

D a t e n b a n k e n

Prof. Dr. Dirk Hesse

Gliederung

1.

Einführung

2.

Datenbankentwurf

3.

Datenbankimplementierung

4.

Physische Datenorganisation

5.

Anfrageoptimierung

6.

Transaktionsverwaltung

7.

Datensicherheit und Wiederherstellung

8.

Business Intelligence

Gliederung

2.

Datenbankentwurf



Definition Datenbankentwurf



Datenmodellierung



Phasen des Datenbank-Entwurfsprozesses



Konzeptioneller Entwurf mit dem Entity-Relationship-Modell



Transformation eines Entity-Relationship-Modells
in ein Relationales Datenmodell



Logischer Entwurf mit dem Relationalen Datenmodell

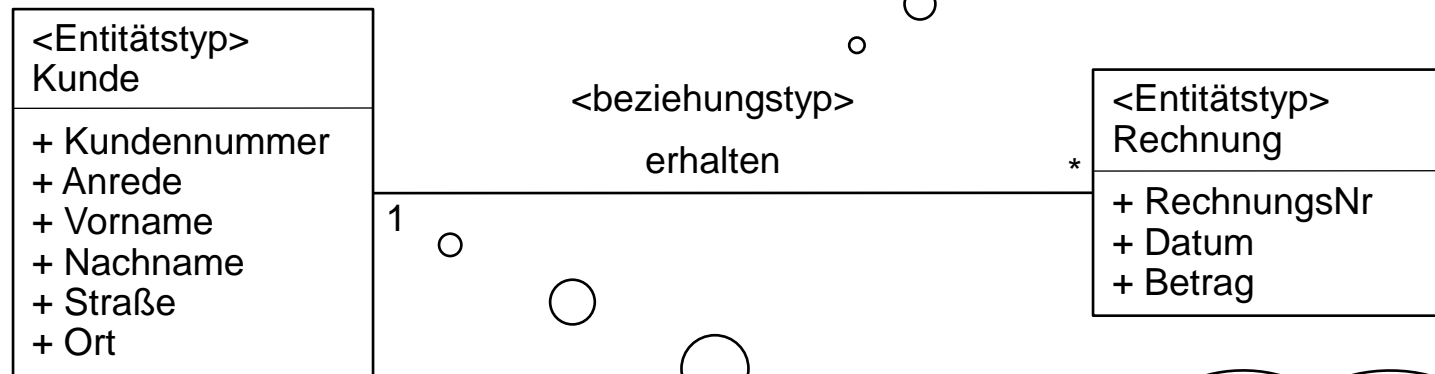


Übungen

Wiederholung

Ein Entitätstyp beschreibt die Entitäten einer Entitätsmenge, indem er deren Attribute aufzählt

Ein Beziehungstyp ist eine mit einem Namen versehene Beschreibung der Beziehungen einer Beziehungsmenge



Attribute definieren einen Entitätstyp

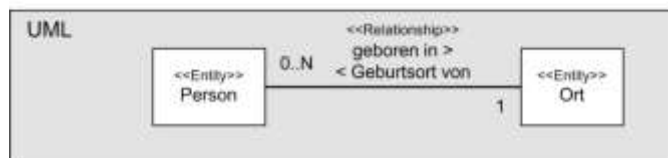
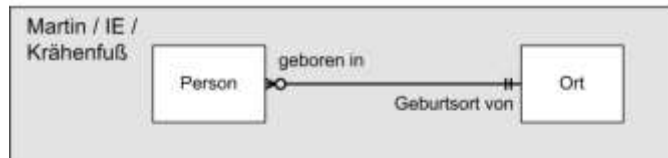
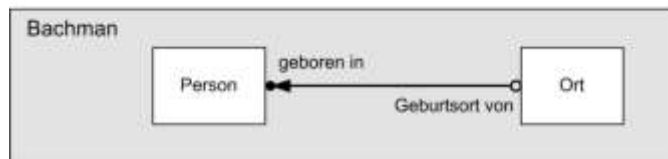
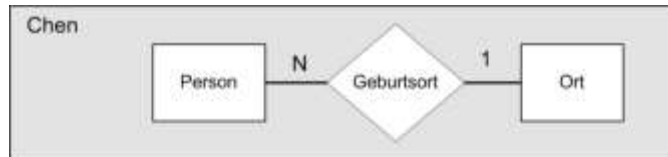
Die Multiplizität eines Beziehungstyps gibt an, mit wie vielen Entitäten desselben Typs eine betrachtete Entität im Rahmen des Beziehungstyps prinzipiell verbunden ist.

