

---

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Übersicht über Datenbanken</b>	<b>1</b>
1.1	Definition einer Datenbank	1
1.2	Anforderungen an eine Datenbank	6
1.3	Der Datenbank-Administrator	10
1.4	Datenbankmodelle	11
1.4.1	Relationale Datenbanken	12
1.4.2	Objektorientierte Datenbanken	13
1.4.3	Hierarchische und netzwerkartige Datenbanken	13
1.4.4	Moderne Entwicklungen	14
1.5	Transaktionen	16
1.6	Das Konsistenzmodell ACID	18
1.7	Übungsaufgaben	19
	Literatur	20
<b>2</b>	<b>Das Relationenmodell</b>	<b>21</b>
2.1	Beispiel zu relationalen Datenbanken	22
2.2	Relationale Datenstrukturen	23
2.3	Primärschlüssel	29
2.4	Relationale Integritätsregeln	32
2.4.1	Entitäts-Integritätsregel	34
2.4.2	Referenz-Integritätsregel	35
2.5	Relationale Algebra	41
2.5.1	Relationale Operatoren	42
2.5.2	Vereinigung, Schnitt und Differenz	44
2.5.3	Projektion und Restriktion	44
2.5.4	Kreuzprodukt, Verbund und Division	45
2.5.5	Eigenschaften der relationalen Operatoren	49
2.6	Zusammenfassung	52
2.7	Übungsaufgaben	53
	Literatur	54

<b>3</b>	<b>Datenbankdesign</b> . . . . .	55
3.1	Normalformen . . . . .	56
3.1.1	Erste Normalform . . . . .	57
3.1.2	Funktionale Abhängigkeit . . . . .	57
3.1.3	Zweite Normalform . . . . .	60
3.1.4	Dritte Normalform nach Boyce und Codd . . . . .	63
3.1.5	Dritte Normalform nach Codd . . . . .	65
3.1.6	Vierte Normalform . . . . .	67
3.1.7	Fünfte Normalform . . . . .	71
3.1.8	Zusammenfassung . . . . .	74
3.2	Entity-Relationship-Modell . . . . .	74
3.2.1	Entitäten . . . . .	75
3.2.2	Beziehungen . . . . .	79
3.2.3	Beziehungsrelationen . . . . .	83
3.2.4	Fremdschlüsseleigenschaften . . . . .	88
3.2.5	Schwache Entitäten und Subtypen . . . . .	91
3.2.6	Zusammenfassung . . . . .	93
3.3	Übungsaufgaben . . . . .	94
	Literatur . . . . .	95
<b>4</b>	<b>Die Zugriffssprache SQL</b> . . . . .	97
4.1	Der Abfragebefehl Select . . . . .	98
4.1.1	Der Aufbau des Select-Befehls . . . . .	100
4.1.2	Die From-Klausel . . . . .	102
4.1.3	Die Select-Klausel . . . . .	104
4.1.4	Die Where-Klausel . . . . .	109
4.1.5	Die Group-By- und Having-Klausel . . . . .	117
4.1.6	Union, Except und Intersect . . . . .	119
4.1.7	Der Verbund (Join) . . . . .	120
4.1.8	Der äußere Verbund (Outer Join) . . . . .	124
4.1.9	Die Order-By-Klausel . . . . .	127
4.1.10	Nullwerte und die Coalesce-Funktion . . . . .	128
4.1.11	Arbeitsweise des Select-Befehls . . . . .	129
4.2	Mutationsbefehle in SQL . . . . .	130
4.3	Transaktionsbetrieb mit SQL . . . . .	133
4.4	Relationale Algebra und SQL . . . . .	135
4.5	Zusammenfassung . . . . .	137
4.6	Übungsaufgaben . . . . .	138
	Literatur . . . . .	139
<b>5</b>	<b>Die Beschreibungssprache SQL</b> . . . . .	141
5.1	Relationen erzeugen . . . . .	142

