

**Datenmodellierung: Theorie und Praxis
des Datenbankentwurfs**

Günther Vinek – Paul Frederick Rennert – A Min Tjoa

Datenmodellierung:

Theorie und Praxis des Datenbankentwurfs



Physica-Verlag · Würzburg–Wien

1982

CIP-Kurztitelaufnahme der Deutschen Bibliothek

Vinek, Günther:

Datenmodellierung : Theorie u. Praxis d. Datenbankentwurfs / Günther Vinek ; Paul Frederick Rennert ; A Min Tjoa. – Würzburg ; Wien :

Physica-Verlag, 1982.

ISBN-13: 978-3-7908-0225-2

e-ISBN-13: 978-3-642-61828-4

DOI: 10.1007/978-3-642-61828-4

NE: Rennert, Paul Frederick.; A Min Tjoa:

Das Buch oder Teile davon dürfen weder photomechanisch, elektronisch noch in irgendeiner anderen Form ohne schriftliche Genehmigung des Verlages wiedergegeben werden.

©Physica-Verlag, Rudolf Liebing GmbH + Co., Würzburg 1982

Softcover reprint of the hardcover 1st edition 1982

Composersatz und Offsetdruck „Journalfranz“ Arnulf Liebing GmbH + Co., Würzburg

Die Autoren danken den folgenden Damen und Herren für die wertvolle Unterstützung bei der Fertigstellung dieses Buches:

Herrn Dipl.Ing. Christian Breiteneder und Herrn Dipl.Ing. Dr. Roland Wagner für zahlreiche Literaturhinweise sowie für die Beschaffung von Literatur, Herrn Dr. Erich Neuwirth für die kritische Durchsicht des Kapitels 13, sowie Frau Monika Mozelt für das sorgfältige Schreiben der Manuskripte.

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	13
<i>1.1 Motivation und Zielsetzung</i>	13
<i>1.2 Überblick über den Aufbau des Textes</i>	14
<i>1.3 Beispiel einer Problemstellung für die Demonstration von Datenmodellen</i>	15

Teil I: Grundkonzepte der Datenmodellierung

2. Entwicklung der Datenspeicherung und Datenorganisation	18
<i>2.1 Ausgangssituation</i>	18
<i>2.2 Physische Integration der Dateien</i>	20
<i>2.3 Physische Datenunabhängigkeit: Datenbanken</i>	22
<i>2.4 Logische Datenunabhängigkeit</i>	25
3. Datenbankarchitektur: Das Drei-Schichten-Konzept	26
4. Die klassischen Datenmodelle	32
<i>4.1 Gemeinsame Eigenschaften der klassischen Datenmodelle</i>	33
<i>4.2 Einfache graphenorientierte Modelle</i>	36
<i>4.2.1 Das hierarchische Modell</i>	37
<i>4.2.2 Das Netzwerkmodell</i>	38
<i>4.2.3 Navigation im einfachen graphenorientierten Modell</i>	41
<i>4.2.4 Standardisierung des einfachen graphenorientierten Modells durch die CODASYL/DBTG</i>	42
<i>4.3 Das Relationenmodell</i>	43
<i>4.3.1 Relationenschemata und Relationen</i>	43
<i>4.3.2 Manipulation von Relationen</i>	46
<i>4.4. Gegenüberstellung der klassischen Datenmodelle</i>	49

Teil II: Das Relationenmodell

5. Theorie des Relationenmodells	51
<i>5.1 Grundlagen</i>	51
<i>5.1.1 Attribute und Wertebereiche</i>	51
<i>5.1.2 S-Werte</i>	51
<i>5.1.3 Einengung von S-Werten</i>	52
<i>5.1.4 Relationen</i>	52
<i>5.1.5 Operationen auf Relationen</i>	53