Notationen

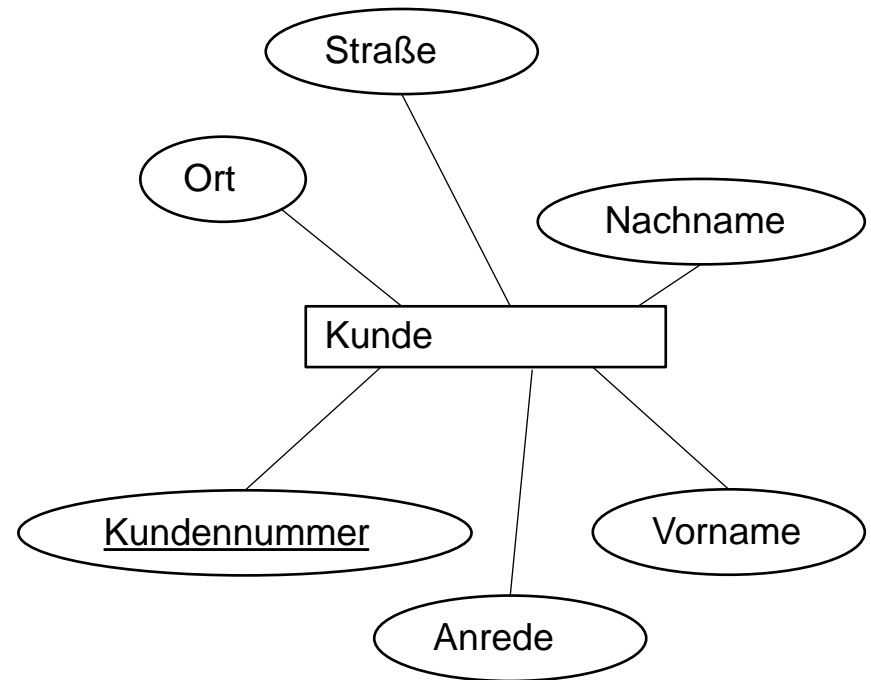
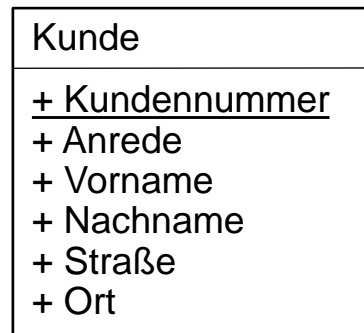
Es gibt sehr viele Arten um Entity Relationship Modelle darzustellen. Im Script wird die Chen-Notation verwendet.

Auch bei den Multiplizitäten gibt es mehrere Arten diese darzustellen.

1	1..1	1	—
c	0..1	0,1	—0
mc	0..n	0,*	—0≡
m	1..n	*	— ≡



Darstellung von Attributen



Aufgabe 1

Eine Studentin sieht gerne Filme. Da DVDs teuer sind, leiht sie ihren Freundinnen und Freunden Filme aus. Damit sie immer weiß, wem sie welche DVD ausgeliehen hat, möchte sie ihren PC für die Verwaltung ihrer Filme einsetzen. Für ihre DVD-Miniwelt hat sie folgende Geschäftsregeln gefunden:

- Es gibt DVDs.
- Es gibt Tauschpartner.
- Einem Tauschpartner kann sie viele DVDs überlassen.
- Eine DVD kann aktuell nur an einen Tauschpartner überlassen werden.

Fragen:

- Welche Entitätstypen gibt es?
- Über welchen Beziehungstyp sind die Entitätstypen verbunden?
- Von welchen Komplexitätsgraden ist der Beziehungstyp?

Tragen Sie die Analyseergebnisse in ein Entitäts-Beziehungs-Diagramm ein.

Aufgabe 2

Für ein Verkehrsunternehmen gelten folgende Geschäftsregeln:

- Es gibt viele Angestellte.
- Es gibt viele Busse.
- Ein Angestellter kann mehrere Busse fahren.
- Es gibt Angestellte, die keine Busse fahren können.
- Ein Bus kann von vielen Angestellten gefahren werden.

Fragen:

- Welches sind die Entitätstypen in dieser Miniwelt?
- Welcher Beziehungstyp verbindet die Entitätstypen?
- Welche Komplexitätsgrade gibt es bei dem Beziehungstyp?

Tragen Sie die Analyseergebnisse in ein Entitäts-Beziehungs-Diagramm ein.

Aufgabe 3

In einer Hochschule gelten folgende Geschäftsregeln:

- Es gibt viele Studenten
- Es gibt viele Lehrveranstaltungen
- Ein Student besucht viele Lehrveranstaltungen
- Es gibt auch Studenten die keine Lehrveranstaltungen besuchen (beurlaubte Studenten)
- Es gibt auch Lehrveranstaltungen in die von keinem Student besucht werden
- Jeder Student wird in einer Lehrveranstaltung mit einer Semesternote beurteilt.

