

# Datenmodellierung und Datenbankentwurf

---

Josef L. Staud

# Datenmodellierung und Datenbankentwurf

Ein Vergleich aktueller Methoden

Mit 167 Abbildungen

Professor Dr. Josef L. Staud  
Fachhochschule Ravensburg-Weingarten  
Doggenriedstraße  
88250 Weingarten  
staud@fh-weingarten.de

Bibliografische Information Der Deutschen Bibliothek  
Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.ddb.de> abrufbar.

ISBN 3-540-20577-2 Springer Berlin Heidelberg New York

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, des Vortrags, der Entnahme von Abbildungen und Tabellen, der Funksendung, der Mikroverfilmung oder der Vervielfältigung auf anderen Wegen und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen, bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten. Eine Vervielfältigung dieses Werkes oder von Teilen dieses Werkes ist auch im Einzelfall nur in den Grenzen der gesetzlichen Bestimmungen des Urheberrechtsgesetzes der Bundesrepublik Deutschland vom 9. September 1965 in der jeweils geltenden Fassung zulässig. Sie ist grundsätzlich vergütungspflichtig. Zuwiderhandlungen unterliegen den Strafbestimmungen des Urheberrechtsgesetzes.

Springer ist ein Unternehmen von Springer Science+Business Media  
[springer.de](http://springer.de)

© Springer Berlin Heidelberg 2005  
Printed in Germany

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Umschlaggestaltung: Erich Kirchner  
Herstellung: Helmut Petri  
Druck: betz-druck

SPIN 10973158      Gedruckt auf säurefreiem Papier – 42/3130 – 5 4 3 2 1 0

# Vorwort

Noch nie hatten Datenbanken eine so große Bedeutung wie in unserer Zeit. Nicht nur, dass unternehmensintern die Geschäftstätigkeit in der Regel digital unterstützt wird (mit entsprechenden Datenbeständen) und dass die geschäftlichen Interaktionen zwischen Unternehmen und von Unternehmen zu ihren Kunden in immer größerem Umfang auf digitaler Basis und damit auf der Basis digitaler Datenbestände abgewickelt werden (im Rahmen des E-Business), es werden auch immer mehr große Datenbestände in Wirtschaft und Gesellschaft in digitaler Form – und das heißt im Regelfall in Datenbanken – zur Verfügung gestellt.

Immer mehr  
Datenbanken

Und diese Entwicklung geht weiter. Es gibt ernstzunehmende Schätzungen, die davon ausgehen, dass die nahe Zukunft einen großen Anteil der Geschäftstätigkeit im E-Business sehen wird. Und das bedeutet dann eben Datenbestände für die angebotenen Produkte oder Leistungen und immense Datenbestände für die Geschäftstätigkeit.

Und wie soll das prognostizierte „Evernet“, das „Internet der Dinge“, bei dem sich die Waschmaschine mit dem zu waschenden Pullover darüber „unterhält“, ob 30 Grad oder vielleicht doch besser nur 20 Grad die richtige Temperatur ist, funktionieren ohne Datenbestände auf allen Ebenen.

Datenbanken sind also von großer Bedeutung und damit ist es ihr korrekter Aufbau genauso. Datenmodellierung und Datenbankentwurf sind eine Schlüsselkompetenz für heutige und für die zukünftigen informationsverwaltenden und –verarbeitenden Systeme.

Ziel dieses Buches ist eine umfassende Darstellung der aktuellen Ansätze zu Datenmodellierung und Datenbankentwurf. Deshalb werden hier nicht nur der relationale Datenbankentwurf und die objektorientierte und die Entity-Relationship – Modellierung (ERM) betrachtet, sondern auch die strukturierte ERM (SERM) und die SAP-SERM, die in der Praxis große Bedeutung erlangt haben. Dies allein adelt sie schon und verlangt nach Beschäftigung, darüber hinaus geben sie aber auch noch der übrigen Datenmodellierung wichtige Hinweise auf Schwachstellen und Verbesserungsmöglichkeiten.

Ziel des Buches

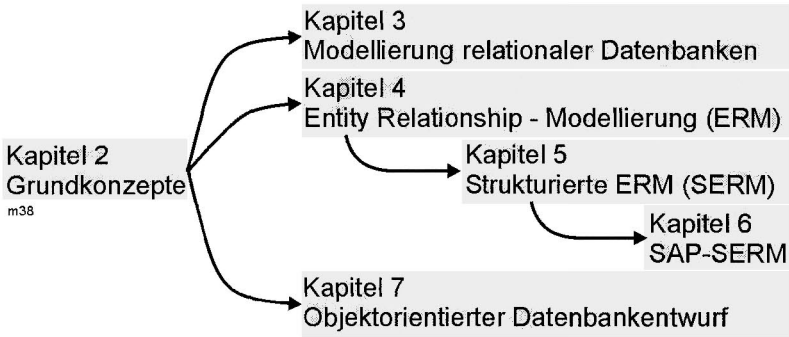
Das Buch wendet sich an alle, die Datenbanken entwerfen und einrichten dürfen(!).

