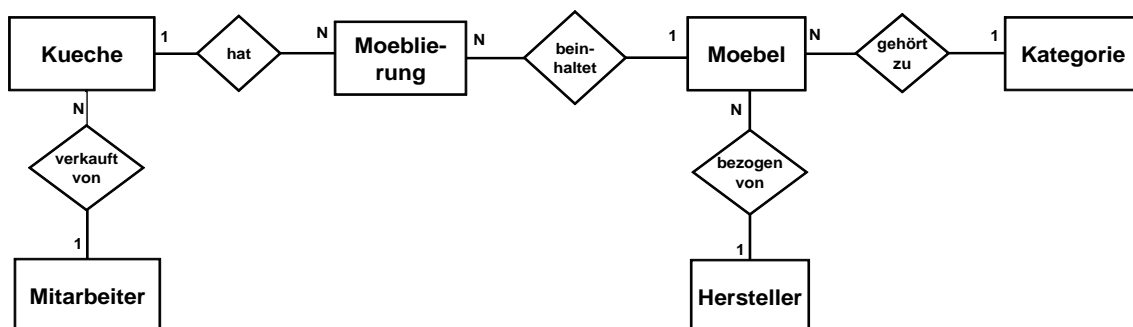
Bank (bankleitzahl, bankname, bankort)

Bankleitzahl	Bankname	Bankort
64240071	Commerzbank	Rottweil
66069617	Raiffeissenbank	Schwenningen
69470039	BW-Bank	Villingen
69470039	Deutsche Bank	Villingen-Schwenningen

Bankverbindung (id_nr, kontonummer, ↑kundennummer, ↑bankleitzahl)

ID_Nr	Kundennummer	Bankleitzahl	Kontonummer
1	0019	64240071	3418505
2	0019	64450288	5655742
3	0022	66069617	85664785
4	0033	69470039	657885547
5	0037	64450288	5688714

2.1 Entity-Relationship-Modell



2.2 Relationenmodell

kuechen (kueNr, bezeichnung, ↑miNr)
 mitarbeiter (miNr, name, vorname)
 moebel (moeNr, bezeichnung, abmessungen, preis ↑heNr, ↑katNr)
 moeblierung (↑kueNr, ↑moeNr, anzahl)
 kategorien (katNr, bezeichnung)
 hersteller (heNr, firma, sitz)

Für die Festlegung des Primärschlüssels der Relation 'Moeblierung' bieten sich zwei Alternativen an:

- 1) Einfügen eines künstlichen Schlüsselattributs (z.B. *moeblierungsNr*), das eine fortlaufende Nummerierung enthält.
- 2) Die Kombination aus den Attributen *kueNr* und *moeNr* (zusammengesetzter Schlüssel oder Verbundschlüssel).

Beide Varianten weisen Nachteile auf:

Da ein Datensatz der Tabelle *moeblierung* mit Hilfe der beiden Attribute *kueNr* und *moeNr* eindeutig identifiziert werden kann, ist ein zusätzliches künstliches Schlüsselattribut nicht notwendig und führt zu zusätzlichem Speicherplatzbedarf.

Ein zusammengesetzter Schlüssel verlangsamt dagegen die Datenbankleistung.

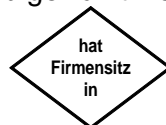
1.7 Zusammenfassung der Begriffe und Definitionen

Ausgangspunkt des ER-Modells ist der Begriff der Entität. Eine Entität ist ein individuelles und identifizierbares Exemplar von Dingen, Personen oder Begriffen der realen oder der Vorstellungswelt. Die Entität wird durch Attribute näher beschrieben.

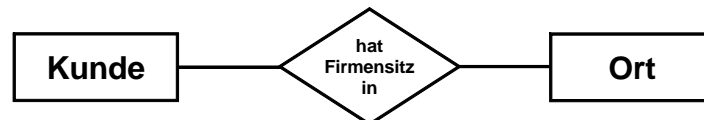
Die Entitäten, die durch dieselben Attribute beschrieben werden, werden zu einem Entitätstyp zusammengefasst und in einem Rechteck dargestellt. Die Bezeichnung des Entitätstyps steht im Singular.



Die Wechselwirkungen und Abhängigkeiten zwischen Entitäten werden durch Beziehungen dargestellt. Diese Beziehungen werden nach Chen grafisch durch eine Raute dargestellt. Für den Namen der Beziehung sollte ein Verb gewählt werden.



Die Beziehung wird durch eine Verbindungslinie, zwischen der die Beziehungsraute steht, dargestellt.



Die Diagramme werden von oben nach unten beziehungsweise von links nach rechts gelesen.

Entität - Entitätstyp

Die Entität (Entity) ist das konkrete, individuell identifizierbare Exemplar von Dingen, Personen oder Begriffen der realen oder der Vorstellungswelt, für das auf einem Datenträger Sachverhalte festzuhalten sind.

Beispiele:

Individuen:	Schüler Hans Dampf; Kunde Hennes, Mitarbeiterin Braun; ...
reales Objekt:	Wandregal Intendo; Sideboard Nobile; ...
Ereignis:	Vermietung; Zahlung; Buchung; Start; Landung ...
Abstraktes:	Rechnung; Dienstleistung; Verarbeitungsart; Zahlungsart ...

Die Entität ist Mitglied einer Gruppe, dem Entitätstyp.

Der Schüler Hans Dampf ist ein konkretes individuell identifizierbares Objekt, über den Informationen abgespeichert werden müssen. Er gehört zur Gruppe der Schüler. Man kann auch sagen, er ist vom Entitätstyp *schueler*. Alle Informationen, die über Schüler abgespeichert werden, sind von der Struktur her gleich.

Attribut

Attribute beschreiben die Entitäten. Beispiel: Schueler (schuelernr, vorname, name, ...)

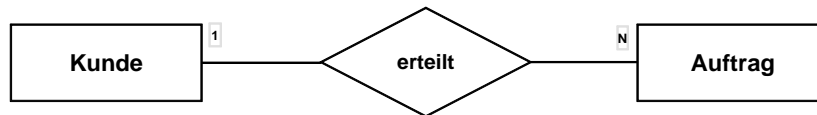
Man unterscheidet zwischen

- identifizierenden Attributen (z.B.: schuelernr, kundenr; ...)
- beschreibenden Attributen (z.B.: name, kundenName, bezeichnung;)

Beziehungstyp - Kardinalitäten

Der **Beziehungstyp** bezeichnet die gleichartigen Beziehungen, die zwischen den Objekten zweier Entitätstypen bestehen können.

Zwischen den Entitätstypen *kunde* und *auftrag* besteht ein Beziehungstyp „erteilt“. Wenn es einen solchen Beziehungstyp gibt, so kann (muss) eine konkrete Beziehung zwischen einem Paar der dazu gehörenden Entitäten bestehen:



Man liest: Kunde erteilt Auftrag bzw. Auftrag wird erteilt von Kunde.

Für einen Beziehungstyp zweier in Verbindung stehender Entitätstypen ist anzugeben, mit wie vielen Objekten eines Entitätstyps eine Entität des anderen Entitätstyps in Beziehung stehen kann (**Kardinalität**).

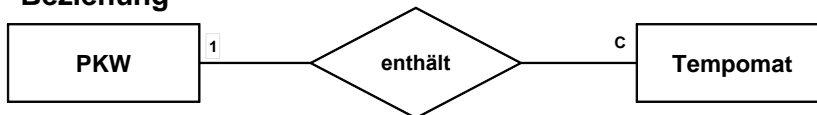
Die verschiedenen in der Praxis relevanten Ausprägungen werden im Folgenden dargestellt.

Die 1:1 - Beziehung



Zwischen zwei Objekten A und B besteht eine **1:1 Beziehung**, wenn Folgendes gilt: Zu jedem Objekt von A gibt es genau ein Objekt von B und umgekehrt.

Die 1:C - Beziehung



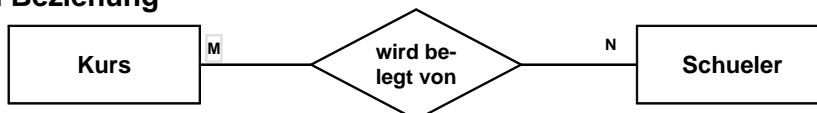
Es gibt aber auch Entitäten, zwischen denen eine Beziehung stehen **kann**. Für diesen Fall führt man die konditionale Beziehung ein. Auf der Seite, auf der die Beziehung optional ist, wird ein „C“ geschrieben.

Die 1:MC Beziehung



Analog der 1:C Beziehung ist es bei diesem Beispiel auch zulässig, wenn es Objekte in Mann gibt, denen kein, ein oder mehrere Kind(er) zugeordnet sind.

Die M:N Beziehung



Zwischen zwei Entitätstypen A und B besteht eine M:N Beziehung, wenn Folgendes gilt: Zu jedem Objekt von A gibt es ein oder mehrere Objekte von B und umgekehrt.

Ein Schüler muss mehrere Kurse belegen. Umgekehrt müssen immer mehrere Schüler in einem Kurs sein.

Beziehungsattribute sind die beschreibenden interessierenden Merkmale der Beziehung. Beispiel zwischen Kurs und Schüler: Note.

Die MC:NC Beziehung

Es ist auch möglich, dass einer Entitätsmenge aus einer M:N Beziehung kein, ein oder mehrere Elemente aus der anderen Entitätsmenge zugeordnet ist. In diesem Fall steht analog zur 1:MC-Beziehung das Konditionalzeichen „C“.



Im Relationenmodell ist eine M:N- bzw. MC:NC-Beziehung nicht umsetzbar (siehe oben, Seite 10f)

Sie muss deshalb in 1:N-Beziehungen aufgelöst werden, d. h., die Beziehung wird eine eigene Tabelle (Verbindungsentität).

Sie wird im Beispiel „Kunde bestellt Fertigerzeugnis“ „Auftrag“ genannt.



Für die Auflösung von N:M-Beziehungen ist eine Verbindungsentität erforderlich. Im Relationenmodell nimmt dabei die Tabelle, die die Assoziationen darstellt, den Primärschlüssel der beteiligten Tabellen als Fremdschlüssel auf. Die beiden Schlüssel zusammen ergeben den Primärschlüssel in der Assoziationstabelle (Verbundschlüssel). Alternativ kann auch ein künstliches Schlüsselattribut gewählt werden.

Weitere Attribute in dieser Tabelle sind in der Regel möglich.

Für die 1:N-Beziehung ist keine neue Relation erforderlich. Sie wird durch Aufnahme des Schlüsselattributes des übergeordneten Entitätstyps in die Relation des untergeordneten Entitätstyps hergestellt. Das aufgenommene Schlüsselattribut wird dann als Fremdschlüssel bezeichnet.

In den dieser Handreichung zugrunde gelegten ER-Modelle werden die Kardinalitäten ohne conditional-Optionen (C in den Kardinalitäten) dargestellt. Dies ist zum einen als didaktische Reduktion sinnvoll, weil sich das ER-Modell dann auf das Wesentliche konzentriert. Zum anderen ergeben sich die conditional-Optionen oft nur im zeitlichen Ablauf und sind dauerhaft nicht sehr sinnvoll. (Ein Kunde ohne Anfrage oder Auftrag macht keinen Sinn, dennoch wird ein Kunde, der gerade angelegt wird, erst in einem weiteren Schritt mit einem Geschäftsprozess verbunden. In einer Datenbank muss demnach ein Kunde zunächst isoliert von Geschäftsprozessen existieren können.)

Relationenmodell

Ein Relationenmodell (Relationenschema) besteht aus einer Menge von Attributen, die gemeinsame Eigenschaften von Entitäten darstellen. Das Relationenmodell ist daher ein wertebasierendes Datenbankmodell. Die Ausprägung der Attribute wird über Standard-Datentypen (Integer, Double, Character, Date ...) beschrieben.

Syntax: Relationenname(attribut1, attribut2, ↑attribut3, ... attribut_n)

(**Hinweis:** Der Name der Relation steht im Plural;
das Primärschlüsselattribut wird unterstrichen dargestellt;
Fremdschlüssel erhalten einen senkrechten Pfeil (↑) vorangestellt.)

Übersicht

Entität: Eindeutig bestimmbares, von anderen wohlunterscheidbares Objekt der realen Welt oder unserer Vorstellung (z. B.: Vorgang, Prozess). In der Datenbank ist die Entität durch eine Zeile einer Tabelle repräsentiert.

Entitätstyp: Beschreibung des Bauplans einer jeden Entität gleichen Typs (ist in der Datenbank durch die Tabellenüberschrift beschrieben).

Beziehung (Relationship): Beschreibt einen Zusammenhang zweier Objekte.

Beziehungstyp: Beschreibt eine Beziehung zwischen Objekten zweier Entitätstypen.

Kardinalität: Gibt die mögliche Anzahl der an einer Beziehung beteiligten Entitäten an.

Attribut: Ein gemeinsames Merkmal aller Entitäten eines Entitätstyps (entspricht in der Datenbank einer Tabellenspalte).

Attributwert: Eine Ausprägung eines Merkmals einer Entität, bzw. der Schnittpunkt zwischen Zeile und Spalte (entspricht in der Datenbank einer Zelle).

Relationenmodell (Relationenschema): ist die Beschreibung des Aufbaus einer Entität (Tupel).

Unterschied Entity - Relation:

Entity: Nach der Realität funktional zusammen gehörende Attribute.

Relation: Menge von Attributen.

Beispiele:

Entität (Entity)	Entitätstyp	Attribute (Eigenschaften)	Attributwerte (Ausprägungen)	Relationenmodell (Relationenschema)
Schüler Hans Dampf	Schueler	name strasse	Dampf Rosenweg 3	schueler (schuelernr, vorname, name, strasse, ↑ortnr)
Wandregal INTNDO	Fertigerzeugnis	bezeichnung lagerbestand	Intendo 14	fertigerzeugnisse (fertigerznr, bezeichnung, lagerbestand, herstellkosten;)
Kunde Henning GmbH	Kunde	firma strasse	Henning GmbH Uferstraße 55	kunden (kundenr, firma, strasse, ↑ortnr)

(schuelernr → Primärschlüssel; ↑ortnr → Fremdschlüssel)

1.8 Vom Geschäftsprozess zur Datenbank

Situation:

Die Beobachtung der anfallenden Geschäftsprozesse bei der Mücke & Partner OHG zeigen, dass sich mit der vorliegenden Datenbank nur ein sehr kleiner Ausschnitt der betrieblichen Abläufe abbilden lässt.