Fragen:

- Welches sind die Entitätstypen dieser Miniwelt?
- Welches ist der Beziehungstyp dieser Miniwelt?
- Wie heißt das Beziehungsattribut?
- Welche Komplexitätsgrade beschreiben den Beziehungstyp?

Tragen Sie die Analyseergebnisse in ein Entitäts-Beziehungs-Diagramm ein

- Bringen Sie zunächst das Beziehungsattribut in einem Beziehungs-Entitätstyp unter.
- Vereinfachen Sie sodann in einem zweiten Schritt das ERM und bauen Sie den Beziehungs-Entitätstyp in einen normalen Entitätstyp um.

Aufgabe 4

In der Bibliothek an der Hochschule wurden folgende Geschäftsregeln gefunden:

- Es gibt Bücher.
- Es gibt Ausleiher.
- Ein Ausleiher kann viele Bücher zu einem Zeitpunkt ausleihen.
- Ein Buch kann aktuell nur an einen Ausleiher ausgeliehen werden.
- Die Ausleihhistorie eines Buches muss festgehalten werden.
- Das Potenzielle Rückgabedatum und die Anzahl der Verlängerungen müssen festgehalten werden

Fragen:

- Welche Entitätstypen gibt es?
- Über welche Beziehungstypen sind die Entitätstypen verbunden?
- Von welchen Komplexitätsgraden sind die Beziehungstypen?
- Welche Beziehungsattribute sind erforderlich, um Ausleihzeitspannen festzuhalten?

Tragen Sie die Analyseergebnisse in ein Entitäts-Beziehungs-Diagramm ein.

Aufgabe 5

Für einen Sportverein gelten folgende Geschäftsregeln:

- Es gibt viele Mitglieder.
- Es gibt viele Teams.
- Ein Mitglied kann vielen Teams angehören.
- Einem Team können viele Mitglieder angehören.

Fragen:

- Welche Entitätstypen gibt es?
- Über welchen Beziehungstyp sind die Entitätstypen verbunden?
- Von welchen Komplexitätsgraden ist der Beziehungstyp?
- Welche wichtigen Attribute definieren die einzelnen Entitätstypen?
- Wo bringen Sie folgenden die Datumsattribute unter: Eintritt in ein Team und Austritt aus einem Team?

Tragen Sie die Analyseergebnisse in ein ERM ein.

- Verwenden Sie zunächst einen Beziehungs-Entitätstyp, um die Datumsattribute unterzubringen.
- Vereinfachen Sie sodann Ihr ERM und machen Sie aus dem Beziehungs-Entitätstyp einen einfachen Entitätstyp.
- Untersuchen Sie, was mit den ursprünglichen Multiplizitäten geschieht.

Aufgabe 6

In einer Hochschule gelten folgende Geschäftsregeln:

- Es gibt viele Studenten
- Es gibt viele Dozenten
- Es gibt viele Teilgebiete
- Ein Student wird von vielen Dozenten in jeweils einem der vielen Teilgebiete ausgebildet.
- Es gibt auch Studenten, die zwar angemeldet sind, aber wegen Beurlaubung nicht ausgebildet werden.
- Ein Dozent bildet in vielen Teilgebieten aus.
- Es gibt auch Dozenten, die aktuell nicht ausbilden.
- In einem Teilgebiet werden viele Studenten von vielen Dozenten ausgebildet.
- Es gibt auch Teilgebiete, in denen aktuell nicht ausgebildet wird.
- Ein ausgebildeter Student wird von einem Dozent in einem Teilgebiet mit einer Note beurteilt.

Fragen:

- Welches sind die Entitätstypen in dieser Miniwelt?
- Welcher Beziehungstyp verbindet die Entitätstypen?
- Wie viele Seiten sind über den Beziehungstyp verbunden?
- Welches Beziehungsattribut gibt es in dem Beziehungstyp?

Tragen Sie die Analyseergebnisse in ein Entitäts-Beziehungs-Diagramm ein.

Vereinfachen Sie hierbei den ursprünglich vielseitigen Beziehungstyp.

Tragen Sie auch die Multiplizitäten in das vereinfachte ERM ein.

Aufgabe 7

Für eine Versandabteilung gelten folgende Geschäftsregeln:

- Es gibt Käufer.
- Es gibt Rechnungen.
- Es gibt Artikel.
- Es gibt Rechnungspositionen.
- Ein Käufer kann viele Rechnungen erhalten.
- Eine Rechnung wird genau von einem Käufer erhalten.
- Eine Rechnung besteht aus mindestens einer Rechnungsposition, im Normalfall jedoch aus vielen.
- Eine Rechnungsposition betrifft genau einen Artikel.
- Ein Artikel kann von vielen Rechnungen betroffen sein.

Fragen:

- Welche Entitätstypen gibt es?
- Über welche Beziehungstypen sind die Entitätstypen verbunden?
- Von welchen Komplexitätsgraden sind die Beziehungstypen?
- Welche wichtigen Attribute definieren die einzelnen Entitätstypen?