5.1.5.1 Mengenoperationen	54
5.1.5.2 Selektion	55
5.1.5.3 Projektion	55
5.1.5.4 Verbund	56
5.1.5.5 Theta-Verbund	61
5.1.5.6 Division	62
5.2 <i>Einschränkungen und Relationenschemata</i>	64
5.2.1 Einschränkungen	64
5.2.2 Relationenschemata	67
5.2.3 Das relationale Datenbankschema	68
5.2.4 Die Forderung der Existenz einer universellen Relation	68
5.3 <i>Funktionale Abhängigkeiten</i>	70
5.3.1 Definition der funktionalen Abhängigkeit	70
5.3.2 Ableitungsregeln für funktionale Abhängigkeiten	71
5.3.3 Das Membership-Problem für funktionale Abhängigkeiten	72
5.3.4 Äquivalenz von Systemen funktionaler Abhängigkeiten	73
5.3.5 Minimale Überdeckungen	73
5.3.6 Volle funktionale Abhängigkeiten	74
5.3.7 Der Schlüsselbegriff	74
5.3.8 Primärschlüssel	75
5.4 <i>Entwurf von Relationenschemata bei Berücksichtigung funktionaler Abhängigkeiten</i>	75
5.4.1 Zerlegungen und Entwurfskriterien	75
5.4.2 Normalformen von Relationen	79
5.4.2.1 Erste Normalform	80
5.4.2.2 Zweite Normalform	80
5.4.2.3 Dritte Normalform	82
5.4.2.4 Boyce-Codd-Normalform	83
5.4.3 Abhängigkeitstreue und Verbundtreue	84
5.4.4 Zerlegungsalgorithmen für Relationenschemata	86
5.5 <i>Mehrwertige Abhängigkeiten</i>	86
5.5.1 Definition der mehrwertigen Abhängigkeit	86
5.5.2 Mehrwertige Abhängigkeiten und verlustfreie Zerlegungen	88
5.5.3 Ableitungsregeln für mehrwertige Abhängigkeiten	89
5.5.4 Gemischte Ableitungsregeln	89
5.5.5 Hülle einer Attributmenge und Abhängigkeitsbasis	90
5.5.6 Probleme bei der Aufstellung mehrwertiger Abhängigkeiten	92
5.5.7 Das Membership-Problem für funktionale und mehrwertige Abhängigkeiten	93
5.5.8 Entwurf von Relationenschemata bei Berücksichtigung mehrwertiger Abhängigkeiten; Vierte Normalform	93
5.5.9 Eingebettete mehrwertige Abhängigkeiten	95
5.6 <i>Weitere Abhängigkeiten</i>	97
5.6.1 Verbundabhängigkeiten	97
5.6.2 Hierarchische Abhängigkeiten	98
5.6.3 Die Projektions-Verbund-Abbildung	100

5.6.4 Überprüfung von Verbundabhängigkeiten mit Hilfe der Tableau-Technik	101
5.6.5 Tableaux und ihre Transformationsregeln	104
6. Beispiel zum Relationenmodell	107
6.1 Objekttypen	107
6.2 Attribute der einfachen Objekttypen	108
6.3 Assoziationstypen und ihre Attribute	110
6.4 Funktionale Abhängigkeiten	111
6.5 Universelles Relationenschema, weitere Abhängigkeiten	113
6.6 Erste Zerlegung in Teilrelationenschemata	114
6.7 Untersuchung der ersten Zerlegung	116
6.8 Änderungen der Schemastruktur	117
6.9 Zweite Zerlegung in Teilrelationenschemata	118
6.10 Untersuchung der zweiten Zerlegung	120
6.11 Weitere Zerlegung und zusätzliche Überlegungen	121
6.12 Integritätsbedingungen	123
6.13 Abschließende Bemerkungen zur Zerlegung	124
6.14 Benutzersichten	125
7. Algorithmen zum Relationenmodell	126
7.1 Bemerkungen zu den Algorithmen	126
7.2 Das Membership-Problem für funktionale Abhängigkeiten	128
7.3 Prüfen zweier Systeme funktionaler Abhängigkeiten auf Äquivalenz	132
7.4 Minimale Überdeckung eines Systems funktionaler Abhängigkeiten	133
7.5 Reduktion nicht-voller funktionaler Abhängigkeiten auf volle	137
7.6 Suchen eines minimalen Schlüssels	140
7.7 Suchen aller minimalen Schlüssel zu einer Attributmenge	141
7.8 Suchen aller zusätzlichen minimalen Schlüssel zu einer Attributmenge	144
7.9 Das Membership-Problem für funktionale und mehrwertige Abhängigkeiten	145
7.10 Konstruktion der Abhängigkeitsbasis und der Hülle	152
7.11 Konstruktion einer abhängigkeitstreuen Codd-3NF-Zerlegung nach Beeri/ Bernstein	155
7.12 Konstruktion einer abhängigkeits- und verbundtreuen Codd-3NF-Zerlegung nach Osborn	163
7.13 Konstruktion einer abhängigkeits- und verbundtreuen Zerlegung in verbesserter dritter Normalform	178

Teil III: Semantische Aspekte von Datenmodellen

8. Semantische Datenmodelle	188
8.1 Das Datenmodellierungskonzept von Nijssen	188
8.1.1 Das ENALIM (Evolving Natural Language Information Model)-Axiom	189
8.1.2 Das INSYGRAM (Information Systems Grammar)-Axiom	190