Sie erhalten den Auftrag, die Datenbank weiter zu entwickeln. Herr Fritz Mücke stellt Ihnen dazu eine Reihe von Dokumenten zur Verfügung, die den Prozess der Auftragsabwicklung bei der Mücke & Partner OHG dokumentieren:

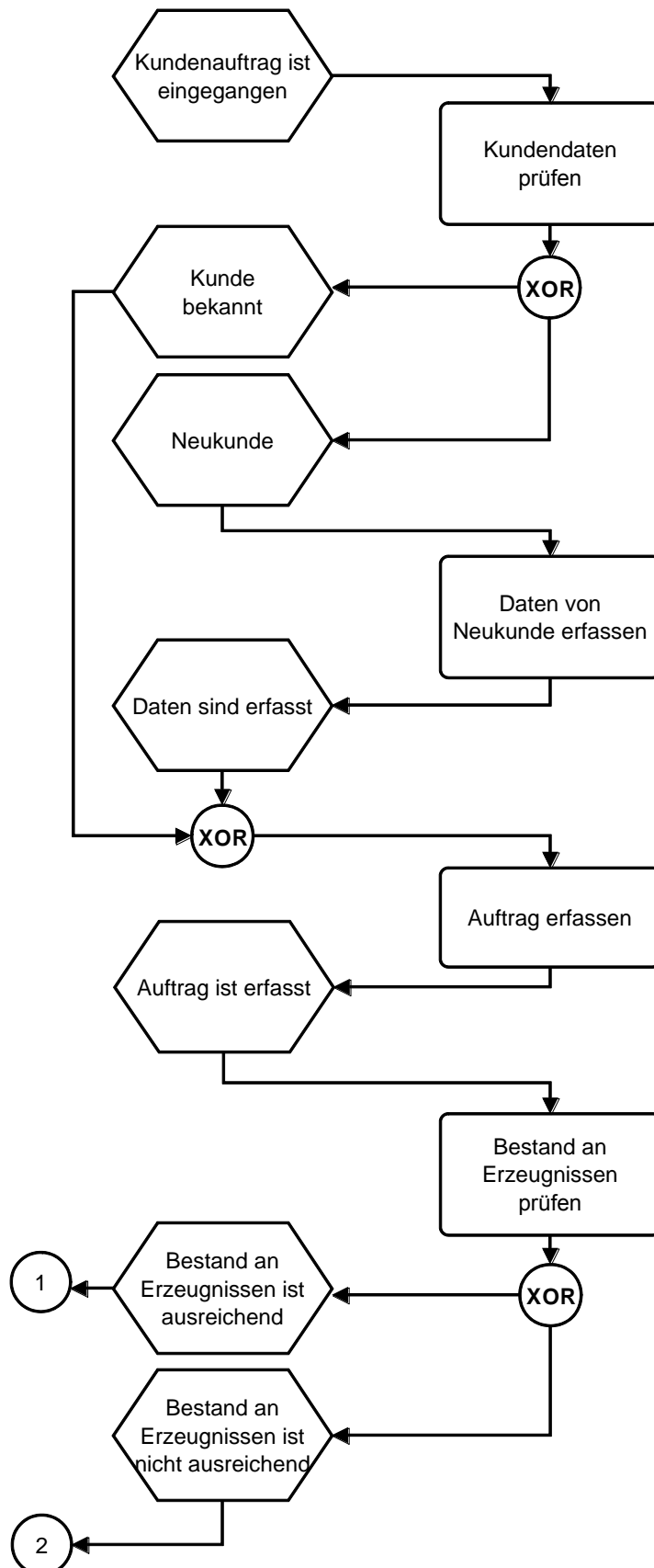
- Anlage 1: Abfolge von Ereignissen und Funktionen bei Eingang eines Kundenauftrages
- Anlage 2: Kundenauftrag (Firma Henning GmbH, Heidelberg)
- Anlage 3: Kundenauftrag (Firma Firence GmbH, Stuttgart)
- Anlage 4: Auftragsbestätigung (Firma Henning GmbH, Heidelberg)
- Anlage 5: Auftragsbestätigung (Firma Firence GmbH, Stuttgart)
- Anlage 6: Mitteilung an Kunde (Verzögerung der Auslieferung)
- Anlage 7: Auszug aus der Bestandsliste der Fertigerzeugnisse
- Anlage 8: Auszug aus der Personalliste
- Anlage 9: Auszug aus dem Verkaufskatalog

Arbeitsaufträge:

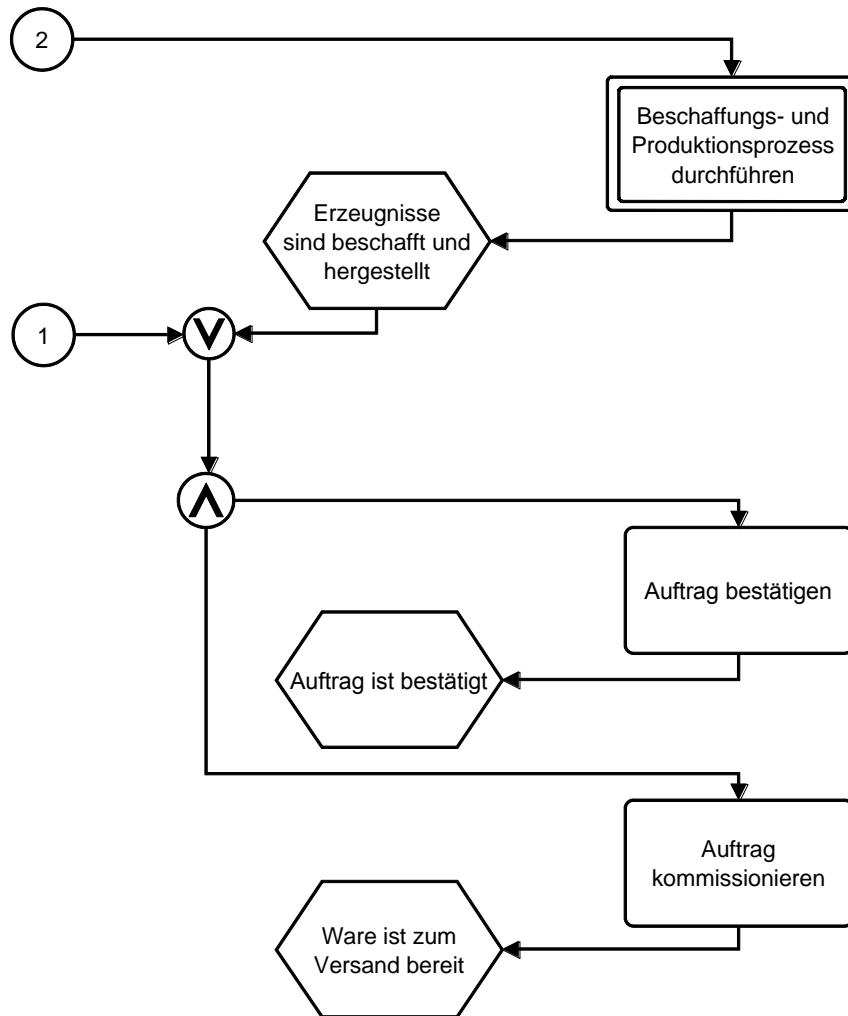
1. Beschreiben Sie die in Anlage 1 abgebildete Abfolge von Ereignissen und Funktionen bei Eingang eines Kundenauftrages.
2. Ergänzen Sie auf Grundlage der Anlagen 1 „Abfolge von Ereignissen und Funktionen bei Eingang eines Kundenauftrages“ die Datensicht im abgebildeten EPK.
3. Analysieren Sie die beigefügten Belege (Anlage 2 – Anlage 9) hinsichtlich der Informationen, die in der Datenbank erfasst werden müssen. Erstellen Sie eine Liste der Informationen, die gespeichert werden sollen.
4. Erstellen Sie auf Grundlage der Prozesskette und Ihrer Analyseergebnis ein Entity-Relationship-Modell (ERM) gemäß der Regeln für die Datenmodellierung nach Peter Chen (siehe oben, Seite 4ff).

Anlage 1

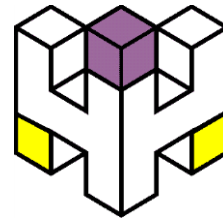
Abfolge von Ereignissen und Funktionen bei Eingang eines Kundenauftrages



Fortsetzung Anlage 1



Anlage 2



HENNING GmbH, Uferstraße 55, 69120 Heidelberg

Firma
Mücke & Partner OHG
Hohe Str. 1

73720 Esslingen

HENNING – Haus der Möbel
Gesellschaft mit beschränkter Haftung

Uferstraße 55
69120 Heidelberg
Tel.: (06221) 4545450
Fax: (06221) 45454598
E-Mail: info @henning.de

Bankverbindung:
Commerzbank Heidelberg
(672 400 39) Konto: 558751771

Steuer-Nr. 52587/25475
USt-IDNr: DE 557896705

Heidelberg, den 10.09.xx

Sehr geehrte Damen und Herren,

auf der letztjährigen Kölner Möbelmesse wurden wir auf Ihr Haus und Ihre Produkte aufmerksam.

Wir sind seit Jahrzehnten eines der führenden Möbelhäuser unserer Stadt und würden uns freuen auch Erzeugnisse Ihrer Produktion anbieten zu dürfen.

Auf der Grundlage des uns vorliegenden Katalogs bestellen wir zur bald möglichen Lieferung:

5 Stück Wandregal UNO – Listenpreis 462,00 €
3 Stück Esstisch NOIR – Listenpreis 1.297,73 €
1 Stück Sideboard MENOS – Listenpreis 1.935,05 €.

Bitte teilen Sie uns einen möglichst genauen Liefertermin mit. Daneben bitten wir um Mitteilung Ihrer Zahlungs- und Lieferungsbedingungen.

Außerdem bitten wir Sie zu prüfen, ob angesichts der von uns in Aussicht zu stellenden hohen Abnahmezahlen ein Rabatt gewährt werden kann.

Wir bitten Sie unseren Auftrag zu bestätigen und verbleiben

mit freundlichen Grüßen

Susi Henning

Anlage 3:

	<p>FIRENCE Möbel & Leuchten GmbH Handelsregister: Stuttgart HRB 12345254 Steuernummer: 52787-21547</p> <p>Königstraße 12 70173 Stuttgart Tel: 0711-123321 Fax: 0711-123322 Mail: info@firence-moebel.de Deutsche Bank: Konto: 6874356 BLZ: 600700700</p>
---	--

FIRENCE Möbel & Leuchten GmbH - Königsstraße 12 - 70173 Stuttgart

Firma
Mücke & Partner OHG
Hohe Straße 1

73720 Esslingen

Stuttgart, 12.09.xx

Sehr geehrter Herr Mainzer,

hiermit bestellen wir

- 15 Stück 200028 Mitnahmetische ALPHA; Listenpreis 114,20 €
- 8 Stück 200015 Sideboard NOBILE; Listenpreis 1.099,15 €
- 3 Stück 200008 Schrankwand VETRO; Listenpreis 1.217,70 €
- 5 Stück 200020 Wandregal INTENDO; Listenpreis 774,80 €

Wir erwarten die Lieferung bis zum 01.10.xx

Bitte bestätigen Sie uns nochmals Ihre Zahlungsbedingung (10 % Rabatt auf den Listenpreis; Zahlungsziel 30 Tage; 3 % Skonto bei Zahlung innerhalb 14 Tagen) sowie den gewünschten Liefertermin.

Mit freundlichen Grüßen

i.A. F. Glück

Franz Glück

Anlage 4

Mücke & Partner OHG

Das Haus der guten Form



MÜCKE & PARTNER OHG, HOHE STR. 1, 73720 ESSLINGEN

Henning GmbH
Uferstraße 55

69120 Heidelberg

Fritz Mücke & Partner OHG
Hohe Straße 1
73720 Esslingen
Tel.: 0711 - 45665-0

Fax: 0711 - 45665-20
URL: <http://www.muecke.de>
Email: verwaltung@muecke.de

Bank: Landesbank Baden-Württemberg
(BLZ 600 501 01) 111 222 33
Deutsche Bank
(BLZ 600 700 70) 123 456 78

USt.-IdNr.: DE 146127688
Steuer-Nr.: 25755-44556
Registergericht: Esslingen HRA 4788/776

Kundennummer: 270056
Auftragsdatum: 12.09.xx
Auftragsnummer: 040382
Ansprechpartner: Fr. Toppmöller
Durchwahl: -18
Esslingen 12.09.xx

Auftragsbestätigung

Sehr geehrte Damen und Herren,

wir freuen uns, Sie als neuen Kunden begrüßen zu dürfen. Als Ihre persönliche Kundenbetreuerin werde ich mich stets bemühen, Ihren Wünschen gerecht zu werden. Folgende Auftragspositionen habe ich für Sie vorgemerkt. Die Lieferung wird voraussichtlich am 02.10.xx erfolgen.

Artikelnr.	Artikelbezeichnung	Menge	Einzelpreis in €
200021	Wandregal UNO	5	462,00
200022	Esstisch NOIR	3	1.297,73
200014	Sideboard MENOS	1	1.935,05

Als Zahlungsbedingung biete ich Ihnen ein Zahlungsziel von 30 Tagen oder 3 % Skonto bei Zahlung innerhalb von 14 Tagen. Die Lieferung der bestellten Ware erfolgt ab Werk.

Leider muss ich Ihnen mitteilen, dass wir mit unseren Kunden erst nach einschlägigen Vertragsabschlüssen über zusätzliche Preisnachlässe verhandeln. Ich hoffe unsere Lieferungs- und Zahlungskonditionen finden Ihre Zustimmung.

Mit freundlichen Grüßen

Vanessa Toppmöller

Anlage 5

Mücke & Partner OHG

Das Haus der guten Form



MÜCKE & PARTNER OHG, HOHE STR. 1, 73720 ESSLINGEN

FIRENCE Möbel & Leuchten GmbH
Königstraße 12
70173 Stuttgart

Fritz Mücke & Partner OHG
Hohe Straße 1
73720 Esslingen
Tel.: 0711 - 45665-0

Fax: 0711 - 45665-20
URL: <http://www.muecke.de>
Email: verwaltung@muecke.de

Bank: Landesbank Baden-Württemberg
(BLZ 600 501 01) 111 222 33
Deutsche Bank
(BLZ 600 700 70) 123 456 78

USt.-IdNr.: DE 146127688
Steuer-Nr.: 25755-44556
Registergericht: Esslingen HRA 4788/71

Kundennummer: 270002
Auftragsdatum: 14.09.xx
Auftragsnummer: 040381
Ansprechpartner: Hr. Mainzer
Durchwahl: -23
Esslingen 14.09.xx

Auftragsbestätigung

Sehr geehrte Damen und Herren,

vielen Dank für Ihre Bestellung vom 12.09.xx. Wir werden nachfolgenden Auftrag für Sie ausführen:

Artikelnr.	Artikelbezeichnung	Menge	Listenpreis in €	Rabatt in €	Nettopreis in €
200028	Mitnahmetische ALPHA	15	114,20	11,42	102,78
200015	Sideboard NOBILE	8	1.099,15	109,92	989,24
200008	Schrankwand VETRO	3	1.217,70	121,77	1.095,93
200020	Wandregal INTENDO	5	774,8	77,48	697,32

Gerne bestätigen wir Ihnen nochmals unsere Zahlungsbedingungen von 3 % Skonto bei Zahlung innerhalb 14 Tagen bzw. 30 Tage Ziel für den Rechnungsbetrag.

Die gewünschte Ware werden wir am 01.10.xx frei Haus liefern.

Mit freundlichen Grüßen

Heinz Mainzer

Anlage 6

Mücke & Partner OHG

Das Haus der guten Form



MÜCKE & PARTNER OHG, HOHE STR. 1, 73720 ESSLINGEN

Henning GmbH
Uferstraße 55

69120 Heidelberg

Fritz Mücke & Partner OHG
Hohe Straße 1
73720 Esslingen
Tel.: 0711 - 45665-0

Fax: 0711 - 45665-20
URL: <http://www.muecke.de>
Email: verwaltung@muecke.de

Bank: Landesbank Baden-Württemberg
(BLZ 600 501 01) 111 222 33
Deutsche Bank
(BLZ 600 700 70) 123 456 78

USt.-IdNr.: DE 146127688
Steuer-Nr.: 25755-44556
Registergericht: Esslingen HRA 4788/776

Kundennummer:	270056
Auftragsnummer:	040382
Ansprechpartner:	Fr. Toppmöller
Durchwahl:	-18
Esslingen	30.09.xx

Ihr Auftrag vom 12.09.xx

Sehr geehrte Damen und Herren,

leider müssen wir Ihnen mitteilen, dass sich die Lieferung der drei Esstische NOIR (Artikelnummer 200022) um acht Tage verzögern wird. Sie können mit der Lieferung am 10.10.xx rechnen.