Tragen Sie die Analyseergebnisse in ein Entitäts-Beziehungs-Diagramm ein.

Aufgabe 8

Für ein Transportunternehmen gelten folgende Geschäftsregeln:

- Es gibt Paletten.
- Es gibt Empfänger.
- Es gibt Positionen.
- Es gibt Sendungen
- Ein Empfänger kann viele Sendungen bekommen.
- Jede Sendung besteht aus mindestens einer Position.
- Eine Position muss mindestens eine Palette enthalten.

Fragen:

- Welche Entitätstypen gibt es?
- Über welche Beziehungstypen sind die Entitätstypen verbunden?
- Von welchen Komplexitätsgraden sind die Beziehungstypen?
- Tragen Sie die Analyseergebnisse in ein Entitäts-Beziehungs-Diagramm ein.

Aufgabe 9

Für eine Einkaufsabteilung gelten folgende Geschäftsregeln:

- Es gibt Artikel.
- Es gibt Lieferanten.
- Es gibt Lieferantenbestellungen.
- Es gibt Bestellpositionen.
- Eine Lieferantenbestellung wird an einen Lieferanten verschickt.
- Ein Lieferant kann viele Bestellungen erhalten.
- Jede Bestellposition kann mehr als eine Mengeneinheit eines Artikels enthalten.
- Eine Bestellung muss mindestens eine Bestellposition enthalten.
- Ein Artikel muss in mindestens einer Bestellposition bestellt worden sein.

Fragen:

- Welche Entitätstypen gibt es?
- Über welche Beziehungstypen sind die Entitätstypen verbunden?
- Von welchen Komplexitätsgraden sind die Beziehungstypen?

Tragen Sie die Analyseergebnisse in ein Entitäts-Beziehungs-Diagramm ein.

Aufgabe 10

Bei einem Serviceunternehmen wurde eine Miniwelt durch folgende Geschäftsregeln abgegrenzt:

- Es gibt Mitarbeiter.
- Es gibt Abteilungen.
- Es werden Dienstleistungen angeboten.
- Jeder Mitarbeiter ist einer Abteilung zugeordnet.
- In einer Abteilung sind viele Mitarbeiter beschäftigt.
- Ein Mitarbeiter arbeitet an vielen Dienstleistungen und benötigt hierzu je Dienstleistung eine individuelle Zeitspanne.
- Eine Dienstleistung kann von vielen Mitarbeitern erbracht werden. Hierbei benötigt jeder Mitarbeiter eine individuelle Zeitspanne.

Fragen:

- Welche Entitätstypen gibt es?
- Über welche Beziehungstypen sind die Entitätstypen verbunden?
- Von welchen Komplexitätsgraden sind die Beziehungstypen?
- Welches Beziehungsattribut ist erforderlich, um die individuelle Arbeitszeit festzuhalten?

Tragen Sie die Analyseergebnisse in ein Entitäts-Beziehungs-Diagramm ein.

Aufgabe 11

Für eine Projektverwaltung gelten folgende Geschäftsregeln:

- Es gibt Mitarbeiter
- Es gibt Projekte
- Es gibt Aufgaben
- Es gibt Projektteams
- Ein Mitarbeiter kann in vielen Projektteams sein
- Es gibt Mitarbeiter die sind in keinem Projektteam
- Jedes Projektteam besteht aus mindestens einem Mitarbeiter
- Jedes Projektteam wird von einem Mitarbeiter geleitet
- Ein Mitarbeiter kann Leiter mehrerer Projektteams sein
- Jedem Projektteam ist mindestens ein Projekt zugeordnet.
- Jedes Projekt besteht aus mindestens einer Aufgabe

Fragen:

- Welche Entitätstypen gibt es?
- Über welche Beziehungstypen sind die Entitätstypen verbunden?
- Von welchen Komplexitätsgraden sind die Beziehungstypen?

Tragen Sie die Analyseergebnisse in ein Entitäts-Beziehungs-Diagramm ein.

Aufgabe 11.2

In einem Logistikzentrum der Post gelten folgende Geschäftsregeln:

- Es gibt Sendungen
- Es gibt Postleitzahlenbereiche
- Jede Sendung geht an genau einen Postleitzahlenbereich
- Sendungen können entweder Postkarten, Briefe, Päckchen oder Pakete sein.

Fragen:

- Welche Entitätstypen gibt es?
- Über welche Beziehungstypen sind die Entitätstypen verbunden?
- Von welchen Komplexitätsgraden sind die Beziehungstypen?
- Geben Sie die Spezialisierungsform an.

Tragen Sie die Analyseergebnisse in ein Entitäts-Beziehungs-Diagramm ein.

