

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung und Motivation	1
1.1	Grundlegende Begriffe	1
1.2	Aufgaben eines Datenbanksystems	4
1.3	Akteure in Datenbanksystemen	5
1.4	Historie von Datenbanksystemen	6
1.5	Evolution von Datenmodellen	7
1.6	Anwendungen von Datenbanksystemen	9
1.7	Objektrelationale Datenbanksysteme	11
1.8	Objektrelationale Konzepte	11
1.9	Beispielanwendung	16
1.10	Gliederung des Buches	19
2	Architektur von Datenbanksystemen	23
2.1	Anforderungen	23
2.2	Schichtenarchitektur	27
2.3	Komponenten eines DBMS	29
2.4	Client/Server-Architekturen	31
2.5	Erweiterbare Architekturen	35
2.6	Architekturen für Datenbankanwendungen	38
2.7	Schnittstellen zu DBMS	41
2.8	Literaturhinweise	42
2.9	Übungsaufgaben	42
3	Evolution von Datenmodellen	43
3.1	Grundkonzepte von Datenmodellen	45
3.1.1	Komplexe Werte	46
3.1.2	Objekte und Referenzen	52
3.2	Relationenmodell und Erweiterungen	55
3.2.1	Das Grundmodell	55
3.2.2	SQL-92-Datenmodell	57
3.2.3	NF2-Modell	59
3.2.4	Komplex-Objekt-Modell	64
3.2.5	Erweitertes NF2-Modell	65

3.3	Objektmodelle	66
3.3.1	Basisobjektmodell	66
3.3.2	ODMG-Modell	73
3.3.3	UML-Modell	78
3.4	Semistrukturierte Datenmodelle	86
3.4.1	Merkmale semistrukturierter Datenmodelle	87
3.4.2	Modelle für semistrukturierte Daten	87
3.4.3	XML-Datenmodell	89
3.5	Abschließende Bemerkungen	94
3.6	Literaturhinweise	97
3.7	Übungsaufgaben	97
4	Objektrelationale Konzepte	99
4.1	Objektrelationales Typsystem	99
4.1.1	Basisdatentypen	100
4.1.2	Typumwandlungen und benutzerdefinierte Casts	101
4.1.3	Typkonstruktoren	103
4.1.4	Benutzerdefinierte Datentypen	106
4.1.5	Distinct-Typen	108
4.1.6	Strukturdatentypen	109
4.1.7	Typhierarchien	111
4.1.8	Methoden	114
4.1.9	Objektidentifikatoren und Referenzen	117
4.1.10	Benutzerdefinierte Ordnungen	120
4.2	Objektrelationale Tabellen	120
4.2.1	Tupeltabellen	122
4.2.2	Typisierte Tabellen	123
4.2.3	Tabellenhierarchien	126
4.3	Objektrelationale Sichten	129
4.3.1	Tupelsichten	130
4.3.2	Typisierte Sichten	131
4.3.3	Sichtenhierarchien	133
4.4	Weitere Konzepte	134
4.4.1	Benutzerdefinierte Prozeduren und Funktionen	134
4.4.2	Trigger	136
4.5	Abschließende Bemerkungen	136
4.6	Literaturhinweise	139
4.7	Übungsaufgaben	140
5	Objektrelationales SQL	141
5.1	Objektrelationales Typsystem	141
5.1.1	Basisdatentypen	142
5.1.2	Tupeltypkonstruktor	147