Das Sideboard MENOS und die fünf Wandregale UNO sind bereits zum Versand bereitgestellt. Die Lieferung erfolgt wie angekündigt zum 02.10.xx.

Bitte entschuldigen Sie den verzögerten Liefertermin.

Mit freundlichen Grüßen

Vanessa Toppmöller

Anlage 7

Auszug aus der Bestandsliste der Fertigerzeugnisse:

Erzeugnisnummer	Bezeichnung	Produktgruppe	Lagerbestand in Stück	Herstellkosten	Kalkulationszuschlag in Prozent
200008	Schrankwand VETRO	III	11	990,00	23
200011	Sideboard GEMINI	III	15	755,00	23
200014	Sideboard MENOS	III	19	1.488,50	30
200015	Sideboard NOBILE	II	18	845,50	30
200016	Sideboard ULTIMO	III	13	1.223,00	20
200019	Wandregal DUO	II	25	495,00	23
200020	Wandregal INTENTO	II	14	596,00	30
200021	Wandregal UNO	II	10	385,00	20
200022	Esstisch NOIR	II	20	998,25	30
200025	Esstisch SERA	III	16	1.355,75	23
200027	Couchtisch GEMINI	II	13	955,00	23
200029	Stuhl COMBRA	III	16	275,25	30
200031	Stuhl LEGGERA	II	22	322,50	30

Anlage 8

Auszug aus der Personalliste:

Personalnummer	Name	Vorname	Geschl.	PLZ	Ort	Straße	Geburtsdatum	Eintrittsdatum	St.-Klasse	Gehalt	Durchwahl
400000	Schneider	Heinrich	M	10	29306	Goezstraße 25	18.10.66	01.11.90	I	4800	2
400001	Schlauch	Franz	M	15	29675	Ulmer Weg 56	01.04.62	02.05.91	III	4400	5
400002	Schlauch	Karin	W	16	29675	Ulmer Weg 56	10.09.66	01.04.91	III	3675	4
400003	Böckle	Jennifer	W	21	29675	Hermannstr. 3	25.05.66	01.06.92	V	4600	3
400004	Hauffe	Johann	M	33	29306	Seestraße 21	01.02.68	02.03.91	III	5400	6
400005	Yilmaz	Ali	M	28	29315	Wehrstr. 87	01.05.71	01.07.00	III	2175	6
400006	Berger	Johann	M	41	30050	Rohrer Weg 3	18.10.66	01.05.01	I	1900	5
400007	Schweizer	Anton	M	22	29303	Schillingstr. 18	30.01.62	01.05.01	III	4950	5
400008	Lambert	Hans	M	26	29306	Molkereistr. 7	29.05.78	02.04.03	III	3450	6
400009	Sautter	Fritz	M	29	28952	Karlstraße 23	12.08.84	01.10.04	V	1900	6
400010	Branduardi	Francesco	M	30	29740	Rosenweg 11A	31.10.79	02.01.05	I	6150	7
400011	Dreizler	Helmut	M	98	29318	Karl-Marx-Str. 2	14.11.84	01.02.05	I	1900	6
400012	Heller	Ulrich	M	20	29531	Lindenallee 78	04.07.88	01.05.05	III	1900	6
400013	Linker	Torsten	M	44	30050	Neckarstr. 23	15.03.82	01.05.05	I	2050	5
400014	Sommer	Achim	M	97	29875	Talwiese 39	20.09.87	01.11.05	I	2100	3
400016	Kratzer	Franz	M	25	29675	Wagnerstr. 38	06.12.82	01.11.05	II	1800	6
400017	Dreiss	Uwe	M	39	29740	Ringstraße 73	03.02.80	02.01.06	III	2900	6

Anlage 9

Auszug aus dem Verkaufskatalog

Sideboard NOBILE



Wandregal INTENDO



Ergebnis der Dokumentenanalyse

Kundendaten

Firma
Adresse
Bankverbindung
Telefon
Fax
E-Mail
Kundenbetreuer
Steuernummer
USt-IDNr.
Lieferbedingungen
Zahlungsbedingungen
Nachlässe

Kundenauftrag

Auftragsnummer
Auftragsdatum
Erzeugnis
Bestellmenge
[Einzelpreis]
gewünschter Liefertermin
Auslieferdatum
Auftragsstatus

Erzeugnisdaten

Erzeugnisnummer
Erzeugnisbezeichnung
Produktgruppe
Lagerbestand
Herstellkosten
Kalkulationszuschlag

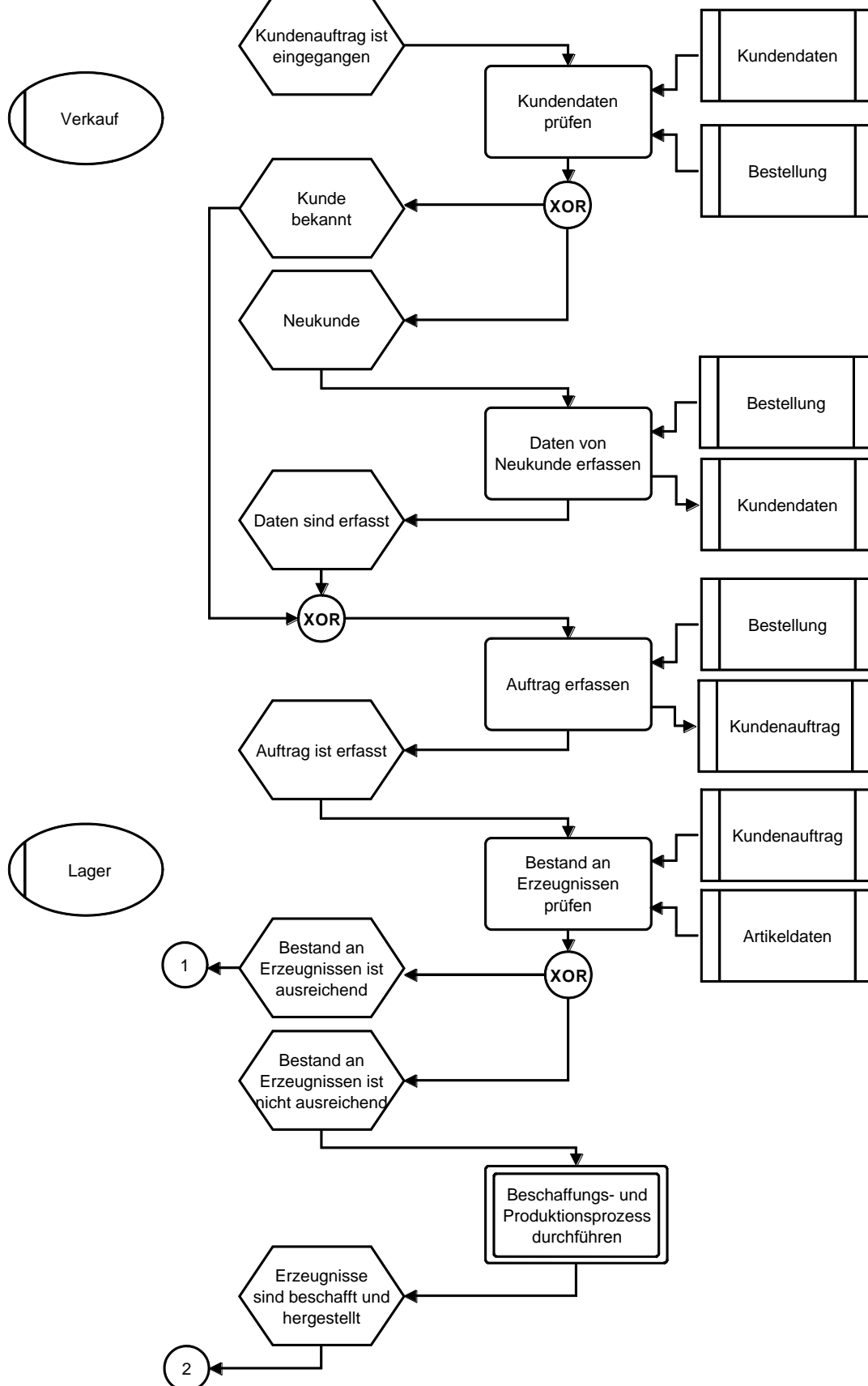
Personaldaten

Personalnummer
Name
Vorname
Geschlecht
Anschrift
Geburtsdatum
Eintritt in das Unternehmen
Steuerklasse
Gehalt
Telefondurchwahl

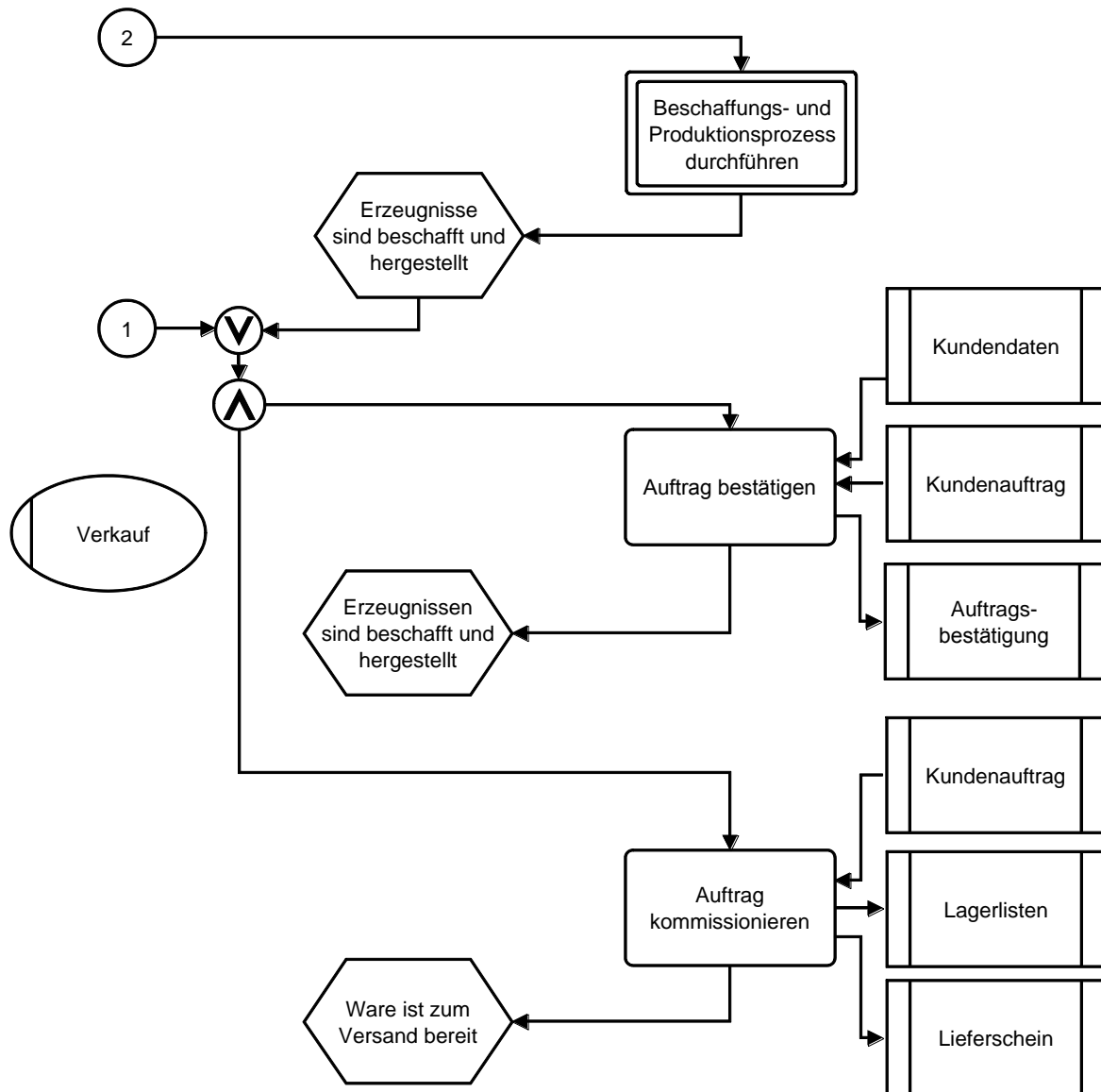
Das Ergebnis der Dokumentenanalyse ist nun Grundlage für die Entwicklung eines Datenmodells. Unter Berücksichtigung der Regeln für die Datenmodellierung sind ein Entity-Relationship-Modell sowie ein Relationenmodell zu entwickeln.

Einen Lösungsvorschlag hierzu finden Sie auf Seite 39.

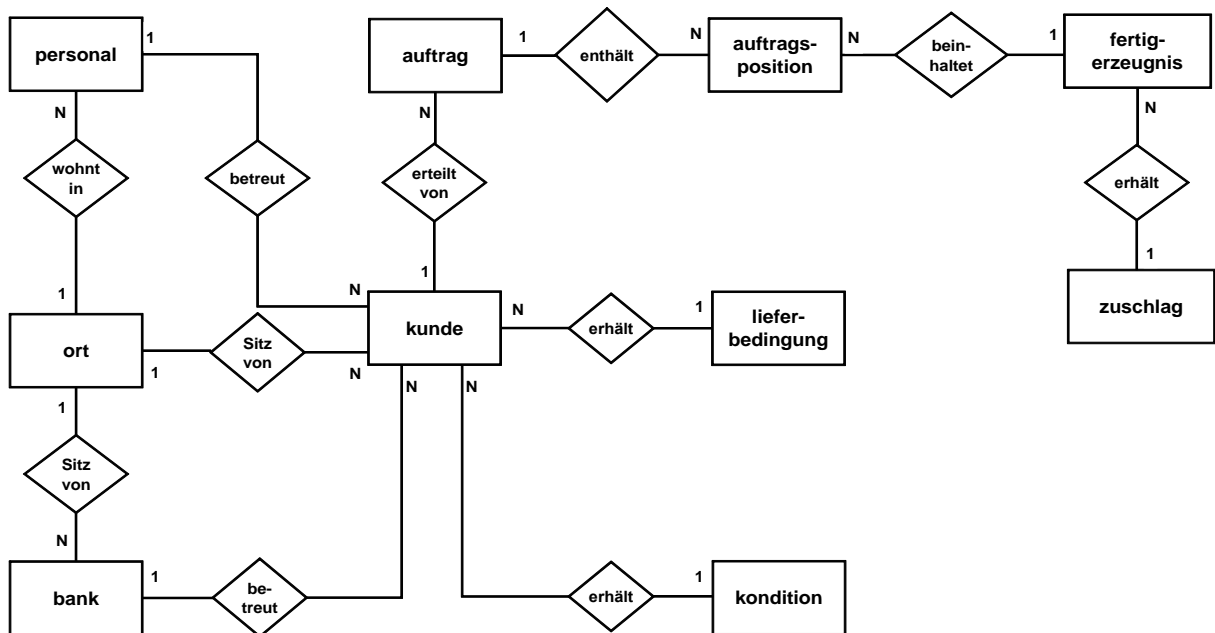
Geschäftsprozess „Kundenauftrag“



Fortsetzung Geschäftsprozess „Kundenauftrag“



ERM-Diagramm zum Prozess "Kundenauftrag"



Relationenmodell zum Prozess "Kundenauftrag "

personal (personalnr, name, vorname, geschlecht, durchwahl, ↑ortnr, strasse, gebtag, eintritt, steuerklasse, gehalt, kostnr)

orte (ortnr, plz, ort)

banken (blz, bankname, ↑ortnr)

kunden (kundennr, firma, strasse, telefon, fax, email, kontonr, steuernr, ust_idnr, ↑ortnr, ↑blz, ↑personalnr, ↑lbnr, ↑konditnr)

auftraege (auftragsnr, auftragsdat, planlieferdatum, ↑kundennr)

auftragspositionen (auftragsposnr, posnr, menge, auslieferungsdatum, status, ↑auftragsnr, ↑fertigerznr,)

fertigerzeugnisse (fertigerznr, bezeichnung, produktgruppe, lagerbestand, herstellkosten, ↑zuschlagsnr)

zuschlaege (zuschlagsnr, zuschlagssatz)

lieferbedingungen (lbnr, bedingung)

konditionen (konditnr, skonto, tage, rabatt)

Erläuternde Hinweise:

Die Betrachtung der Beziehung zwischen den Entitätstypen *kunde* und *fertigerzeugnis* zeigt eine Problematik, die sich bei der Datenmodellierung betriebswirtschaftlicher Sachverhalte immer wieder ergibt:

Die Bestimmung der Kardinalitäten der Beziehung zwischen den Entitätstypen *kunde* und *fertigerzeugnis* ergibt eine M : N – Beziehung

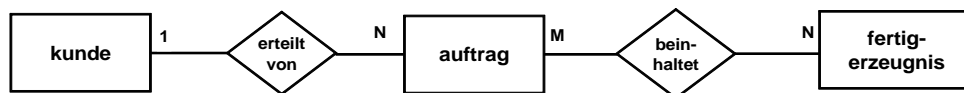


Ein Kunde bestellt ein oder mehrere Fertigerzeugnisse
 Ein Fertigerzeugnis wird von einem oder mehreren Kunden bestellt.