Aufgabe 11.3

Für ein Personentransportunternehmen gelten folgende Geschäftsregeln:

- Es gibt Angestellte
- Es gibt unter anderem Fahrer und Werkstattangestellte
- Es gibt Busfahrer und Taxifahrer, einige Fahrer haben die Lizenz beides zu fahren

Fragen:

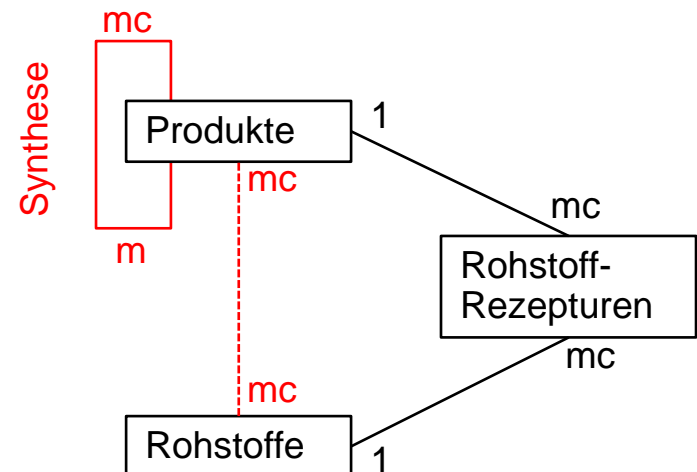
- Welche Entitätstypen gibt es?
- Geben Sie die Spezialisierungsformen an.

Tragen Sie die Analyseergebnisse in ein Entitäts-Beziehungs-Diagramm ein.

Aufgabe 12

In der chemischen Industrie werden aus Rohstoffen Produkte synthetisiert. Diese Produkte können aber selber wieder für die Herstellung von Produkten verwendet werden, wobei sie dann als Zwischenprodukte bezeichnet werden. Das Problem besteht nun darin, dass diese Abhängigkeiten zu rekursiven Beziehungen führen.

Die Synthesebeziehung bedeutet, dass jedes Produkt aus beliebig vielen Zwischenprodukten produziert werden kann; jedes Zwischenprodukt wird für die Synthese von mindestens einem Produkt eingesetzt. Bei den Rohstoffen ist die Situation klar: Jeder Rohstoff kann zur Produktion von beliebig vielen Produkten verwendet werden; jedes Produkt kann aus beliebig vielen Rohstoffen synthetisiert werden.



Lösung

Die Lösung besteht darin, dass zwei neue Tabellen "Zwischenprodukte" und "ZP-Rezepturen" erstellt werden müssen. Die Tabelle "Zwischenprodukte" enthält alle Produkte, welche selber zur Synthese von Produkten verwendet werden. Sie muss einen eigenen ID-Schlüssel (z.B. ZPNr) besitzen, welcher aber die gleichen Werte haben kann, wie der entsprechende Fremdschlüssel aus der Produktetabelle. Dieser könnte zwar auch gleichzeitig den ID-Schlüssel der Tabelle "Zwischenprodukte" bilden, weil er nur eindeutige Werte annehmen kann (wegen der 1-c Beziehung), doch dann gäbe es einen Konflikt in der Tabelle "ZP-Rezepturen". Diese bekommt nämlich zwei Fremdschlüssel (aus Produkte und Zwischenprodukte), welche dann den gleichen Namen hätten, was nicht erlaubt ist. Besonders kreative Leute gehen dann hin und ändern einfach den Namen des Fremdschlüssels, so dass er anders heißt, als der entsprechende ID-Schlüssel. Dies sollte aber tunlichst vermieden werden, weil sonst nicht mehr klar ist, welche Beziehungen zwischen den Tabellen existieren. Daher sollte immer darauf geachtet werden, dass Fremd- und Identschlüsselattribute gleich benannt werden.

Aufgabe 13

In einem Unternehmen gibt es die Geschäftsvorfallskette Lieferant, die durch folgende Geschäftsregeln beschrieben wird:

- Es gibt Lieferanten und Artikel.
- Es gibt die Geschäftsvorfälle Bestellanforderung, Angebotsanfrage, Lieferantenangebot, Lieferantenbestellung, Wareneingang, Lieferantenrechnung und Zahlung an Lieferanten.
- Eine Bestellanforderung nach einem erforderlichen Artikel wird von einem Mitarbeiter ausgefüllt. Sie enthält viele Positionen und benennt einen potenziellen Lieferanten, der die Artikel liefern könnte.
- Eine Angebotsanfrage geht an einen Lieferanten und enthält viele Positionen, die je einen Artikel betreffen. Eine Anfrageposition kann sich auf eine Bestellanforderungsposition beziehen. Eine Bestellanforderungsposition kann von vielen Angebotsanfragepositionen betroffen werden.
- Ein Lieferantenangebot kommt von einem Lieferanten und enthält viele Positionen. Jede Position betrifft einen Artikel. Eine Angebotsposition kann durch eine Anfrageposition ausgelöst worden sein. Eine Anfrageposition kann viele Angebotspositionen auslösen. Eine Lieferantenbestellung wird an einen Lieferanten geschickt. Sie besteht aus vielen Positionen. Jede Position betrifft einen Artikel. Eine Bestellposition kann durch eine Angebotsposition ausgelöst worden sein. Eine Angebotsposition kann viele Bestellpositionen auslösen.
- Ein Wareneingang kommt von einem Lieferanten. Er kann aus vielen Positionen bestehen. Jede Position betrifft einen Artikel. Eine Wareneingangsposition kann durch eine Bestellposition ausgelöst worden sein. Eine Bestellposition kann zu vielen Wareneingangspositionen führen.
- Eine Lieferantenrechnung wird von einem Lieferanten geschickt und besteht aus vielen Rechnungspositionen. Eine Position betrifft einen Artikel. Eine Rechnungsposition kann von einer Wareneingangsposition ausgelöst worden sein. Eine Wareneingangsposition kann zu vielen Rechnungspositionen führen.
- Eine Lieferantenzahlung geht an einen Lieferanten und kann aus vielen Zahlungspositionen bestehen. Jede Position betrifft einen Artikel. Eine Zahlungsposition wird nur dann aufgeführt, wenn es die dazugehörige Rechnungsposition gibt. Eine Rechnungsposition kann zu vielen Zahlungspositionen führen.

Erstellen Sie das ERM der Miniwelt Lieferant.

Aufgabe 14

Mit einer Datenbank sollen alle Spiele der Bundesliga verwaltet werden können.

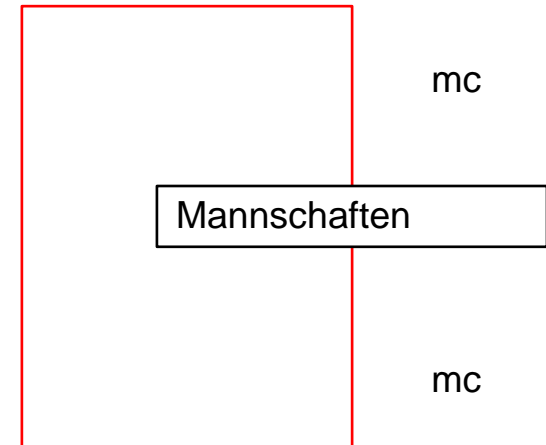
Es interessieren folgende Informationen:

- Welche Mannschaften haben wann und wo (in welchen Stadien) gegeneinander gespielt und welche Resultate kamen zustande (Tore und Punkte)?
- Wer war Schiedsrichter?
- Welche Spieler haben wann in welchen Mannschaften gespielt?

Das Hauptproblem bei dieser Aufgabe besteht darin, dass eine rekursive Beziehung bei den Mannschaften resultiert, welche aufgelöst werden muss

Aufgabe 14

Herausforderungen



Jede Mannschaft kann beliebig viele andere Mannschaften herausfordern, jede Mannschaft kann von beliebig vielen anderen Mannschaften herausgefordert werden, wobei immer genau zwei Mannschaften gegeneinander spielen (dieser Sachverhalt ist aus der Beziehung nicht ersichtlich).

Es ist ein Entitätenblockdiagramm zu erstellen und die einzelnen Tabellen sind in der Kurz-schreibweise (Tabellenname, Attribute, ID-Schlüssel unterstrichen) zu dokumentieren.

Lösung

Die Aufgabe kann gelöst werden, wenn die Mannschaften in Gäste und Gastgeber aufgeteilt werden:

Dadurch bekommt die Tabelle "Spiele" zwei Fremdschlüsselattribute, welche unterschiedliche Bezeichnungen haben. Ohne diese Hilfstabellen müsste eines der beiden Fremdschlüsselattribute anders benannt werden, als das Identschlüsselattribut, weil in einer Tabelle nicht zwei Attribute den gleichen Namen haben können.

Bei der Tabelle "Spiele" muss das Datum Teil des Identschlüssels sein, weil zwei Mannschaften mehrmals gegeneinander spielen können (aber nicht am gleichen Tag). Die Attribute "GGNR" bzw. "GANr" in den Tabellen "Gastgeber" bzw. "Gäste" können die gleichen Werte annehmen, wie der Fremdschlüssel "MANr" in der entsprechenden Tabelle. Die Tabelle "Verpflichtungen" definiert, welche Spieler wann in welchen Mannschaften gespielt haben.

Lösung

Mannschaften (MANr, Teamname, ...)

Gastgeber (GGNr, MANr)

Gäste (GANr, MANr)

Fussballstadien (FSNr, Bezeichnung, ...)

Schiedsrichter (SRNr, Name, Vorname, ...)

