

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	v
1 Was sind Datenbanken	1
1.1 Warum Datenbanken	1
1.2 Datenbanksysteme	4
1.3 Anforderungen: Die Codd'schen Regeln	7
1.4 Architektur eines Datenbankmanagementsystems	9
1.5 Datenunabhängigkeit	11
1.6 Transaktionen	15
1.7 Konkrete Datenbankmanagementsysteme	16
1.8 Beispielanwendung	17
2 Relationale Datenbanken — Daten als Tabellen	19
2.1 Relationen für tabellarische Daten	19
2.2 Integritätsbedingungen: Schlüssel und Fremdschlüssel	21
2.3 Tabellendefinition in SQL	22
2.4 Anfrageoperationen auf Tabellen	24
2.4.1 Selektion	24
2.4.2 Projektion	25
2.4.3 Natürlicher Verbund	25
2.4.4 Umbenennung	26
2.4.5 Mengenoperationen	27
2.5 Anfragen in SQL	28
2.6 Änderungsoperationen in SQL	30
2.7 Zusammenfassung	34
3 Die Anfragesprache SQL	35
3.1 Kriterien für Anfragesprachen	36
3.2 Der SFW-Block	37
3.3 Auswahl von Tabellen: Die from -Klausel	38
3.3.1 Kartesisches Produkt	39
3.3.2 Verbunde als explizite Operatoren	39
3.4 Projektionsattribute: Die select -Klausel	40

3.5	Selektionsbedingungen: Die where -Klausel	43
3.5.1	Verbundbedingung	44
3.5.2	Schachtelung von Anfragen	44
3.5.3	Mengenoperationen	45
3.5.4	Mächtigkeit des SQL-Kerns	48
3.6	Zusammenfassung	49
4	Datenbankentwurf im ER-Modell	51
4.1	Der Datenbankentwurfsprozess	51
4.2	Das ER-Modell	54
4.2.1	Ein einfaches Beispiel für ein ER-Schema	55
4.2.2	ER-Modellierungskonzepte	56
4.2.3	Funktionale Beziehungen	59
4.2.4	Identifizierung durch Schlüssel	60
4.2.5	Die IST-Beziehung	60
4.2.6	Kardinalitäten	62
4.3	Logischer Datenbankentwurf: Abbildung auf Relationen	63
4.3.1	Beispiel für eine Abbildung auf das Relationenmodell	63
4.3.2	Abbildung von Entity-Typen	64
4.3.3	Abbildung von Beziehungstypen	65
4.3.4	IST-Beziehung	68
4.3.5	Komplexere Beispiele	69
4.4	Zusammenfassung	71
5	Normalisierung für eine optimale Datenbeschreibung	73
5.1	Funktionale Abhängigkeiten	73
5.2	Schema-Eigenschaften	74
5.3	Erste Normalform	76
5.4	Zweite Normalform	77
5.5	Dritte Normalform	78
5.6	Transformationseigenschaften	80
5.6.1	Abhängigkeitstreue	81
5.6.2	Verbundtreue	82
5.7	Mehrwertige Abhängigkeiten	83
5.8	Vierte Normalform	84
5.9	Zusammenfassung	85
6	Mehr zu SQL	87
6.1	Weitere Verbunde in SQL	88
6.2	Weitere Selektionen in SQL	89
6.2.1	Bereichsselektion	89
6.2.2	Ungewissheitselektion	90
6.2.3	Selektionen nach Nullwerten	90
6.2.4	Bedingungen mit Quantoren	91

6.2.5	Das exists -Prädikat	91
6.3	Skalare Ausdrücke	92
6.4	Aggregatfunktionen und Gruppierung	93
6.4.1	Aggregatfunktionen	93
6.4.2	Die group by - und having -Klauseln	95
6.5	Sortierung mit order by	98
6.6	Generierung eindeutiger Schlüsselwerte	98
6.7	Sichten	100
6.7.1	Sichten und externe Schemata	101
6.7.2	Definition von Sichten	101
6.7.3	Definition von Sichten in SQL	102
6.7.4	Vorteile von Sichten	103
6.7.5	Probleme mit Sichten	104
6.8	Rechtevergabe	105
6.8.1	Datensicherheit, Datenschutz, Integrität und Zugriffskontrolle	105
6.8.2	Rechtevergabe in Datenbanksystemen	106
6.8.3	Rechtevergabe in SQL	107
6.8.4	Zurücknahme von Rechten	108
6.8.5	Authentifikation und Autorisierung	109
6.9	Integrität und Trigger	109
6.9.1	Integritätsbedingungen in SQL	110
6.9.2	Grundprinzipien von Triggern	113
6.9.3	Trigger in SQL	115
6.9.4	Integritätssicherung durch Trigger	116
6.10	Zusammenfassung	117
7	Anwendungsprogrammierung	119
7.1	Client-Server-Architektur	119
7.2	Programmiersprachenanbindung: Das Cursor-Prinzip	123
7.3	Call-Level-Schnittstellen	125
7.3.1	SQL/CLI: Der Standard	126
7.3.2	ODBC	129
7.3.3	JDBC	130
7.4	Einbettung	135
7.4.1	Statische Einbettung: Embedded SQL	136
7.4.2	Dynamische Einbettung: Dynamic SQL	141
7.4.3	SQLJ: Embedded SQL für Java	142
7.5	Gespeicherte Prozeduren	144
7.5.1	Vorteile von gespeicherten Prozeduren	145
7.5.2	SQL/PSM: Der Standard	146
7.5.3	PL/SQL von Oracle	152
7.5.4	Gespeicherte Prozeduren in Java	153