➔ Die Beziehung wird mit Hilfe eines weiteren Entitätstyps „auftrag“ aufgelöst.

Die Bestimmung der Kardinalitäten des erweiterten Modells ergibt:

- 1 : N - Beziehung zwischen den Entitätstypen *kunde* und *auftrag*
- M : N - Beziehung zwischen den Entitätstypen *auftrag* und *fertigerzeugnis*

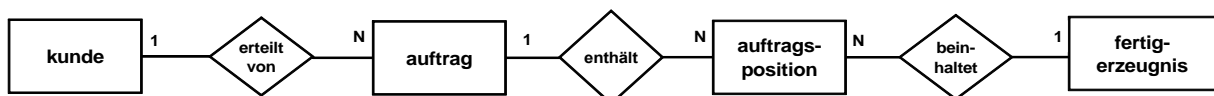


Ein Kunde erteilt einen oder mehrere Aufträge
 Ein Auftrag wird von genau einem Kunden erteilt
 Ein Auftrag beinhaltet einen oder mehrere Fertigerzeugnisse
 Ein Fertigerzeugnis ist in einem oder mehreren Aufträgen enthalten.

➔ Die Beziehung zwischen den Entitätstypen *auftrag* und *fertigerzeugnis* wird mit Hilfe eines weiteren Entitätstyps „auftragsposition“ aufgelöst.

Die Bestimmung der Kardinalitäten des erweiterten Modells ergibt:

- 1 : N - Beziehung zwischen den Entitätstypen *kunde* und *auftrag*
- 1 : N - Beziehung zwischen den Entitätstypen *auftrag* und *auftragsposition*
- 1 : N - Beziehung zwischen den Entitätstypen *fertigerzeugnis* und *auftragsposition*



Ein Kunde erteilt einen oder mehrere Aufträge
 Ein Auftrag wird von genau einem Kunden erteilt
 Ein Auftrag enthält einen oder mehrere Auftragspositionen
 Eine Auftragsposition ist auf genau einem Auftrag enthalten
 Eine Auftragsposition beinhaltet genau ein Fertigerzeugnis
 Ein Fertigerzeugnis ist in einer oder mehreren Auftragspositionen enthalten.

2 Übungsaufgaben zur Erstellung von ERM-Diagrammen

2.1 Projekt „Buchausleihe“

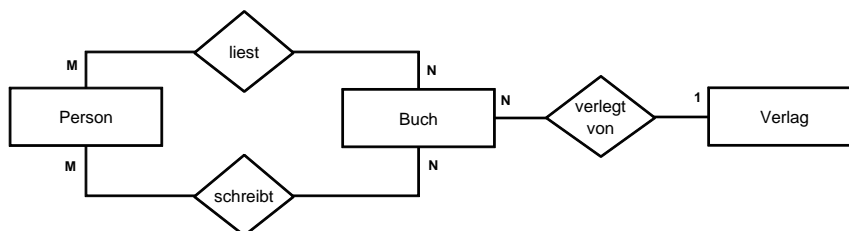
Folgender Sachverhalt liegt zur Analyse vor:

- Es gibt Personen, Bücher und Verlage.
Von jeder Person sollen Vorname und Nachname, von jedem Buch Titel und Autor(en), von jedem Verlag der Name zu erfassen sein.
- Jedes Buch hat einen oder mehrere Autoren.
- Jedes Buch kann für einen bestimmten Zeitraum ausgeliehen werden.
- Ein Ausleiher kann mehrere Bücher ausleihen.
- Ein Autor kann auch Ausleiher sein.
- Ein Buch wird von einem Verlag herausgegeben.

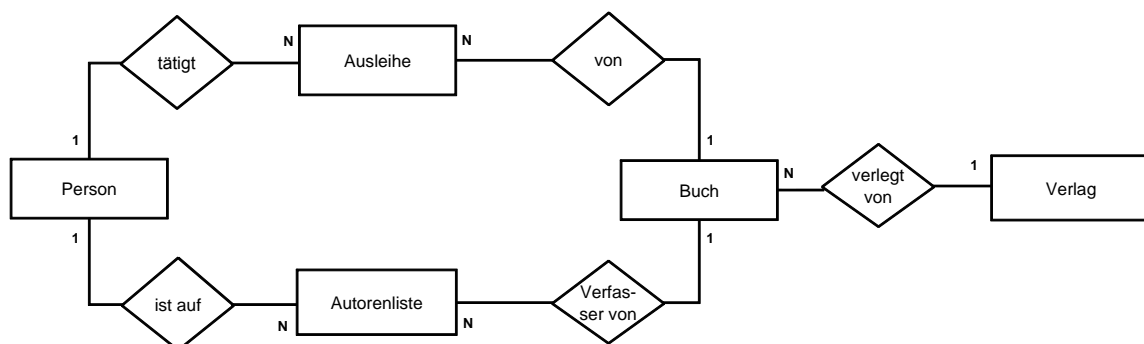
Erstellen Sie unter Beachtung der Normalisierungsregel 3NF ein Entity-Relationship-Modell sowie ein Relationenmodell mit den wichtigsten Attributen.

Lösungsvorschlag Projekt „Buchausleihe“

ERD mit M : N - Beziehung



ERD mit aufgelösten Beziehungen:



Relationenmodell

personen (personenNr, name, vorname)
 autoren (autorenNr, ↑personenNr, ↑buchNr)
 buecher (buchNr, titel, ↑verlagNr)
 verlage (verlagNr, verlagname)
 ausleihen (ausleihNr, von, bis, ↑personenNr, ↑buchNr)

2.2 Projekt „Volkshochschule“

Die Kurse der Volkshochschule Nellingen sollen in einer relationalen Datenbank gespeichert werden. Die Teilnehmer können sich zu mehreren Kursen anmelden. Die Kurse finden in bestimmten Räumen statt. Ein Referent kann mehrere Kurse anbieten. Ein Kurs wird immer von einem Referenten geleitet.

Nachfolgende Informationen sollen in der Datenbank gespeichert werden:

Teilnehmer: Teilnehmer 001, Jule Krampf, Hauptstraße 11, 70599 Stuttgart
(Ortnummer: 78899), geboren am 10.10.1988.

Teilnehmer 002, Johann Schramm, Uferstraße 5, 70599 Stuttgart
(Ortnummer: 78899), geboren am 19.02.1992.

...

Kurse: VHS-Kurs 10_100: Relationale Datenbanken, Gebühr: 80,00 Euro,
in Raum Nummer 1: „PC-Saal“,
Referent: Fritz Müller (Referentennummer 1).

VHS-Kurs 10_101: Englisch für Anfänger, Gebühr: 30,00 Euro,
in Raum Nummer 2: „Gruppenraum“,
Referent: Heidi Heidenei (Referentennummer 2).

....

Jule Krampf belegt den Kurs „Relationale Datenbanken“; Kursgebühr bezahlt.

Jule Krampf belegt den Kurs „Englisch für Anfänger“; Kursgebühr bezahlt.

Johann Schramm belegt den Kurs „Englisch für Anfänger“; Kursgebühr offen.

...

Räume: Raum 1: PC-Saal, 18 Plätze.
Raum 2: Gruppenraum, 8 Plätze.
Raum 3: Kursraum Esslingen, 30 Plätze.

....

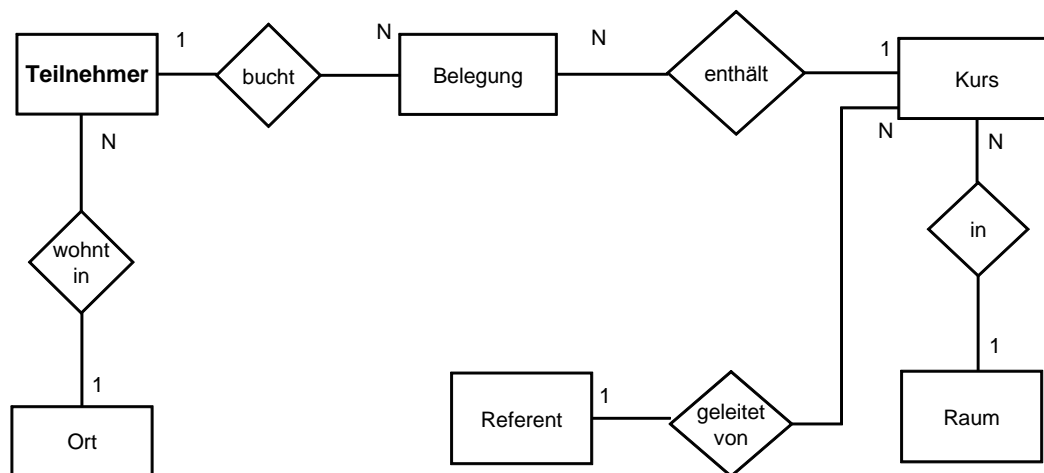
Referenten: 1 Fritz Müller;
2 Heidi Heidenei

....

Entwickeln Sie ein ERD, das den Regeln der 3. Normalform entspricht.

Erstellen Sie auf Basis der angegebenen Informationen ein Relationenmodell.

Lösungsvorschlag Projekt „Volkshochschule“



Relationenmodell:

teilnehmer (teilnehmerNr, name, vorname, ↑ortNr, strasse, gebtag)

belegungen (belegNr, ↑kursNr, ↑teilnehmerNr, bezahlt)

kurse (kursNr, bezeichnung, gebuehr, ↑raumNr, ↑referentNr)

raeume (raumNr, bezeichnung, plaetze)

referenten (referentenNr, name, vorname)

2.3 Projekt „Flugzeugwartung“

Das Softwarehaus IT-Technology hat den Auftrag, für die Fluggesellschaft German-Fly eine neue Anwendungssoftware zu entwickeln. Unter anderem soll ein Datenmodell für ein relationales Datenbanksystem entwickelt werden. In einer ersten Projektphase sind folgende Sachverhalte zu berücksichtigen:

Im Eigentum der Fluggesellschaft befinden sich 28 Flugzeuge unterschiedlicher Hersteller (Airbus, Kontakt: +33 561 933 333; Boeing, Kontakt +1 312 544 2140; BAE Systems, Kontakt +44 1252 373232; u.a.). Jedes Flugzeug ist auf einen eigenen Namen "getauft". Die Maschinen werden für Flüge eingesetzt, die Flughäfen auf der ganzen Welt ansteuern.

Die German Fly beschäftigt 125 Mitarbeiter mit unterschiedlichen Ausbildungsberufen als Monteure (Mechaniker, Mechatroniker, Elektroniker, etc.), die für die Wartung der Flugzeuge zuständig sind. Zu beachten ist, dass einige Mitarbeiter mehrere Ausbildungsberufe erlernt haben.

Nach jedem Flug werden die Flugzeuge am Zielflughafen (Franz-Josef-Strauß Flughafen - München; Heathrow Airport - London; John F. Kennedy International Airport. - New York; etc.) einer umfangreichen Wartung unterzogen. (Zwischenlandungen sowie die dort vorgenommenen Inspektionen sollen vorläufig nicht berücksichtigt werden.)

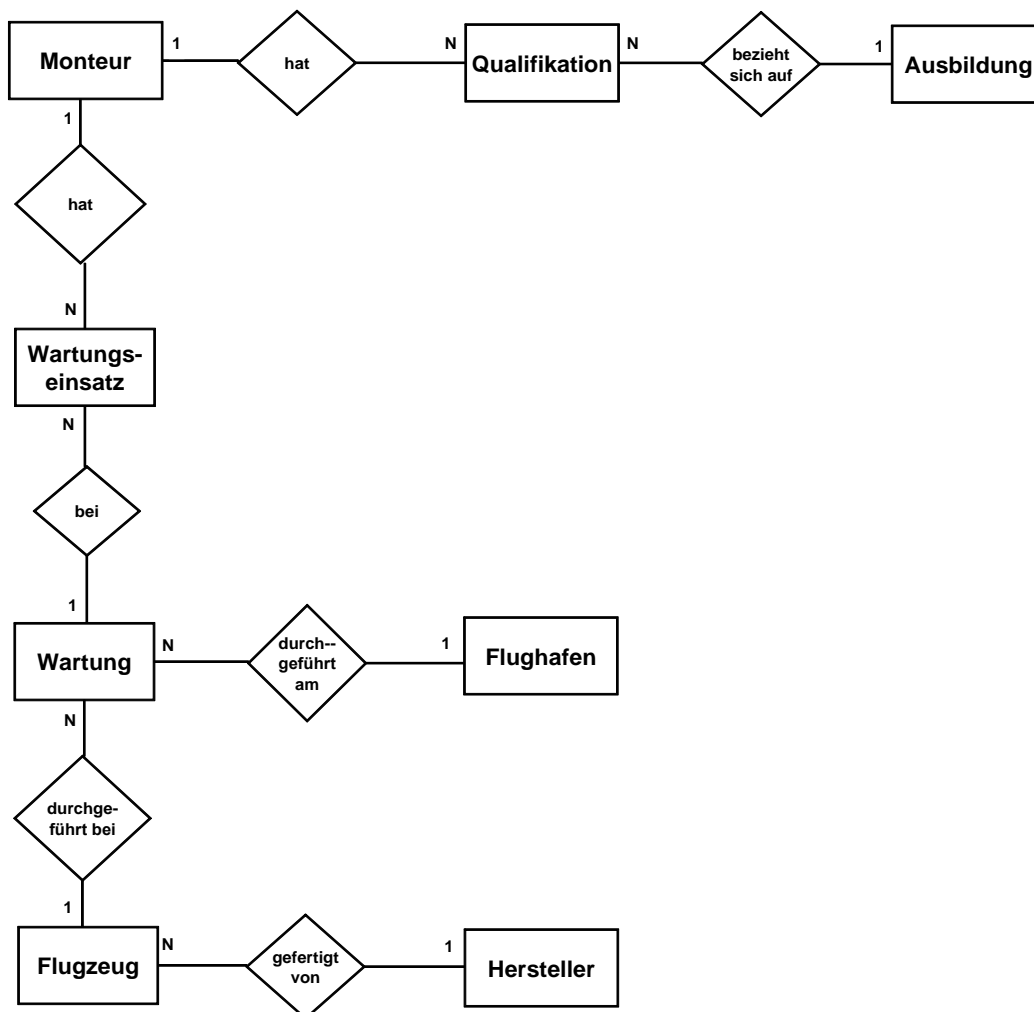
Für jede Wartung sind das Datum der Wartung und die eingesetzten Monteure festzuhalten. Darüber hinaus ist die benötigte Arbeitszeit jedes Monteurs zu erfassen.