---

5.1.1	Datentypen	143
5.1.2	Spalten- und Tabellenbedingungen	145
5.2	Relationen ändern und löschen	148
5.3	Temporäre Relationen	149
5.4	Sichten (Views)	150
5.5	Zusicherungen (Assertions)	154
5.6	Gebiete	156
5.7	Trigger	157
5.8	Sequenzen	160
5.9	Zugriffsrechte	161
5.10	Zugriffsschutz	165
5.11	Integrität	167
5.12	Aufbau einer Datenbank	169
5.12.1	Information Schema	171
5.12.2	Datenbanken und Oracle	172
5.12.3	Datenbanken und SQL Server	173
5.12.4	Datenbanken und MySQL	174
5.13	Einrichten und Verwalten von Datenbanken	174
5.13.1	Oracle Datenbanken	175
5.13.2	SQL Server Datenbanken	176
5.13.3	MySQL Datenbanken	177
5.14	Zusammenfassung	177
5.15	Übungsaufgaben	179
	Literatur	180
<b>6</b>	<b>Datenbankprogrammierung mit PHP</b>	<b>183</b>
6.1	Arbeiten mit PHP	184
6.2	Überblick zu Webserver, HTML und PHP	185
6.2.1	Internet und Webserver	185
6.2.2	Hypertext Markup Language (HTML)	186
6.2.3	PHP	190
6.2.4	Felder in PHP: eine kurze Übersicht	192
6.3	Erste Datenbankzugriffe	193
6.3.1	Datenbankzugriff mit PHP	193
6.3.2	Die Datenbankschnittstelle PDO	195
6.3.3	Erster PHP-Zugriff auf Datenbanken	195
6.3.4	Einführung in die Fehlerbehandlung	199
6.3.5	Auslesen mehrerer Datenzeilen	201
6.4	Komplexere Datenbankzugriffe	205
6.4.1	Sessionvariable	206
6.4.2	Mehrfache Lesezugriffe auf Datenbanken	208
6.4.3	Eine GUI zur Eingabe von SQL-Befehlen	210

6.4.4	Die Klasse PDOException . . . . .	213
6.4.5	Transaktionsbetrieb mit PHP . . . . .	214
6.5	Arbeiten mit großen Binärdaten . . . . .	219
6.5.1	Verwendung des Datentyps BLOB . . . . .	221
6.5.2	Speichern von Binärdaten in einer Datenbank . . . . .	221
6.5.3	Auslesen von Binärdaten aus einer Datenbank . . . . .	225
6.6	Zusammenfassung . . . . .	227
6.7	Übungsaufgaben . . . . .	229
	Literatur . . . . .	230
<b>7</b>	<b>Performance in Datenbanken . . . . .</b>	<b>233</b>
7.1	Optimizer und Ausführungsplan . . . . .	234
7.1.1	Optimierung in Oracle . . . . .	237
7.1.2	Optimierung in SQL Server . . . . .	238
7.1.3	Optimierung in MySQL . . . . .	240
7.2	Index . . . . .	240
7.3	Partitionierung . . . . .	244
7.4	Materialisierte Sicht . . . . .	248
7.5	Optimierung des Select-Befehls . . . . .	251
7.6	Stored Procedure . . . . .	257
7.7	Weitere Optimierungen . . . . .	260
7.8	Zusammenfassung . . . . .	261
7.9	Übungsaufgaben . . . . .	262
	Literatur . . . . .	263
<b>8</b>	<b>Concurrency und Recovery . . . . .</b>	<b>265</b>
8.1	Transaktionen in Datenbanken . . . . .	266
8.2	Recovery . . . . .	268
8.2.1	Recovery und Logdateien . . . . .	269
8.2.2	Aufbau der Logdateien . . . . .	272
8.2.3	Recovery und Checkpoints . . . . .	275
8.3	Concurrency . . . . .	280
8.4	Sperrmechanismen . . . . .	284
8.5	Deadlocks . . . . .	290
8.6	Concurrency und SQL . . . . .	293
8.7	Concurrency in der Praxis . . . . .	295
8.7.1	Concurrency in Oracle . . . . .	296
8.7.2	Concurrency in MS SQL Server . . . . .	297
8.7.3	Concurrency in MySQL . . . . .	297
8.8	Zusammenfassung . . . . .	298
8.9	Übungsaufgaben . . . . .	299
	Literatur . . . . .	300

---

<b>9</b>	<b>Moderne Datenbankkonzepte</b> . . . . .	301
9.1	Verteilte Datenbanken . . . . .	302
9.1.1	Vorteile der verteilten Datenhaltung . . . . .	302
9.1.2	Die zwölf Regeln zur verteilten Datenhaltung . . . . .	303
9.1.3	Das CAP-Theorem . . . . .	306
9.1.4	Das Konsistenzmodell BASE . . . . .	308
9.1.5	Überblick über moderne Datenbanksysteme . . . . .	309
9.1.6	Zwei-Phasen-Commit . . . . .	310
9.2	Objektorientierte Datenbanken . . . . .	313
9.2.1	Definition objektorientierter Datenbanken . . . . .	313
9.2.2	Objektrelationale Datenbanken . . . . .	316
9.2.3	Objektrelationale Erweiterungen in Oracle . . . . .	317
9.2.4	Eingebettete Relationen in Oracle . . . . .	323
9.3	Zusammenfassung . . . . .	328
9.4	Übungsaufgaben . . . . .	329
	Literatur . . . . .	329
<b>10</b>	<b>Anhang</b> . . . . .	331
	<b>Sachverzeichnis</b> . . . . .	341