8.1.2.1 Graphische Grammatik.	190
8.1.2.2 Einschränkungen.	191
8.1.3 Das SENE (Senko's Entity Name Entity)-Axiom	193
8.2 <i>Das Entity-Relationship-Modell.</i>	194
8.2.1 Die erste Abstraktionsstufe	195
8.2.2 Die zweite Abstraktionsstufe	197
8.2.3 Entity-Relationship-Diagramme	199
9. Aggregation und Generalisation	200
9.1 <i>Aggregation.</i>	201
9.2 <i>Generalisation</i>	202
9.2.1 Objekttypen	203
9.2.2 Subtypen	203
9.2.3 Subtypen und ISA-Hierarchien	204
9.2.4 Subtypenbildung nach mehreren Kriterien	205
9.2.5 Eigenschaften eines generischen Objekts.	207
9.3 <i>Überdeckungsaggregation.</i>	208
10. Die Behandlung unvollständiger Information	209
10.1 <i>Nullwerte</i>	209
10.2 <i>Einbettung des Nullwertes „unbekannt“ in das Relationenmodell</i>	210
10.3 <i>Auswirkungen des Nullsubstitutionsprinzips auf Abfragen</i>	215
10.4 <i>Auswirkungen von Nullwerten auf Abhängigkeiten</i>	218
10.5 <i>Einbeziehung von Nullwerten in die universelle Relation</i>	219
11. Surrogate	224
12. Das RM/T-Datenmodell	226
12.1 <i>Das Relationenmodell</i>	227
12.2 <i>Nullwerte</i>	228
12.3 <i>Objekte und Objekttypen.</i>	228
12.3.1 Surrogate	228
12.3.2 E-Relationen	228
12.3.3 Objekttypen	229
12.3.4 P-Relationen	229
12.3.5 Charakteristische Objekte und Relationen.	230
12.3.6 Assoziationen	231
12.4 <i>Abstraktion von Objekten</i>	233
12.4.1 Kartesische Aggregation	233
12.4.2 Generalisation	234
12.4.2.1 Aufzählung	234
12.4.2.2 Untermengenbildung	234
12.4.2.3 Alternative Generalisation.	235
12.4.3 Überdeckungsaggregation	235

<i>12.5 Ereignisabfolgen</i>	236
<i>12.6 RM/T-Katalog</i>	236
<i>12.7 Operatoren für RM/T</i>	236
<i>12.8 Beispiel zur Datenmodellierung mit Hilfe von RM/T</i>	236

Teil IV: Logische Aspekte des Datenbankbetriebes

13. Formale Logik und Datenbanken	246
<i>13.1 Prädikatenlogik erster Stufe</i>	246
<i>13.2 Interpretation des Prädikatenkalküls</i>	248
<i>13.3 Gültigkeit und Erfüllbarkeit</i>	250
<i>13.4 Methoden des logischen Schließens</i>	250
<i>13.5 Mehrsortige Logik</i>	251
<i>13.6 Pränex Normalform, Horn clauses</i>	252
<i>13.7 Anwendung auf Datenbankkonzepte</i>	253
13.7.1 Grundkonzepte	253
13.7.2 Ableitungs- und Integritätsregeln.	254
13.7.3 Abfragen	254
13.7.4 Negative Information	255
14. Datenbanksprachen	256
<i>14.1 Datenbeschreibungssprachen</i>	256
<i>14.2 Datenmanipulationssprachen</i>	257
<i>14.3 Datenmanipulationssprachen für das Relationenmodell</i>	258
14.3.1 Der abstrakte Sprachtypus der Relationenalgebra.	259
14.3.2 Der abstrakte Sprachtypus des Relationenkalküls.	261
14.3.2.1 Relationenkalkül mit Tupelvariablen und Bereichsprädikaten.	262
14.3.2.2 Relationenkalkül mit Bereichsvariablen und Bereichsprädikaten	264
14.3.3 Die Datenbanksprache SQL	266
<i>14.4 Zusätzliche Funktionen in Datenmanipulationssprachen</i>	268
15. Fehlerbehandlung und Fehlerverhütung in Datenbanksystemen	269
<i>15.1 Sicherheit</i>	270
15.1.1 Datenabhängige und datenunabhängige Sicherheitsbeschränkungen	271
15.1.2 Sicherheitsmatrix.	271
15.1.3 „Intentional Resolution“.	272
15.1.4 Benutzervergebene Zugriffsrechte	273
15.1.5 Probleme beim Schutz individueller Daten	273
<i>15.2 Zuverlässigkeit</i>	274
<i>15.3 Integrität</i>	276
15.3.1 Integritätsregeln.	277
15.3.2 Funktionen eines Integritätssubsystems	279
15.3.3 Logik und Integrität	281

15.3.3.1 Die Datenbank als logisches System	281
15.3.3.2 Operationen auf der Datenbank und Integritätsprüfung.	283
15.3.3.3 Wechselwirkung zwischen Integritäts- und Ableitungsregeln.	283
15.3.3.4 Übergangsregeln	284
15.3.3.5 Konsistenz von Integritätsregeln.	285
15.3.4 Benutzersichten und Integrität	285
15.3.5 Alternative Vorgangsweisen für die Integritätsprüfung.	288
<i>15.4 Konsistenz</i>	290
15.4.1 Zugriffssperre und Verklemmung in Datenbanken	293
15.4.2 Prädikatsperren	294
15.4.3 Konsistenz in verteilten Datenbanken	295
Literaturverzeichnis	297
Stichwortverzeichnis	303