Die folgende Abbildung zeigt es auf: Die großen Kapitel 3, 4 und 7 können unabhängig von den anderen gelesen werden. Mit einer einzigen Ausnahme: Kapitel 2 sollte vor allen anderen gelesen werden. Hier sind Konzepte und Begriffe zusammengefasst, die für alle Varianten heutiger

Lesehinweis

Datenmodellierung wichtig sind. Für das Kapitel zur SERM gilt, dass zuerst ein Verständnis der ER-Modellierung gewonnen werden muss, für SAP-SERM sollte zuvor SERM verstanden worden sein.

Lesehinweis



Datenmodellierung und Datenbankentwurf

Das Buch beschreibt damit alle wesentlichen Theorieansätze zur *Datenmodellierung*. Es beschreibt aber auch recht fundiert, wie diese Datenmodelle dann mit Hilfe der relationalen Datenbanktheorie (bzw. bei der Anwendungsentwicklung mit Hilfe der objektorientierten Theorie) für den konkreten *Datenbankentwurf* genutzt werden.

Stichwortverzeichnis

Das Stichwortverzeichnis wurde bewusst ausführlich gehalten, um die gezielte Suche zu erleichtern. An einige Stellen wird im Text auch ausdrücklich mit Hilfe eines Pfeils darauf verwiesen (z.B. so: →entity).

Überblick durch Typographie

Es gibt in der Datenmodellierung grob gesagt einen Ausgangspunkt und drei Modellebenen. Der Ausgangspunkt ist der zu modellierende Weltausschnitt / Anwendungsbereich. Die Modellebenen sind die Ebene der Attribute, die Ebene der „kleinsten“ Elemente im jeweiligen Ansatz (Relationen, Entitätstypen, Klassen) und die Ebene des Datenmodells. Um hier im Text die Übersichtlichkeit zu erhöhen wird folgende typographische Festlegung getroffen:

- Weltausschnitte / Anwendungsbereiche werden fett, etwas vergrößert und in Arial gesetzt: **VORLESUNGSBETRIEB**.
- Datenmodelle sind ebenfalls in Arial und in Kapitälchen gesetzt: **MARKT FÜR DATENBANKSYSTEME**
- Relationen, Entitätstypen, Beziehungstypen, Klassen sind in Arial und in Großbuchstaben gesetzt: **ANGESTELLTE**
- Attribute sind in Arial gesetzt: **Personalnummer**

Bezeichnung der aggregierten Ebene

Für die erste aggregierte Ebene (Relationen, Entitätstypen, Klassen) wird bei der Bezeichnung immer die Mehrzahl genommen. Also **RECHNUNGSKÖPFE** statt **RECHNUNGSKOPF**, **VORLESUNGEN** statt **VORLESUNG**, **DATENBANKSYSTEME** statt **DATENBANKSYSTEM**. Für die in den Beispielen oft benutzten *Personal Computer* gilt: als Klassenbezeichnung wird **PC** verwendet, ansonsten (im Text) für die Mehrzahl „**PCs**“.

Letztendlich stellt Datenmodellierung eines der Gebiete dar, das man nur durch Übung lernt. Viele Jahre Lehrtätigkeit in diesem Bereich an Universitäten, Fachhochschulen, Berufsakademien und in Unternehmen erweckten in mir sogar den Eindruck, dass es hier Wissensbereiche und Methoden gibt, die man textlich und verbal gar nicht vermitteln kann, sondern die im Kopf des Lernenden im Rahmen der Übungen erworben werden müssen. Deshalb werden hier zahlreiche Übungsaufgaben angegeben, noch mehr plane ich, auf meinen Web-Seiten zu platzieren ([www.staud.info](http://www.staud.info)).

Nur Übung  
macht den  
Meister

# Abkürzungsverzeichnis

BPR	Business Process Reengineering
DBS	Datenbanksysteme
DV	Datenverarbeitung
EPK	Ereignisgesteuerte Prozesskette
ER	Entity Relationship
ERM	Entity Relationship – Modell bzw. Entity Relationship – Modellierung
ERP	Enterprise Resource Planning. Als ERP-Software Be- zeichnung für integrierte prozessorientierte Software (vgl. [Staud 2001])
fA	Funktionale Abhängigkeit
FA-Diagramm	Diagramm der funktionalen Abhängigkeiten
Host	Anbieter von Online-Datenbanken
IRS	Information Retrieval System
KI	Künstliche Intelligenz - Forschung
OODBS	Objektorientiertes Datenbanksystem
OOM	Objektorientierte Datenmodellierung
PC	Personal Computer
RDBS	Relationales Datenbanksystem
SAP-SERM	SAP Strukturiertes Entity Relationship – Modell bzw. SAP Strukturierte Entity Relationship - Modellierung
SERM	Strukturiertes Entity Relationship – Modell bzw. Strukturierte Entity Relationship – Modellierung
UML	Unified Modeling Language