7.6	Zusammenfassung	156
8	Datenbanken im Internet	159
8.1	Begriffe und Techniken	159
8.2	Anforderungen und Anwendungsszenarien	163
8.3	Gateways und Programmierschnittstellen	169
8.3.1	Common Gateway Interface	169
8.3.2	Java Servlets	172
8.4	Einbettung	174
8.4.1	PHP	175
8.4.2	Java Server Pages	177
8.5	Makroprogrammierung	179
8.5.1	Internet Database Connector	179
8.5.2	Zope	180
8.6	Zustandsrealisierung	183
8.7	Implementierung der Beispielanwendung	185
8.8	Applikationsserver und Content-Management-Systeme	195
8.9	Zusammenfassung	198
9	Arbeitsweise eines DBMS und Tuning	199
9.1	Schichten-Architektur für Datenbanken	199
9.2	Interne Datenstrukturen und Indexe	202
9.2.1	Organisation von Dateien	203
9.2.2	Datenorganisationsformen	204
9.2.3	Indexe als Zugriffsstrukturen	204
9.2.4	Weitere Unterstutzungen des Zugriffs	209
9.2.5	Indexe in SQL	210
9.3	Optimierung	211
9.3.1	Motivation der Optimierung	211
9.3.2	Phasen der Anfragebearbeitung	212
9.3.3	Logische Optimierung	213
9.3.4	Effiziente Basisalgorithmen	214
9.3.5	Kostenbasierte Auswahl	217
9.4	Transaktionen und Mehrbenutzerbetrieb	219
9.4.1	Motivation für Transaktionen	219
9.4.2	Eigenschaften von Transaktionen	220
9.4.3	Isolation im Mehrbenutzerbetrieb	222
9.4.4	Verfahren zur Synchronisation	222
9.4.5	Transaktionen in SQL: Isolationsebenen	224
9.5	Recovery und Log-Buch	226
9.5.1	Fehlerklassifikation	226
9.5.2	Aufbau des Log-Buchs	229
9.6	Tuning von Datenbanken	230

9.6.1	Tuning des Schemas	231
9.6.2	Tuning der internen Strukturen	231
9.6.3	Tuning von Anfragen und Transaktionen	232
9.6.4	Tuning-Werkzeuge in SQL-Systemen	233
9.7	Zusammenfassung	233
10	Weitere Datenbankmodelle und Systeme	235
10.1	Objektorientierte und objektrelationale Systeme	235
10.1.1	Konzepte objektorientierter Datenbanksysteme	236
10.1.2	Der ODMG-Standard	239
10.1.3	Konzepte objektrelationaler Datenbanksysteme	243
10.1.4	SQL:1999	244
10.2	Multimedia-Datenbanken	248
10.2.1	Anforderungen	248
10.2.2	Anfragen in MMDBMS	250
10.2.3	SQL/MM	250
10.3	Data Warehouses und OLAP	252
10.3.1	Konzepte und Modelle für OLAP und Data Warehouse	253
10.3.2	Prinzipien von Data Warehouse und OLAP-Systemen	254
10.3.3	Data Warehouse und klassische Datenbanken	257
10.3.4	SQL-Unterstützung für Data Warehouses	259
10.4	Semistrukturierte Datenbanken und XML	262
10.4.1	Merkmale semistrukturierter Datenmodelle	262
10.4.2	Semistrukturierte Daten am Beispiel XML	263
10.4.3	Semistrukturierte Daten in Datenbanken	267
10.4.4	XML-Anfragesprachen	268
10.5	Zusammenfassung	274
A	Laufendes Beispiel	275
A.1	ER-Modellierung	275
A.2	Relationale Repräsentation	276
A.3	SQL-Skript zur Definition des Beispielschemas	277
	Verzeichnis der Abbildungen	279
	Verzeichnis der Tabellen	282
	Glossar	283
	Literaturverzeichnis	287
	Sachindex	291
	Schlüsselwortindex	299