Spiele (Datum, GGNr, GANr, FSNr, SRNr,
GGTore, GATore, GGPunkte, GAPunkte)

Spieler (SPNr, SName, SVorname, ...)

Verpflichtungen (VDatum, MANr, SPNr)

Lösung

Mannschaften (MANr, Teamname, ...)

Fussballstadien (FSNr, Bezeichnung, ...)

Schiedsrichter (SRNr, Name, Vorname, ...)

Spiele (Datum, GGMANr, GAMANr, FSNr, SRNr,
GGTore, GATore, GGPunkte, GAPunkte)

Spieler (SPNr, SName, SVorname, ...)

Verpflichtungen (VDatum, MANr, SPNr)

Fragebögen

Es gibt Situationen, wo man Fragebögen in einer Datenbank verwalten möchte. Diese Fragebögen haben meistens irgendwelche Kriterien, die man ankreuzen kann:

The screenshot shows a window titled 'Fragebogen' with a close button in the top right corner. Inside the window, there are two sections labeled 'Frage 1:' and 'Frage 2:'. 'Frage 1:' contains four radio buttons labeled 'Nie', 'Selten', 'Oft', and 'Immer', with 'Oft' selected. 'Frage 2:' contains eight checkboxes arranged in two rows. The first row has 'Rot', 'Grün', 'Blau', and 'Gelb', with 'Rot' and 'Grün' checked. The second row has 'Weiss', 'Schwarz', 'Orange', and 'Braun', with 'Orange' checked. The 'Grün' checkbox is highlighted with a dashed border.

Bei Frage 1 kann nur immer ein Kriterium angekreuzt werden, während bei Frage 2 eine Auswahl möglich ist. Es stellt sich nun die Frage, wie man solche Fragebögen am Besten in einer Datenbank ablegt.

Die einfachste Möglichkeit besteht darin, dass man für jedes Kriterium ein eigenes Attribut in einer Tabelle verwendet:

Fragebögen (FBNr, F1a, F1b, F1c, F1d, F2a, F2b, F2c, F2d, F2e, F2f, F2g, F2h)

Fragebögen

Diese Tabelle besitzt einen ID-Schlüssel FBNr, der den Fragebogen identifiziert, sowie ein Attribut für jedes Kriterium, wobei die Nummer der Frage sowie die Position des Kriteriums (a,b,c...) für den Attributnamen verwendet wird (Beispiel: F2g=Frage 2, Kriterium "Orange"). Als Datentyp der Kriterienattribute wird BOOLEAN verwendet (falls vorhanden, sonst INTEGER oder BYTE oder SHORT oder sonst ein ganzzahliger, numerischer Typ). Der Typ BOOLEAN kann nur die Werte "Ja" und "Nein" annehmen (Ja=Feld markiert).

Man sieht nun bereits, dass schon bei kleinen Fragebögen grosse Tabellen (viele Attribute) entstehen. Noch schlimmer wird es, wenn man eine Abfrage verwenden möchte, die alle Fragebögen auflistet, bei denen nur die Farben Rot, Grün und Orange angekreuzt worden sind:

```
SELECT FBNr
```

```
FROM Fragebogen
```

```
WHERE F2a=Ja AND F2b=Ja AND F2c=Nein AND F2d=Nein AND F2e=Nein  
AND F2f=Nein AND F2g=Ja AND F2h=Nein;
```

Man sieht bereits hier, dass noch kompliziertere Abfragen schlicht unüberschaubar werden. Es stellt sich daher die Frage, ob es bessere Lösungen gibt.

Fragebögen

Ein gesetztes Bit (1) bedeutet, das Kriterium ist ausgewählt; ein gelöscht Bit (0) bedeutet, das Kriterium ist nicht ausgewählt. Bitmuster können als Integerwerte gespeichert werden, wobei je nach Datenbanksystem ein Feld vom Typ Integer entweder 2 oder 4 Byte Speicherplatz benötigt (16 oder 32 Bits). Bei MS-Access besteht der Datentyp Integer aus 2 und der Datentyp Long Integer aus 4 Bytes. Beim MS-SQL Server 6.5 gibt es den Typ Int, welcher 4 Bytes beansprucht und somit max. 32 Kriterien aufnehmen kann (Bit 0-31). Bitmuster können in Dezimalwerte umgerechnet und wie normale, ganze Zahlen verwendet werden. Allerdings gilt es zu beachten, dass wenn das höchstwertige Bit (Bit 15 bzw. 31) gesetzt ist, negative Zahlen resultieren (2er-komplement Code). Daher sollte auf dieses Bit verzichtet werden (ausser für Cracks, die den speziellen "Gott!-Bin ich nahe an der CPU-Hardware"-Kick brauchen).