Entwickeln Sie ein ERD, das den Regeln der 3. Normalform entspricht.

Erstellen Sie auf Basis der angegebenen Informationen ein Relationenmodell.

Lösungsvorschlag Projekt „Flugzeugwartung“

Entity-Relationship-Diagramm



Relationenmodell

flugzeuge (flugzeugnummer, flugzeugname)

hersteller (herstellernummer, herstellername, kontakt)

wartungen (wartungsnummer, wartungsdatum, ↑flugzeugnummer, ↑flughafennummer)

flughafen (flughafennummer, name, ort)

monteure (monteurnummer, vorname, name)

wartungseinsaetze (einsatznummer, arbeitszeit, ↑monteurnummer, ↑wartungsnummer)

ausbildungen (ausbildungsnummer, bezeichnung)

qualifikationen (qualifikationsnummer, ↑monteurnummer, ↑ausbildungsnummer)

2.4 Projekt „Soziales Netzwerk“

Das SchülerSpace ist ein webbasiertes soziales Netzwerk, in dem interessierte Schülerinnen und Schüler eine Online-Community bilden.

Bei der ersten Anmeldung müssen die Teilnehmer ihr Geburtsdatum, ihr Geschlecht und einen eindeutigen "Nickname" (darf in der Datenbank nur einmal vorkommen) eingeben. Außerdem müssen sie die Schule (Name und Sitz der Schule), an der sie gerade sind, sowie ihren aktuellen Wohnort mit Postleitzahl und Anschrift angeben.

Darüber hinaus können verschiedene Eigenschaften ausgewählt werden. Vorläufig soll diese Möglichkeit auf folgende Eigenschaften beschränkt sein:

- Hobbies (z.B.: Musik, Fußball, etc.),
- Wunschhochschule (z.B.: Ludwig-Maximilians-Universität, 80539 München; Humboldt-Universität, 10117 Berlin; etc.)

Bei der Wahl der Wunschhochschule können maximal drei Hochschulen ausgewählt und die jeweilige Präferenz (1., 2., 3.) zugeordnet werden.

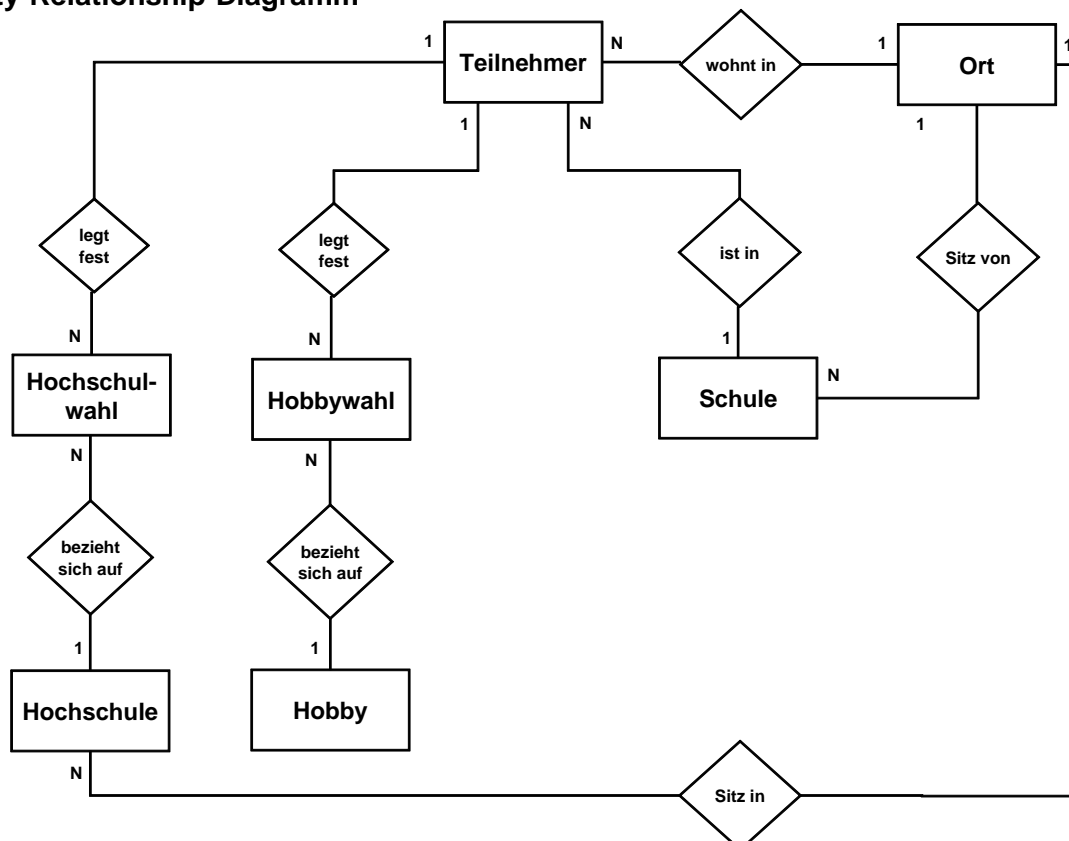
Für jedes ausgewählte Hobby ist anzugeben, seit wann dieses ausgeübt wird. Die Anzahl der gewählten Hobbys ist nicht eingeschränkt.

Entwickeln Sie ein ERD, das den Regeln der 3. Normalform entspricht.

Erstellen Sie auf Basis der angegebenen Informationen ein Relationenmodell.

Lösungsvorschlag Projekt „Soziales Netzwerk“

Entity-Relationship-Diagramm



Relationenmodell

teilnehmer (nickname, gebTag, geschl, strasse, ↑schulNr, ↑ortNr)

orte (ortNr, plz, name)

schulen (schulNr, schulname, strasse ↑ortNr)

hochschulen (hochschulNr, hochschulname, ↑ortNr)

hobbys (hobbyNr, bezeichnung)

hochschulwahlen (hochschulwahlNr, praeferenz, ↑nickname, ↑hochschulNr)

hobbywahlen (hobbywahlNr, seit, ↑nickname, ↑hobbyNr)

2.5 Projekt „Sportverein Splieningen“

- 1 Der Spiel- und Sportverein Splieningen e.V. (SSV) ist ein vor zwei Jahren gegründeter Sportverein. Zur Zeit bietet er folgende Sportarten an:

Fußball	Volleyball	Tennis	Judo
Handball	Basketball	Fechten	Karate

Der Vereinsvorstand des SSV will die Mitgliederdaten mit Hilfe einer relationalen Datenbank verwalten. Als Entwickler dieser Datenbank erhalten Sie den Auftrag, ein Entity-Relationship-Modell zu entwickeln, das folgende Sachverhalte berücksichtigt:

Jedes Mitglied, von dem Vorname, Name, Anschrift mit Straße, PLZ und Wohnort sowie die Bankverbindung zu erfassen ist, kann eine oder mehrere Sportarten ausüben. Die Datenbank soll auch Auskunft darüber geben können, seit wann ein Mitglied eine bestimmte Sportart ausübt. Die Angaben zur Bankverbindung umfassen die Informationen Kontonummer, Bankleitzahl, Anschrift der Bankniederlassung mit Straße, PLZ und Ort der Niederlassung. Die Mitgliedsbeiträge sind in die Kategorien "Jugendliche", "Erwachsene", "Familienbeitrag" und "Familienmitglied" gestaffelt. Jugendliche bezahlen 35,00 Euro pro Jahr, Erwachsene 75,00 Euro. Der Familienbeitrag beträgt 100,00 Euro. Er wird von einer Person der Familie erhoben. Die übrigen Familienmitglieder müssen keinen Beitrag leisten (beitrag = 0).

Entwickeln Sie ein ERD, das den Regeln der 3. Normalform entspricht.

Erstellen Sie auf Basis der angegebenen Informationen ein Relationenmodell.

- 2 Aufbauend auf das vorgelegte Entity-Relationship-Modell wünscht der Vereinsvorstand für die Organisation von Wettkämpfen und Turnieren die Realisierung weiterer Funktionen unter Beachtung der folgenden Bedingungen:
 - Die verschiedenen Abteilungen des SSV Splieningen veranstalten eigenverantwortlich Wettkämpfe bzw. Turniere, zu denen befreundete Vereine eingeladen werden. Die Daten dieser Vereine werden in der Tabelle FREMDVEREIN erfasst. Diese Tabelle enthält den Namen und die Anschrift (Straße, PLZ und Ort) des jeweiligen Vereins.
 - Es kommt häufig vor, dass befreundete Vereine zu verschiedenen Veranstaltungen eingeladen werden.

- Der Vorstand des SSV möchte diese Veranstaltungen mit jeweiligem Titel (z.B. Ottenbruch-Cup), betreffender Sportart (z.B. Fußball), Veranstaltungsdatum, den teilnehmenden Vereinen sowie dem jeweils verantwortlichen Leiter erfassen können. Darüber hinaus soll das jeweilige Datum erfasst werden, an dem sich ein befreundeter Verein zur Teilnahme an einer Veranstaltung angemeldet hat.
- Der verantwortliche Leiter einer Veranstaltung kann immer nur ein Mitglied des SSV Splieningen sein.

Ergänzen Sie das Entity-Relationship-Modell und das Relationenmodell aus Aufgabe 1 unter Berücksichtigung dieser Bedingungen.

- 3 Der SSV Splieningen betreibt in den Vereinsräumen ein Cafe im Rahmen eines Gewerbebetriebes. In diesem Zusammenhang konnten folgende Sachverhalte beobachtet werden:

Vorgang 1:

Bestellung am 10.05.d.J. bei der Firma Getränkemarkt Rossert GmbH, Hofweg 4, 71673 Asperg:

12 Kisten Apfelsaft der Marke *Filderglück natur* zum Preis von je 6,45 € netto.

18 Kisten Mineralwasser der Marke *Prickel* zum Preis von je 3,19 € netto

Vorgang 2:

Die Bestandsaufnahme der Getränke ergab einen Bestand an Apfelsaft der Marke *Filderglück natur* von zwei Kisten und einen Bestand an Mineralwasser der Marke *Prickel* von vier Kisten.

Vorgang 3:

Die Firma Getränkemarkt Altkauf GmbH, Grüner Hof 5, 70360 Stuttgart lieferte am 28.05.d.J.:

10 Kisten Mineralwasser der Marke Naturquell zum Preis von je 3,99 € netto

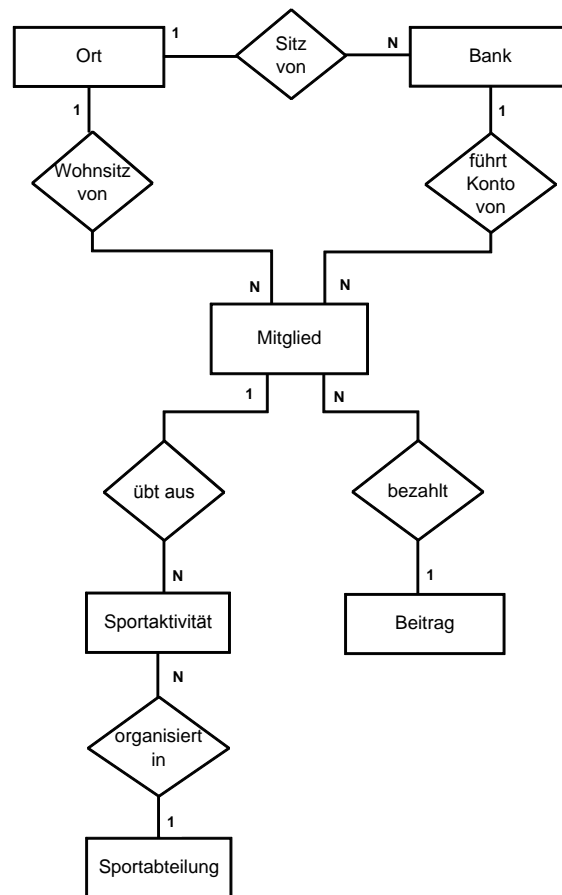
5 Kisten Apfelsaft der Marke *Filderglück natur* zum Preis von je 6,95 € netto.

Es soll möglich sein, die in den beschriebenen Vorgängen anfallenden Daten ebenfalls mit Hilfe einer relationalen Datenbank zu verwalten.

Entwickeln Sie hierzu ein Datenmodell (ERD und Relationenmodell in 3. Normalform).