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung .....</b>	<b>1</b>
1.1	Datenbanken und Datenbanksysteme .....	1
1.2	Realität und Modell .....	3
1.3	Syntax und Semantik .....	3
<b>2</b>	<b>Grundbegriffe und -konzepte .....</b>	<b>7</b>
2.1	Attribute .....	7
2.2	Objekte und Beziehungen .....	12
2.3	Mit Attributen zu Klassen .....	14
2.4	Objekte erkennen durch Attribute .....	16
2.5	Datenmodelle .....	18
<b>3</b>	<b>Modellierung Relationaler Datenbanken .....</b>	<b>21</b>
3.1	Einführung .....	21
3.2	Relationen .....	22
3.3	Beziehungen zwischen Objektklassen bzw. Relationen .....	25
3.4	Relationale Verknüpfung - Schlüssel und Fremdschlüssel .....	35
3.5	Verknüpfen von Relationen - konkret .....	42
3.6	Integritäten .....	44
3.7	Nicht-Attribute .....	44
3.8	Warum eigentlich flache Tabellen? .....	45
3.9	Zusammenfassung – erste Schritte .....	47
3.10	Optimierung durch Normalisierung .....	48
3.11	Die erste Normalform (1NF) .....	49
3.12	Darstellung Relationaler Datenmodelle .....	55
3.13	Redundanzen in 1NF-Relationen .....	56
3.14	Funktionale Abhängigkeiten .....	58
3.15	Die zweite Normalform (2NF) .....	70
3.16	Normalisierung, Zerlegung, Zusammengehörigkeit .....	78
3.17	Die dritte Normalform (3NF) .....	79



3.18	Die Boyce-Codd - Normalform (BCNF) .....	92
3.19	Die vierte Normalform (4NF) .....	98
3.20	Relationale Operatoren bzw. Operationen .....	104
3.21	Die fünfte Normalform (5NF).....	107
3.22	Die theoretische Fundierung des Relationenbegriffs .....	112
3.23	Beispiel Rechnungsstellung .....	118
3.24	Die Zeitachse in Datenmodellen und Datenbanken .....	126
<b>4</b>	<b>Entity Relationship - Modellierung .....</b>	<b>129</b>
4.1	Einführung .....	129
4.2	Entitäten, Beziehungen, Attribute .....	129
4.3	Zuordnung der Attribute – Entstehung neuer Entitätstypen ...	137
4.4	Beteiligungen – Kardinalitäten und Min-/Max-Angaben.....	142
4.5	Ähnlichkeit und Enthaltensein .....	149
4.6	Beziehungen - vertieft .....	152
4.7	Beispiel „Sportverein“ .....	155
4.8	Die Zeit in Datenmodellen .....	165
4.9	Gleichzeitig Entität und Beziehung.....	166
4.10	Hinweise zur Fehlervermeidung .....	168
4.11	Schlussbemerkung .....	172
4.12	Beispiel PC-Beschaffung .....	173
4.13	Übertragung von ERM nach RM .....	181
<b>5</b>	<b>SERM - Strukturierte Entity-Relationship-Modelle.....</b>	<b>193</b>
5.1	Grundkonzepte .....	193
5.2	Existenzabhängigkeit .....	195
<b>6</b>	<b>Der SAP-Ansatz für die Datenmodellierung .....</b>	<b>203</b>
6.1	Das Grundkonzept.....	203
6.2	SAP-SERM.....	206
6.3	Konkrete Beispiele mit Erläuterungen .....	220
6.4	Business Objekte.....	228
<b>7</b>	<b>Objektorientierte Modellierung .....</b>	<b>233</b>
7.1	Einführung .....	233
7.2	Statische Aspekte I – Objekte und Objektklassen.....	235
7.2.1	Objekte – Attribute – Methoden .....	235
7.2.2	Objekte finden .....	238

7.2.3	1:1-Abbildung.....	241
7.2.4	Klassen bilden.....	242
7.2.5	Klassifikation und Instantiierung.....	245
7.2.6	Methoden vertieft.....	246
7.2.7	Identität.....	250
7.2.8	Alles nur Objekte?.....	251
7.3	Statische Aspekte II - Objekte in Beziehung setzen.....	251
7.3.1	Assoziation - Semantische Verknüpfung.....	251
7.3.2	Generalisierung / Spezialisierung.....	261
7.3.3	Vererbung.....	263
7.3.4	Aggregation und Komposition.....	267
7.3.5	Kapselung und Information Hidding.....	272
7.3.6	Überladen und Überschreiben.....	273
7.4	Dynamische Aspekte - Nachrichten.....	273
7.5	Verhaltensmodellierung.....	276
7.5.1	Um was geht's?.....	276
7.5.2	Anwendungsfälle (use cases).....	277
7.5.3	Sequenzen.....	280
7.5.4	Kollaborationen.....	281
7.5.5	Zustandsübergänge.....	283
7.5.6	Aktivitätsfolgen.....	285
7.6	Einschätzung.....	286
<b>8</b>	<b>Index.....</b>	<b>289</b>
<b>9</b>	<b>Literaturverzeichnis.....</b>	<b>295</b>