5.1.3	Arraytypkonstruktor	148
5.1.4	Multimengentypkonstruktor	149
5.1.5	Referenztypkonstruktor	151
5.2	Datendefinition	152
5.2.1	Distinct-Typen	152
5.2.2	Strukturierte Typen und Typhierarchien	153
5.2.3	Tupeltabellen	158
5.2.4	Tupelsichten	160
5.2.5	Typisierte Tabellen und Tabellenhierarchien	160
5.2.6	Typisierte Sichten und Sichtenhierarchien	164
5.2.7	Benutzerdefinierte Routinen	168
5.2.8	Benutzerdefinierte Konstruktoren	173
5.2.9	Trigger	175
5.2.10	Benutzerdefinierte Casts	176
5.2.11	Benutzerdefinierte Ordnungen	177
5.3	Anfragen	179
5.3.1	Anfragespezifikation	179
5.3.2	Verbundoperatoren	183
5.3.3	Mengenoperatoren	185
5.3.4	Sortierung	185
5.3.5	Navigierende Anfragen	187
5.3.6	Anfragen mit Methodenaufrufen	187
5.3.7	Anfragen auf Kollektionen	188
5.3.8	Anfragen auf flachen Tabellenextensionen	189
5.3.9	Typspezifische Anfragen	189
5.3.10	Anfragen mit temporärer Typanpassung	190
5.3.11	Anfragen auf Tabellenfunktionen	191
5.3.12	Rekursive Anfragen	191
5.4	Datenmanipulation	192
5.4.1	Einfügen von Tabellenzeilen	193
5.4.2	Ändern von Tabellenspaltenwerten	194
5.4.3	Löschen von Tabellenzeilen	197
5.5	Schemamanipulation	198
5.6	Abschließende Bemerkungen	200
5.7	Literaturhinweise	204
5.8	Übungsaufgaben	205
6	Objektrelationaler Datenbankentwurf	209
6.1	Aspekte des Datenbankentwurfs	209
6.2	Anforderungsanalyse	211
6.3	Konzeptioneller Entwurf mit UML	212
6.3.1	Entwurf von Klassen	213
6.3.2	Entwurf von Assoziationen	216

6.3.3	Entwurf von Spezialisierungshierarchien	219
6.3.4	Generierung von Spezialisierungshierarchien	228
6.4	Logischer Entwurf mit objektrelationalem SQL	234
6.4.1	Abbildung von Klassen	234
6.4.2	Abbildung von Assoziationen	237
6.4.3	Abbildung von Spezialisierungshierarchien	241
6.4.4	Abbildung von abstrakten Klassen	246
6.5	Normalisierung	246
6.5.1	Anomalien	247
6.5.2	Funktionale Abhängigkeiten und Normalformen	248
6.6	Abschließende Bemerkungen	258
6.7	Literaturhinweise	259
6.8	Übungsaufgaben	259
7	Relationale Umsetzung objektrelationaler Konzepte	261
7.1	Umsetzung von Objektidentifikatoren und Referenzen	261
7.2	Umsetzung von Kollektionen	267
7.2.1	Kollektionstabellenansatz	267
7.2.2	Kollektionsspaltenansatz	275
7.3	Umsetzung von Spezialisierungshierarchien	280
7.3.1	Virtuelle Fragmentierung	281
7.3.2	Vertikale Fragmentierung	287
7.3.3	Horizontale Fragmentierung	292
7.3.4	Unterstützung von Anfragen	297
7.3.5	Unterstützung von Schemamanipulationen	305
7.3.6	Gegenüberstellung der Fragmentierungsarten	308
7.4	Umsetzung von Objektverhalten	310
7.5	Abschließende Bemerkungen	312
7.6	Literaturhinweise	314
7.7	Übungsaufgaben	315
8	Objektrelationale Datenbankentwicklungsprogrammierung	317
8.1	JDBC: Dynamische SQL-Einbettung in Java	318
8.1.1	Registrierung von JDBC-Treibern	320
8.1.2	Aufbau einer Datenbankverbindung	320
8.1.3	Senden von SQL-Anweisungen	321
8.1.4	Verarbeitung von Anfrageergebnissen	325
8.1.5	Fehlerbehandlung	329
8.1.6	Transaktionsanweisungen	330
8.1.7	Verarbeitung von SQL-LOBs	331
8.1.8	Verarbeitung von SQL-Arrays	333
8.1.9	Verarbeitung von SQL-Referenz	336
8.1.10	Verarbeitung von SQL-Tupeln	338