Lösungsvorschlag Projekt „Sportverein Splieningen“

Entity-Relationship-Diagramm (zu Aufgabe 1)



Relationenmodell (zu Aufgabe 1)

mitglieder (mitgliedNr, vorname, name, strasse, ↑ortNr)

sportabteilungen (abteilungNr, bezeichnung)

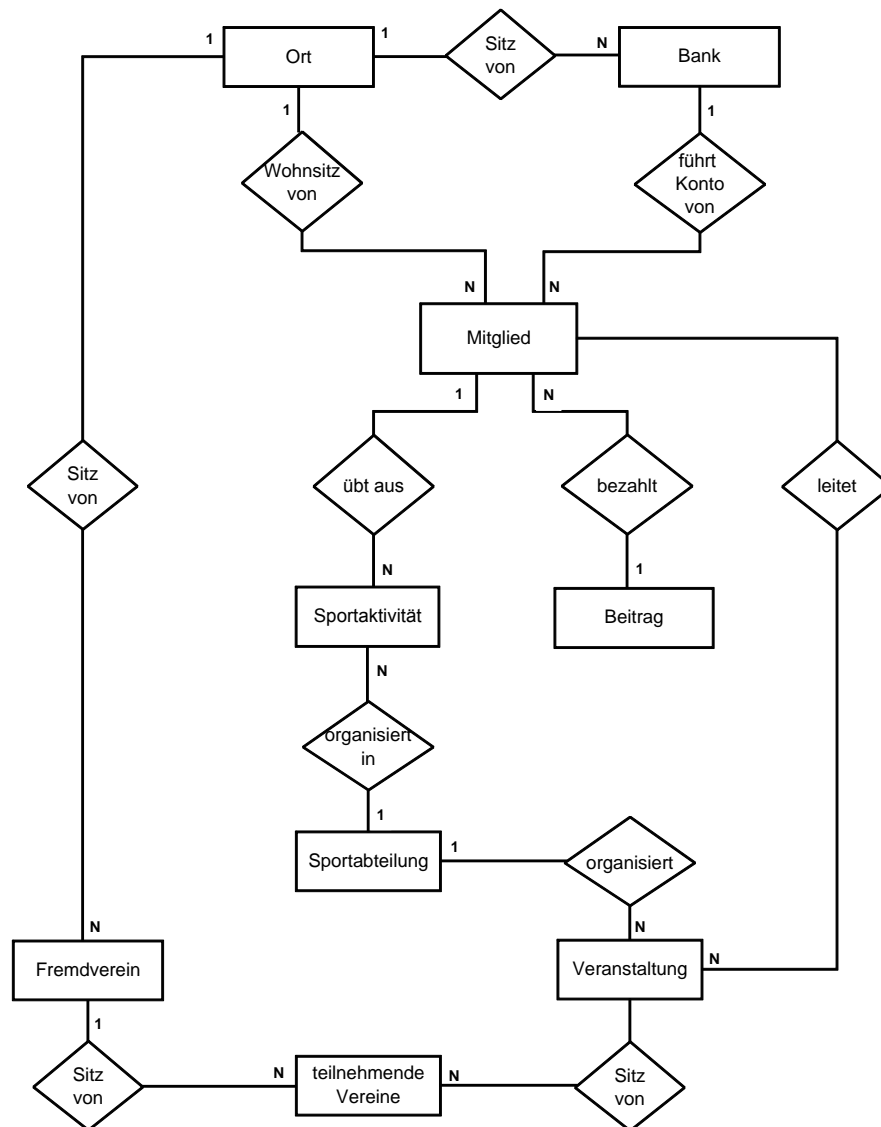
sportaktivitaeten (aktivitaetNr, beginn, ↑mitgliedNr, ↑abteilungNr)

beitraege (beitragNr, beitrag)

banken (blz, bankname, ↑ortNr)

orte (ortNr, ortname)

Entity-Relationship-Diagramm (zu Aufgabe 2)

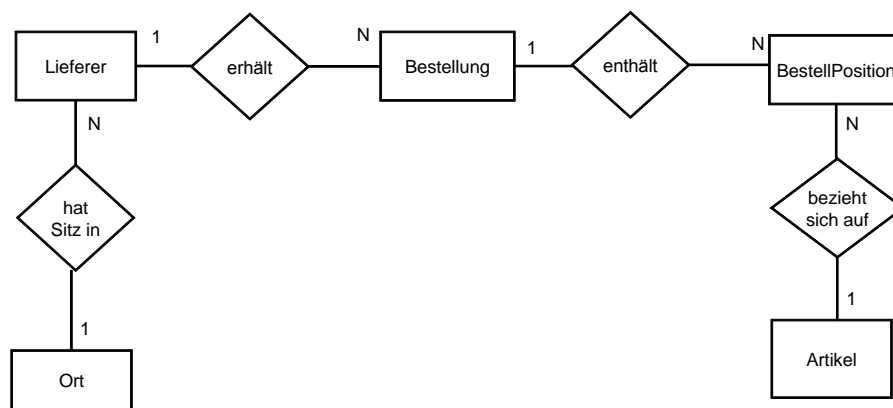


Relationenmodell (zu Aufgabe 2)

mitglieder (mitgliedNr, vorname, name, strasse, ↑ortNr)
 sportabteilungen (abteilungNr, bezeichnung)
 sportaktivitaeten (aktivitaetNr, beginn, ↑mitgliedNr, ↑abteilungNr)
 beitraege (beitragNr, beitragsbetrag)
 banken (blz, bankname, ↑ortNr)
 orte (ortNr, ortname)

fremdvereine (vereinNr, name, strasse, ↑ortNr)
 veranstaltungen (veranstaltungsNr, veranstaltungsdatum, ↑mitgliedNr, ↑abteilungsNr)
 teilnehmendeVereine (teilnahmeNr, anmeldedatum, ↑veranstaltungsNr, ↑vereinNr)

Entity-Relationship-Diagramm (zu Aufgabe 3)



Relationenmodell (zu Aufgabe 3)

lieferer (lieferNr, liefererbez, liefererstrasse, ↑ortNr)

artikel (artikelNr, artikelbez, lagerbestand)

bestellungen (bestellNr, bestdatum, ↑lieferNr)

bestellPositionen (positionsNr, bestellmenge, bestellpreis, ↑bestellNr, ↑artikelNr)

orte (ortNr, ...) existiert bereits

2.6 Projekt „Symphonieorchester“

Die Leitung des Symphonieorchesters Bad Boll verwaltet die Daten der Musiker in folgender Liste:

Manfred Krug	Hauptstraße 6, 73207 Plochingen	0711-8529630	25.08.1988	Kontrabass	300	-	
Heinz Tischer	Rosenweg 22, 75365 Calw	07051-456210	12.07.1992	Posaune	340	-	
Marie Ditsche	Deggendorfer Str. 3, 73730 Esslingen	0711-3584512	07.05.1995	Oboe, Klarinette	310	-	
Heide Rühle	Schulgässle 23, 71299 Leonberg	07152-886320	30.08.1991	Harfe	280	Notenwart	20
Jo Marschall	Am Brunnen 8, 71691 Freiberg/N.	07141-654987	08.06.1988	Geige	325	Erste Geige	25
Richy Heaven	Klostergasse 33, 73770 Denkendorf	0711-597520	11.01.1983	Geige	325	-	
Theo Wunder	Seerosengasse 6, 73240 Wendlingen	07024-987321	27.08.1994	Pauke, Becken	280	-	
Franz Hofer	Röntgenstraße 95, 71063 Sindelfingen	07031-357689	15.06.1993	Geige	320	Sprecher	20
Clara Zettel	Hauptstraße 55, 89073 Ulm	0731-445588	05.09.2001	Geige, Bratsche	300	Notenwart	30
Paul Ritter	Filderstraße 37, 70599 Stuttgart	0711-456987	10.10.1976	Dirigent	380	Leiter	40

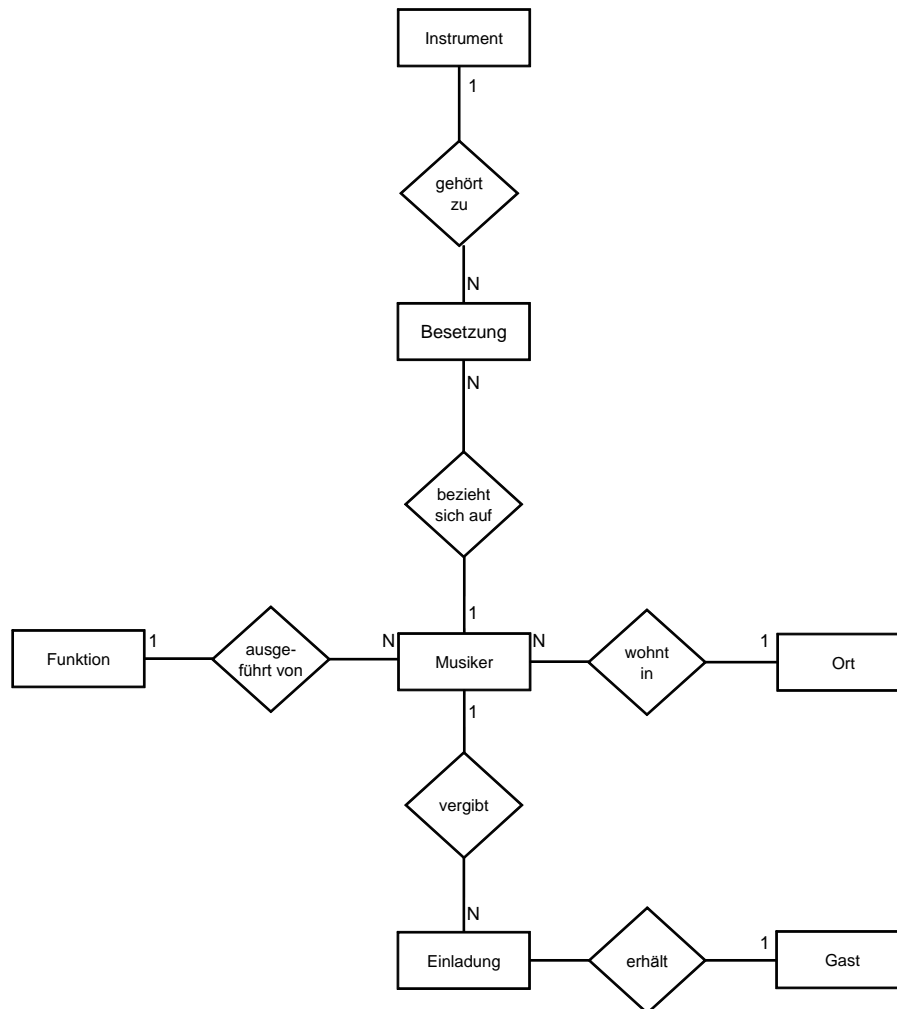
Jeder Musiker erhält eine Gage. Abhängig von seiner Zusatzfunktion (z.B. Notenwart etc.) wird ein Gagenzuschlag gewährt. Jedes Orchestermmitglied kann höchstens eine Zusatzfunktion übernehmen. Die Tabelle enthält das Datum des Eintritts eines Musikers in das Orchester. Neben den beschriebenen Daten soll auch die Vergabe von Freikarten durch die Orchestermitglieder verwaltet werden. Dabei ist festzuhalten werden, welches Mitglied an welchen Gast wie viele Karten vergibt.

Beispiel: Susi Fröhlich wird eingeladen von Clara Zettel und erhält 2 Karten.
Hans Meiser wird eingeladen von Richy Heaven und erhält 1 Karte. usw.

Erstellen Sie unter Beachtung der Normalisierungsregel 3NF ein Entity-Relationship-Modell und ein Relationenmodell für den beschriebenen Sachverhalt.

Lösungsvorschlag Projekt „Symphonieorchester“

Entity-Relationship-Diagramm



Relationenmodell:

musiker (musikerNr, mName, mVorname, straße, ↑ortNr, telefon, datum, gage, ↑funktionsNr)

instrumente (instrumentenNr, instrument)

zuordnung_Instrumente_Musikers (zuordnungsNr, ↑musikerNr, ↑instrumentenNr)

funktionen (funktionenNr, funktion, gagenzulage)

orte (ortNr, plz, ortoname)

gaeste (gastNr, gastname, gastvorname)

einladungen (einladungsNr, anzahlKarten, ↑musikerNr, ↑gastNr)

2.7 Projekt „Firmenwagenverwaltung der Firma Spectral Lacke“

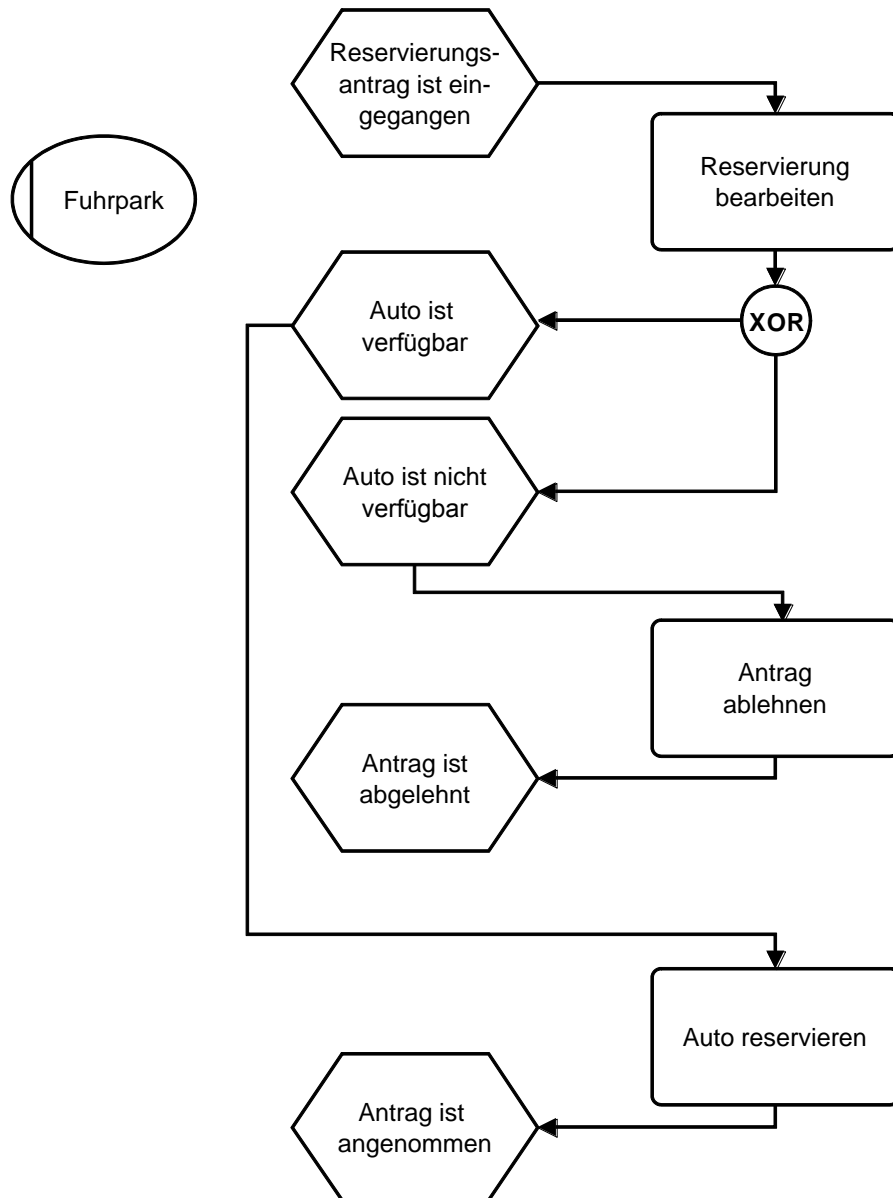
Die Firma Spectral-Lacke erteilt den Auftrag für die Verwaltung der Firmenfahrzeuge eine Datenbank mit den definierten Funktionalitäten zu entwerfen. Die Anforderungen an die zu entwerfende Softwarelösung wurden in mehreren Gesprächen mit der Geschäftsleitung besprochen. Daraus ergeben sich folgende Funktionen, welche die Software realisieren soll:

- Firmenfahrzeuge können von Mitarbeitern nur dann benutzt werden, wenn sie zuvor reserviert wurden.
- Der Benutzer (Mitarbeiter) reserviert ein Fahrzeug für einen oder mehrere Tage.
- Es soll möglich sein, ein Auto dauerhaft für eine bestimmte Person zu reservieren.
- Vom Benutzer sollen Name, Vorname, die Nummer der Abteilung, in der er beschäftigt ist, sowie ein eindeutig identifizierbares Namenskürzel erfasst werden können.
- Die Autos sollen nach Kfz-Kennzeichen, Anschaffungsdatum und nach Autotyp geordnet werden können.
- Für jedes Auto sind der Kaufpreis und der aufgelaufene Abschreibungsbetrag zu erfassen.
- Im Fuhrpark der Spectral-Lacke befinden sich verschiedene Autotypen (z.B. Golf, Passat etc.) unterschiedlicher Hersteller (Volkswagen, Opel etc.).
- Für jeden Autotyp soll der vom Hersteller mitgeteilte durchschnittliche Verbrauch erfasst werden können.
- Von jedem Tankvorgang sind das Datum, die Kraftstoffart (Diesel etc.), die Tankmenge sowie die Kosten zu erfassen.
- Bei den Betankungen soll auch erkennbar sein, welcher Mitarbeiter diese an welcher Tankstelle vornahm.
- Werkstattaufenthalte sind mit dem Datum der Übergabe an die Werkstatt sowie dem Datum der Rückgabe, dem Kilometerstand und den entstandenen Kosten sowie dem Namen der Werkstatt zu protokolliert.
- Für jedes Fahrzeug wird ein Versicherungsvertrag abgeschlossen.
- Die Fahrzeuge sind bei verschiedenen Versicherungsgesellschaften versichert.
- Für jeden Versicherungsvertrag soll die Versicherungsart (Haftpflicht, Kasko) und die jährliche Versicherungsprämie erfasst werden.