Um Bitmuster in Dezimalzahlen umzurechnen, wird am Einfachsten der Windows-Taschenrechner in der naturwissenschaftlichen Ansicht verwendet (bei LINUX und MAC-OS wird es vermutlich auch so etwas geben). Dort können Binärwerte in andere Zahlensysteme und umgekehrt umgerechnet werden.

Fragebögen

```
SELECT FBNr  
FROM Fragebögen  
WHERE Frage2=67;
```

Der Wert 67 entspricht der Binärzahl 1000011 (siehe Bitmuster-Grafik). Falls man alle Fragebögen haben möchte, in denen die Farben Rot, Grün und Orange angekreuzt worden sind (auch wenn noch zusätzliche Farben angekreuzt worden sind), dann sieht die Abfrage folgendermaßen aus:

```
SELECT FBNr  
FROM Fragebögen  
WHERE (Frage2 AND 67)=67;
```

Beim MS-SQL Server 6.5 müsste die gleiche Abfrage folgendermaßen aussehen:

```
SELECT FBNr  
FROM Fragebögen  
WHERE (Frage2 & 67)=67;
```

Fragebögen

Die hier beschriebene Lösung mit den Bitmustern, welche als Dezimalzahlen abgelegt werden, hat folgende Vorteile:

- speicherplatzsparend
- effizient und schnell bei Abfragen

Doch es gibt auch Nachteile:

- schwer verständlich für normale Benutzer, die Berichte erstellen wollen
- viel Programmieraufwand bei Eingabemasken

Ob es sich rentiert, mit Bitmustern zu arbeiten, hängt davon ab, wo der Schwerpunkt bei der Applikation liegt. Falls es nur darum geht, Fragebögen zu archivieren, um diese bei Bedarf wieder auszudrucken, ist die beschriebene Variante im Kapitel "Problem" weniger aufwendig. Wenn aber komplizierte Auswertungen gemacht werden sollen, führt kein Weg an den Bitmustern vorbei.

Es gilt auch hier:

- Je einfacher für den Benutzer, desto komplizierter für den Programmierer!

Wartungsinformationssystem

Führen Sie die ER-Modellierung für ein Wartungsinformationssystem (WIS) eines Herstellers von Standardsoftware durch. Das System soll folgende Aufgaben erfüllen:

Auskünfte im interaktiven Betrieb (z.B. mit SQL-Abfragen), wobei folgende Punkte gefragt sind:

- Information über alle hergestellten Softwareprodukte und Releases dieser Produkte.
- Information über alle Kundenregistrierungen, wobei auch über das Release Auskunft gegeben werden soll, das der Kunde erworben hat.
- Information darüber, welche Wartungsgruppe ein bestimmtes Produkt betreut, welche Mitarbeiter zu dieser Wartungsgruppe gehören und welche Funktion sie innerhalb der Gruppe wahrnehmen (z.B. Leiter, Systemanalytiker, Programmierer, Projektverwalter, usw.). Die Funktion eines Mitarbeiters kann in den verschiedenen Gruppen, in denen er mitarbeitet, unterschiedlich sein.
- Information über die Problemmeldungen, die von Kunden für die von ihnen erworbenen Produkte eingegangen sind, sowie über die Wartungsmaßnahmen, die ergriffen wurden, um diese Probleme zu beseitigen.

Außerdem sollen folgende Standardausgaben (Listen) erzeugt werden:

- Tägliche Problemmeldungslisten, welche alle Problemmeldungen des Tages für ein bestimmtes Produkt beinhalten, wobei bei jeder Problemmeldung auch das Release, der Name des Kunden, der Ansprechpartner sowie dessen Telefonnummer angegeben sein sollen.
- Monatliche Problem-Erledigungs-Berichte (PEB). Darin werden für eine Gruppe alle Wartungsmaßnahmen aufgeführt welche in dem betreffenden Monat abgeschlossen wurden, mit Angabe des Produkts, des Abschlussdatums, des Ergebnisses (Kurzform) und des Mitarbeiters oder der Mitarbeiter, welche die Wartungsmaßnahme durchgeführt haben. Die Problemmeldung, welche den Anstoß zur Wartungsmaßnahme gab, wird ebenfalls genannt (mit der Problemmeldungsnr und dem Eingangsdatum).

Wartungsinformationssystem

Entity-Schema Wartung:

```
entityset Mitarbeiter (Persnr, Name, Vorname);  
entityset Wartungsgruppe (Gruppennr, Standort);  
entityset Produkt (Produktnr, Produktname);  
entityset Release (Produktnr, Releasenr,  
    Datum);  
entityset Kunde (Kundennr, Name, Strasse, Plz,  
    Ort);  
entityset Wartungsmaßnahme (waMaNr, Beginn,  
    Abschluß, Status, Ergebnis)  
entityset Problemmeldung (Meldungsnr,  
    Meldungsdatum, ProblBeschreib,  
    AnsprPartner);
```