8.1.11	Verarbeitung von Instanzen benutzerdefinierter Typen . . .	340
8.1.12	Benutzerdefinierte Typabbildung	341
8.2	SQLJ: Statische SQL-Einbettung in Java	349
8.2.1	Architektur von SQLJ	351
8.2.2	SQLJ-Anweisungen	352
8.2.3	Hostvariablen und -ausdrücke	354
8.2.4	Iteratoren	355
8.2.5	Verbindungskontexte	357
8.2.6	Ausführungskontexte	359
8.2.7	Interoperation zwischen JDBC und SQLJ	360
8.3	Abschließende Bemerkungen	362
8.4	Literaturhinweise	363
8.5	Übungsaufgaben	363
9	Interne Strukturen und Tuning	365
9.1	Speicherung	365
9.1.1	Grundlagen der Speicherung	365
9.1.2	Speicherung von LOBs	368
9.1.3	Speicherung von OIDs und Referenzen	371
9.1.4	Speicherung von Kollektionen	371
9.1.5	Speicherung von Spezialisierungshierarchien	373
9.2	Indexstrukturen	375
9.2.1	Klassische Indexstrukturen	376
9.2.2	Indexstrukturen für benutzerdefinierte Routinen	380
9.2.3	Indexstrukturen für Referenzen	382
9.2.4	Indexstrukturen für LOBs	387
9.2.5	Indexstrukturen für Kollektionen	388
9.2.6	Indexstrukturen für Spezialisierungshierarchien	390
9.2.7	Indexstrukturen für benutzerdefinierte Typen	392
9.3	Tuning der internen Strukturen	393
9.4	Optimierung von Anfragen	396
9.4.1	Motivation der Optimierung	396
9.4.2	Phasen der Anfragebearbeitung	397
9.4.3	Übersetzung und Sichtexpansion	398
9.4.4	Logische Optimierung	399
9.4.5	Effiziente Basisalgorithmen	403
9.4.6	Kosten von Plänen	406
9.4.7	Kostenbasierte Auswahl	407
9.5	Abschließende Bemerkungen	409
9.6	Literaturhinweise	411
9.7	Übungsaufgaben	412

10	Erweiterbarkeit	413
10.1	Der Begriff der Erweiterbarkeit	413
10.2	Erweiterbarkeit in Standard-SQL	414
10.2.1	Java-Methoden als externe Routinen	415
10.2.2	Java-Klassen als externe Datentypen	422
10.3	Erweiterbarkeit in kommerziellen ORDBMS	431
10.3.1	Informix DataBlades	431
10.3.2	Oracle Data Options	456
10.4	Abschließende Bemerkungen	463
10.5	Literaturhinweise	464
10.6	Übungsaufgaben	465
11	XML und objektrelationale Datenbanken	467
11.1	XML-Grundlagen	468
11.1.1	Struktur von XML-Dokumenten	468
11.1.2	Darstellung und Navigation in einem Dokumentbaum	471
11.1.3	Typisierung von XML-Dokumenten	475
11.2	Speicherung von XML-Dokumenten	480
11.2.1	Textbasierte Speicherung von XML-Dokumenten	481
11.2.2	Modellbasierte Speicherung von XML-Dokumenten	482
11.2.3	Strukturbasierte Speicherung von XML-Dokumenten	486
11.3	XML-Support in Oracle	493
11.3.1	Abbildung von XML auf Oracle-Datenbanken	493
11.3.2	Behandlung von XML-Schemata	494
11.3.3	Anfragen und Änderungen	498
11.3.4	XML-Sichten	503
11.3.5	Generierung von XML-Dokumenten	504
11.3.6	Indexierung	506
11.4	XML-Support in DB2	508
11.4.1	Abbildung von XML auf DB2-Datenbanken	508
11.4.2	Abbildung von DB2-Datenbanken auf XML	518
11.4.3	Anfragen und Änderungen	521
11.4.4	Indexierung	522
11.5	Abschließende Bemerkungen	523
11.6	Literaturhinweise	524
11.7	Übungsaufgaben	525
12	Resümee	527
	Abkürzungsverzeichnis	529
	Literaturverzeichnis	531
	Index	539