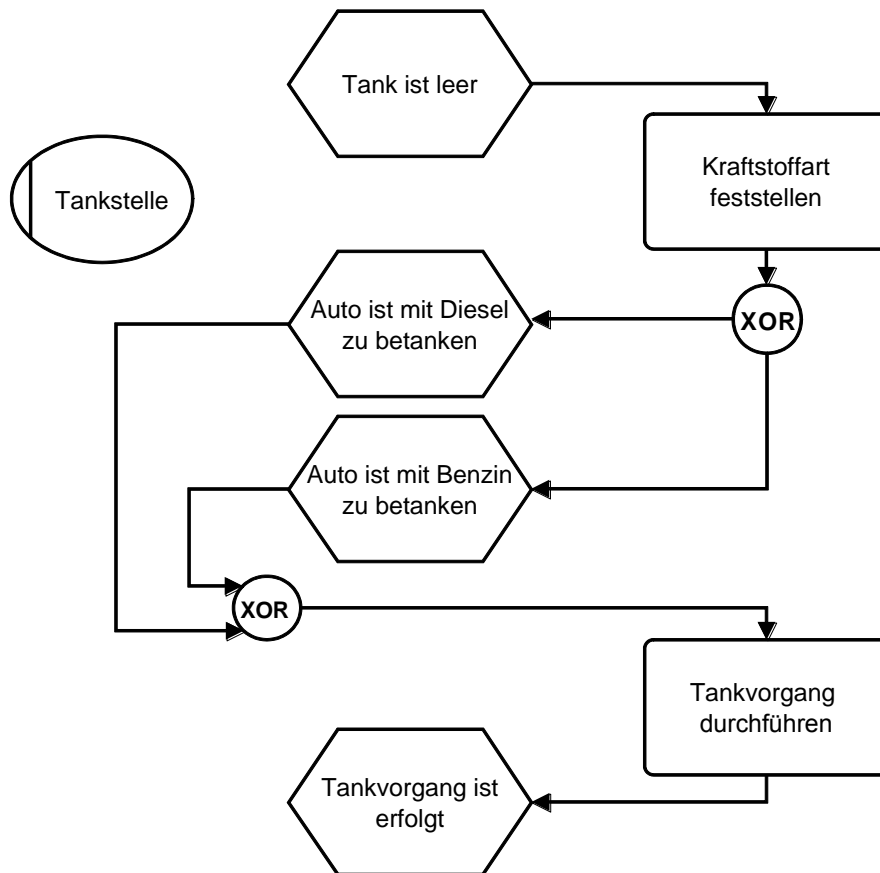
- 1 Analysieren Sie die in der Anlage abgebildeten vereinfachten Teilprozesse.
- 2 Ergänzen Sie die ereignisgesteuerten Prozessketten um die Datensicht.
- 3 Entwickeln Sie aus den vier Teil-Geschäftsprozessen ein Entity-Relationship-Modell.

Prozesskette ohne Datensicht

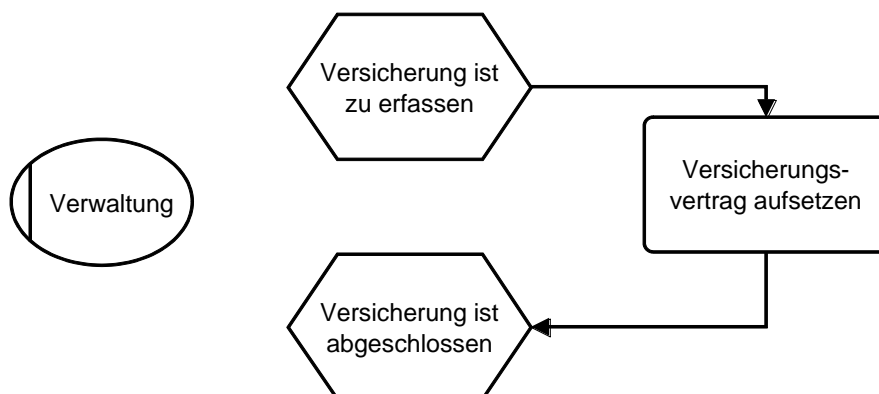
Teil-Geschäftsprozess "Reservierung durchführen"



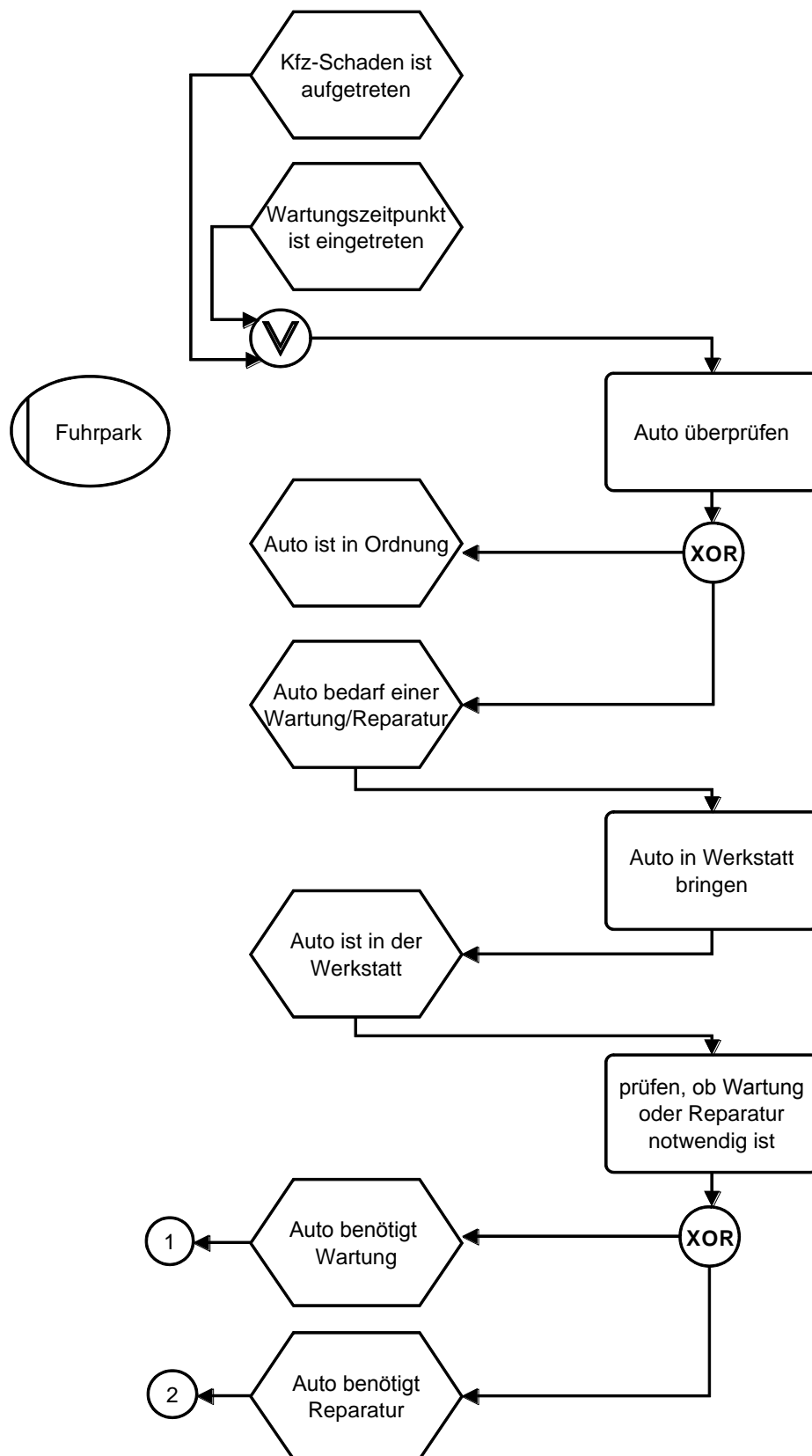
Teil-Geschäftsprozess "Auto betanken"



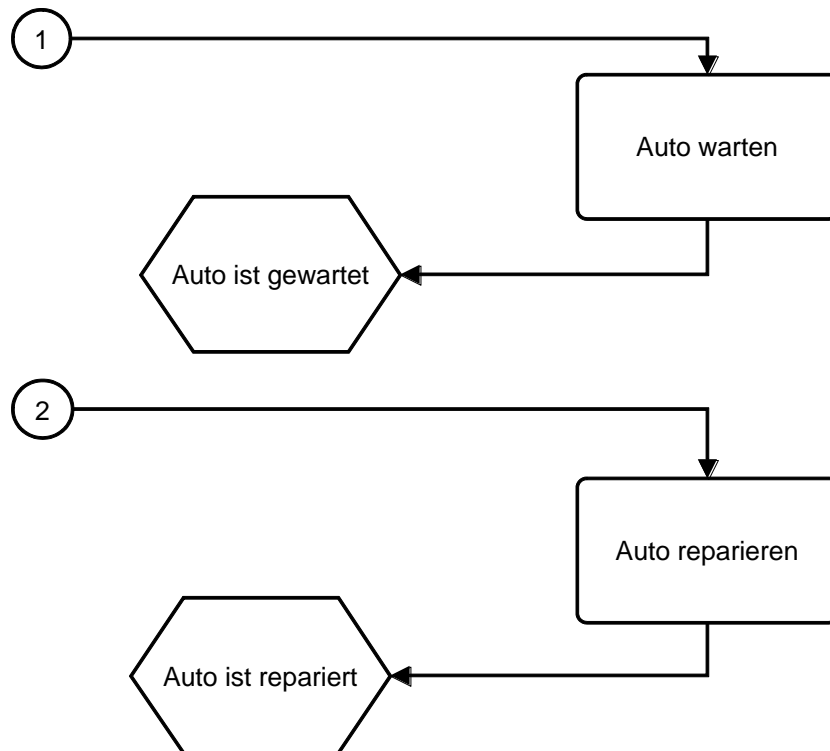
Teil-Geschäftsprozess "Auto versichern"



Teil-Geschäftsprozess "Auto warten"

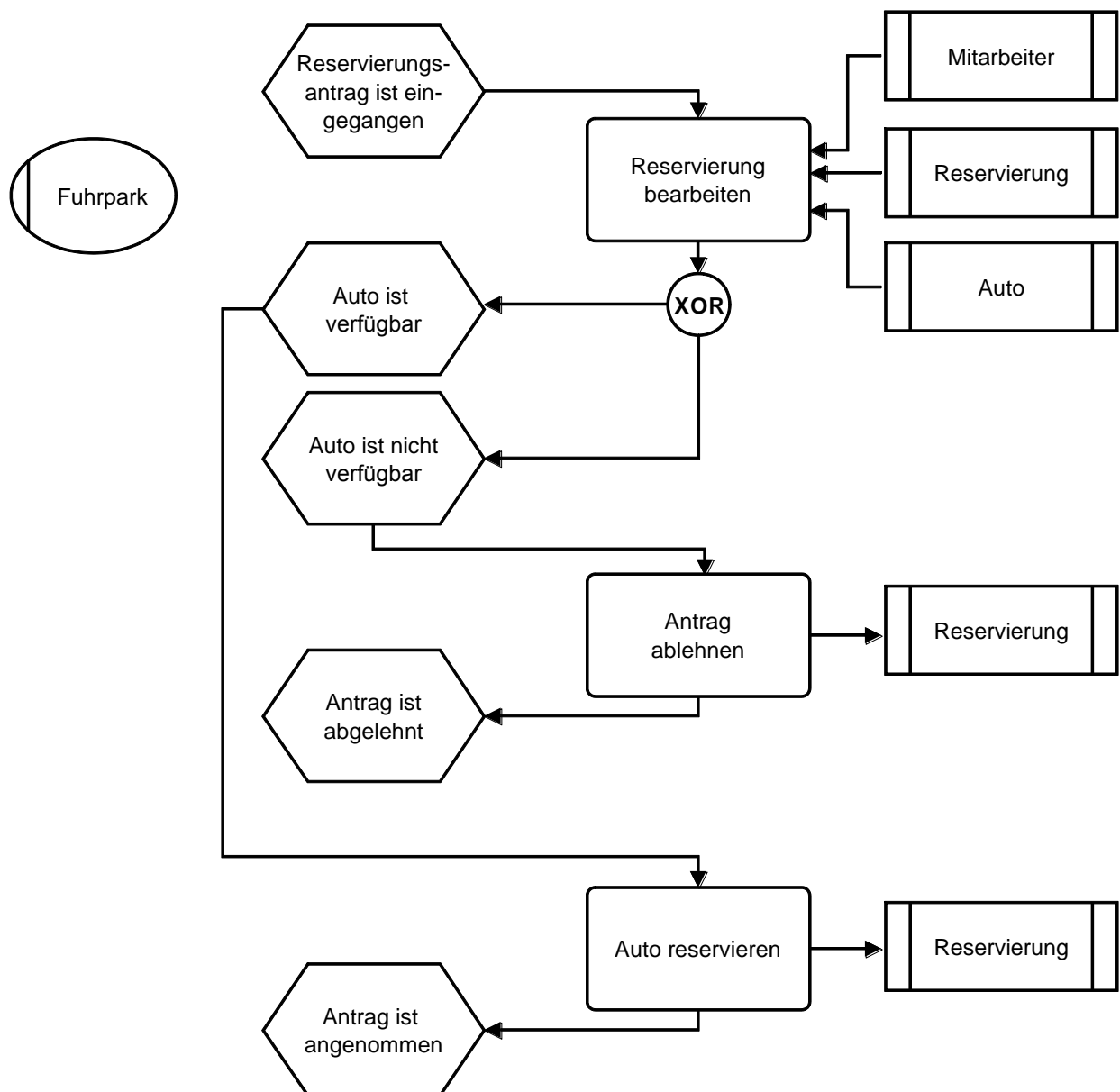


Fortsetzung Teil-Geschäftsprozess "Auto warten"

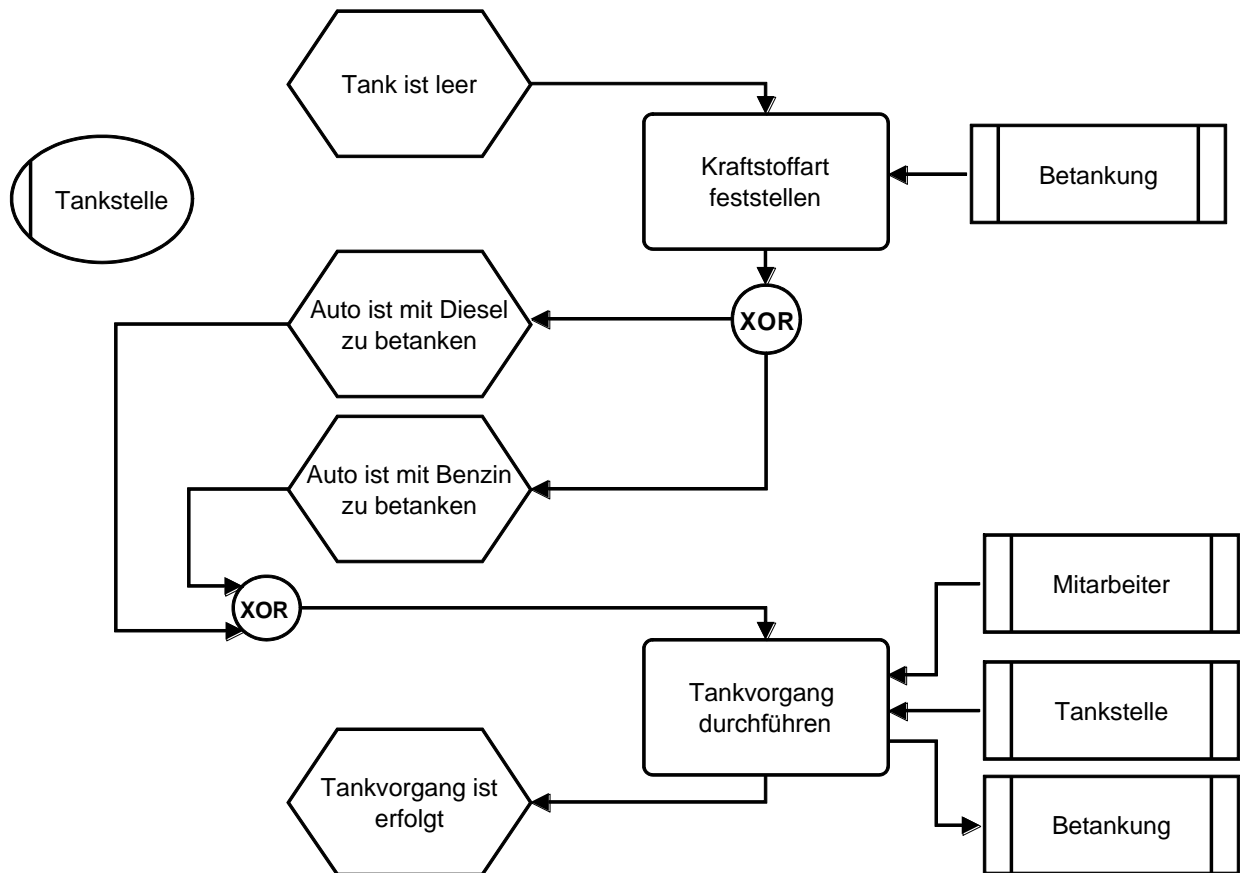


Prozesskette mit Datensicht

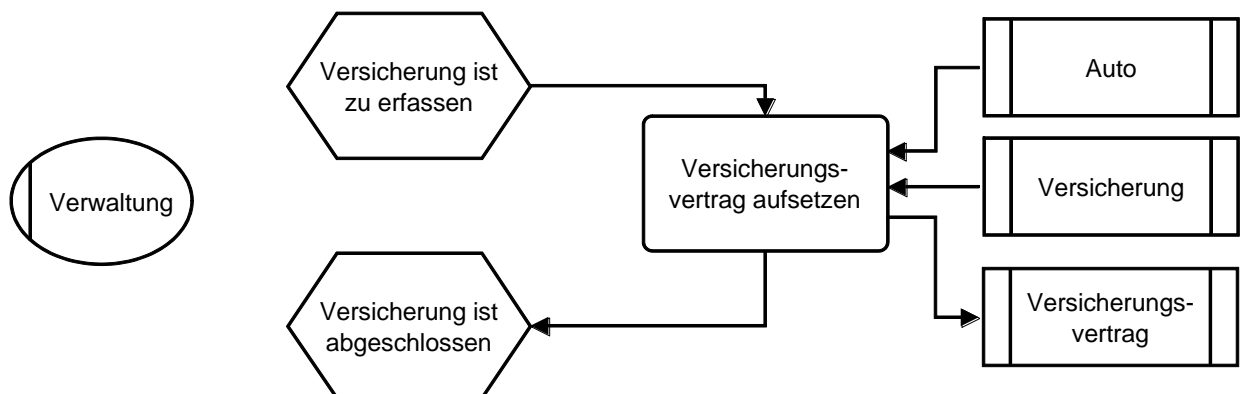
Teil-Geschäftsprozess "Reservierung durchführen"



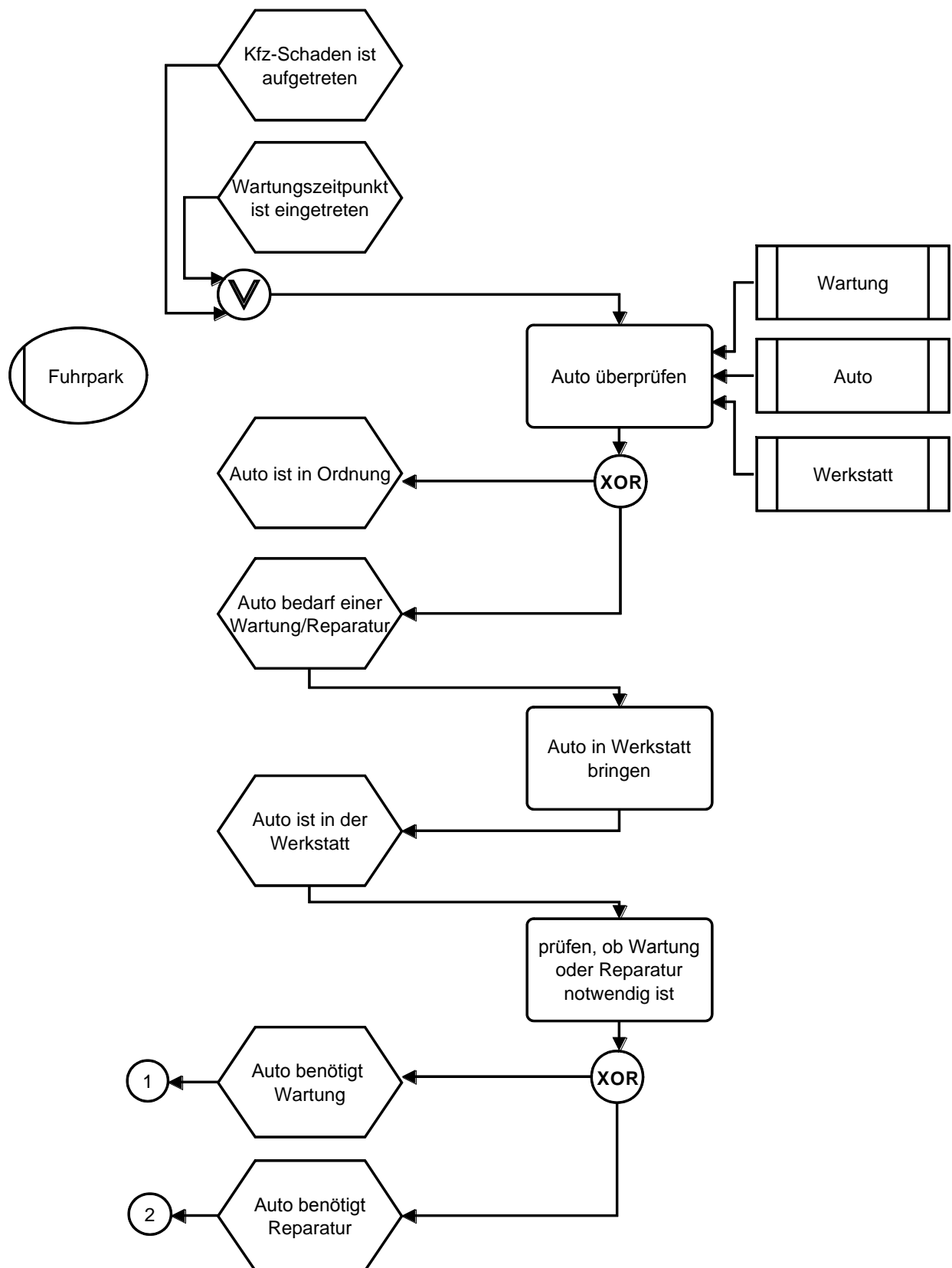
Teil-Geschäftsprozess "Auto betanken"



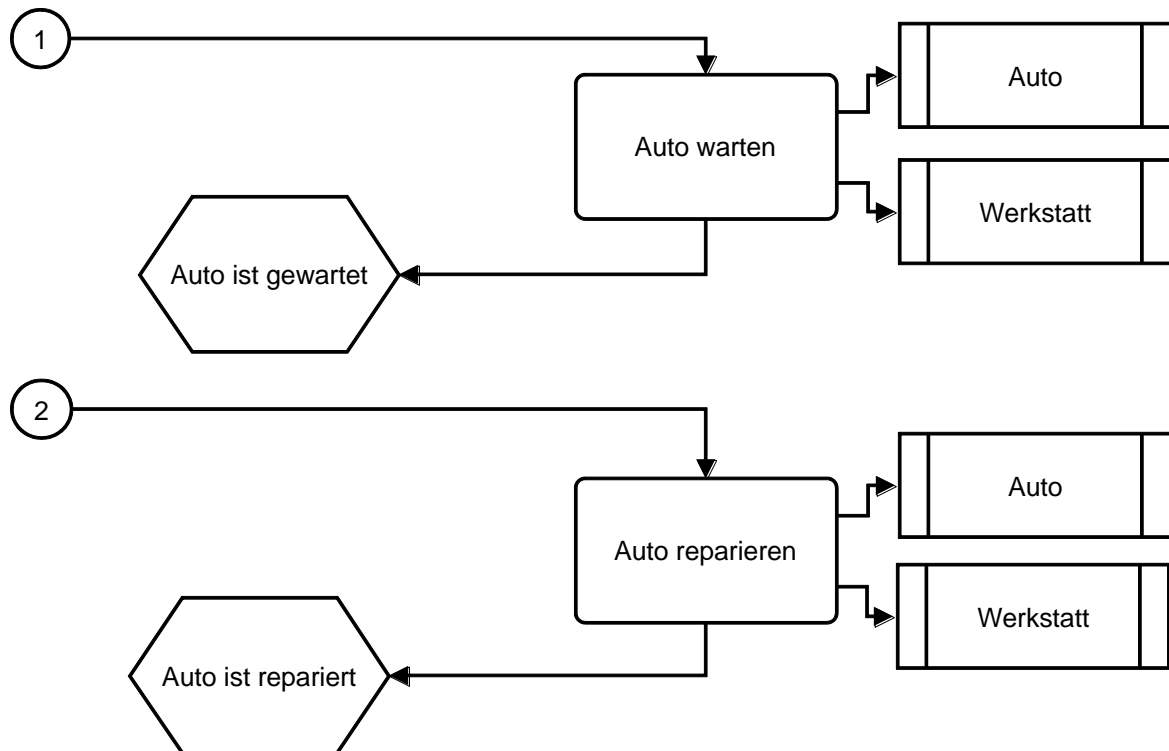
Teil-Geschäftsprozess "Auto versichern"



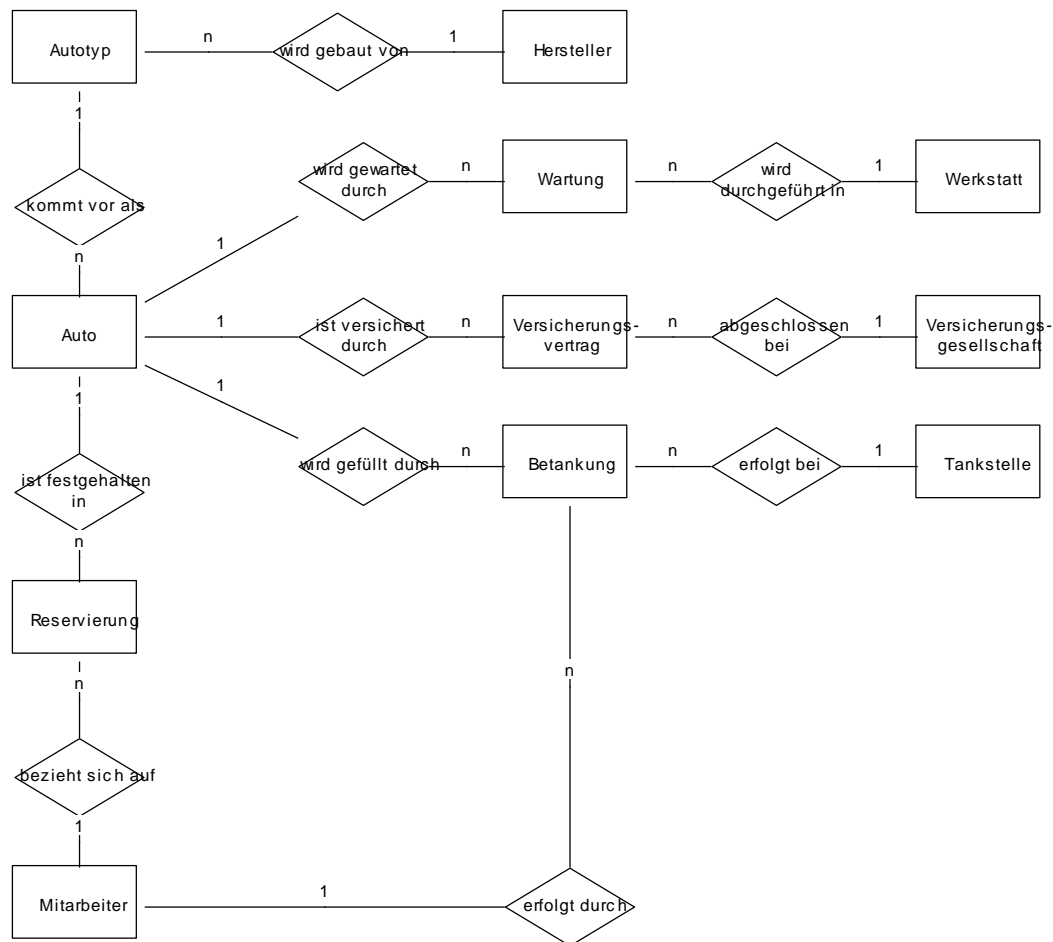
Teil-Geschäftsprozess "Auto warten"



Fortsetzung Teil-Geschäftsprozess "Auto warten"



ERM zum Projekt „Firmenwagenverwaltung der Firma Spectral Lacke“



Relationenmodell zur Firmenwagenverwaltung der Firma Spectral-Lacke

autos (kennzeichen, anschaffungsdatum, anschaffungswert, abschreibungswerte,
 ↑typnummer)

mitarbeiter (mitarbeiternummer, kurzzeichen, nachname, vorname, abteilungsnummer)

reservierungen (reservierungsnummer, von, bis, festeReservierung, ↑kennzeichen,
 ↑mitarbeiternummer)

betankungen (tankungsnummer, tag, kraftstoffart, preis_der_tankung, fuellmenge,
 ↑kennzeichen, ↑tankstellennummer, ↑mitarbeiternummer)

tankstellen (tankstellennummer, beschreibung)

wartungen (wartungsnummer, von, bis, wartungskosten, ↑werkstattnummer, , ↑kennzeichen
 kilometerstand)

werkstaetten (werkstattnummer, werkstattname)

autotypen (typnummer, typbezeichnung, nominalverbrauch, ↑herstellernummer)

hersteller (herstellernummer, herstellername)

versicherungsvertraege (vertragsnummer, praemie, versicherungsart, ↑kennzeichen,
 ↑versicherungsnummer)

versicherungen (versicherungsnummer, versicherungsname)

