

Frank Geisler

# **Datenbanken Grundlagen und Design**

**4., aktualisierte und erweiterte Auflage**



# Inhaltsverzeichnis

	Vorwort zur 4. Auflage .....	15
	Über den Autor .....	16
<b>Teil I</b>	<b>Grundlagen</b> .....	<b>17</b>
<b>1</b>	<b>Einführung in das Thema Datenbanken</b> .....	<b>19</b>
1.1	Warum ist Datenbankdesign wichtig? .....	24
1.2	Dateisystem und Datenbanken .....	26
1.2.1	Historische Wurzeln .....	27
1.2.2	Probleme bei der Datenhaltung im Dateisystem .....	28
1.2.3	Datenredundanzen und Anomalien .....	35
1.3	Das Fallbeispiel .....	37
1.4	Zusammenfassung .....	38
1.5	Aufgaben .....	41
1.5.1	Wiederholung .....	41
1.5.2	Zum Weiterdenken .....	42
<b>2</b>	<b>Datenbanksysteme, Datenbankanwendungen und Middleware</b> .....	<b>43</b>
2.1	Datenbanksysteme .....	43
2.2	Verschiedene Arten von Datenbanksystemen .....	47
2.3	DBMS-Funktionen .....	48
2.4	Datenbankmodelle .....	51
2.4.1	Hierarchische Datenbanken .....	52
2.4.2	Netzwerk-Datenbanken .....	57
2.4.3	Relationale Datenbanken .....	59
2.4.4	ER-Datenbankmodelle .....	65
2.4.5	Objektorientierte Datenbanken .....	68
2.5	Datenbankanwendungen .....	73
2.5.1	Einschichtige Datenbankanwendungen .....	74
2.5.2	Zweischichtige Datenbankanwendungen .....	74
2.5.3	N-schichtige Datenbankanwendungen .....	76
2.6	Middleware .....	77
2.6.1	ODBC .....	78

2.6.2	ADO .....	79
2.6.3	ADO.NET .....	81
2.7	Zusammenfassung .....	82
2.8	Aufgaben .....	90
2.8.1	Wiederholung .....	90
2.8.2	Zum Weiterdenken .....	90
3	<b>Das relationale Datenbankmodell</b> .....	93
3.1	Entitäten und Attribute .....	94
3.2	Tabellen .....	95
3.3	Schlüssel .....	98
3.4	Relationale Operatoren .....	104
3.4.1	DIFFERENCE .....	104
3.4.2	DIVIDE .....	105
3.4.3	INTERSECT .....	105
3.4.4	JOIN .....	106
3.4.5	PRODUCT .....	108
3.4.6	PROJECT .....	109
3.4.7	SELECT .....	110
3.4.8	UNION .....	110
3.5	Beziehungen innerhalb der Datenbank .....	111
3.5.1	1:1-Beziehung .....	111
3.5.2	1:N-Beziehung .....	113
3.5.3	M:N-Beziehung .....	114
3.5.4	Optionale und nicht-optionale Beziehungen .....	115
3.5.5	Primär-/Fremdschlüssel und Datenredundanzen .....	115
3.6	Metadaten .....	116
3.7	Indizes .....	119
3.8	Zusammenfassung .....	120
3.9	Aufgaben .....	125
3.9.1	Wiederholung .....	125
3.9.2	Zum Weiterdenken .....	125

## **Teil II Datenbankdesign und Implementierung** ..... 129

4	<b>ER-Datenbankmodellierung</b> .....	131
4.1	Datenmodelle und Abstraktion .....	132
4.1.1	Das konzeptionelle Modell .....	133
4.1.2	Das interne Modell .....	135

4.1.3	Das externe Modell .....	136
4.1.4	Das physikalische Modell .....	137
4.2	Das Entity-Relationship-Modell .....	138
4.2.1	Entitäten .....	138
4.2.2	Attribute .....	139
4.2.3	Primärschlüssel .....	145
4.2.4	Beziehungen .....	147
4.3	Erstellen eines ER-Diagramms .....	162
4.4	Zusammenfassung .....	170
4.5	Aufgaben .....	173
4.5.1	Wiederholung .....	174
4.5.2	Zum Weiterdenken .....	174
5	<b>Normalisierung</b> .....	177
5.1	Warum Normalisierung? .....	177
5.1.1	Das Normalisierungsbeispiel .....	179
5.1.2	Erste Normalform .....	180
5.1.3	Zweite Normalform .....	184
5.1.4	Dritte Normalform .....	186
5.1.5	Boyce-Codd-Normalform (BCNF) .....	191
5.1.6	Höhere Normalformen .....	192
5.2	Normalisierung und Datenbankdesign .....	196
5.3	Denormalisierung .....	199
5.4	Zusammenfassung .....	200
5.5	Aufgaben .....	202
5.5.1	Wiederholung .....	202
5.5.2	Zum Weiterdenken .....	203
6	<b>SQL-Grundlagen</b> .....	205
6.1	Einführung .....	206
6.1.1	Historischer Überblick .....	207
6.1.2	Datentypen .....	208
6.1.3	Die SQL-Komponenten .....	210
6.1.4	Logische Verknüpfungen .....	216
6.2	Daten mit SQL abfragen .....	221
6.2.1	Einfache Abfragen .....	222
6.2.2	Tabellen verknüpfen mit Joins .....	243
6.2.3	Verschachtelte Abfragen .....	253
6.2.4	Sichten .....	254

6.3	Daten mit SQL verändern .....	258
6.3.1	INSERT .....	258
6.3.2	UPDATE .....	259
6.3.3	DELETE .....	260
6.4	Weitere wichtige SQL-Befehle .....	261
6.4.1	Mengenfunktionen .....	261
6.4.2	Stringfunktionen .....	266
6.4.3	NumerischeFunktionen .....	268
6.4.4	Datetime-Funktionen .....	270
6.5	Zusammenfassung .....	271
6.6	Aufgaben .....	275
6.6.1	Wiederholung .....	275
6.6.2	Zum Weiterdenken .....	275

### **Teil III Weiterführende Themen .....** 277

7	<b>Projektablauf bei der Erstellung einer Datenbank .....</b>	279
7.1	Der System Development Life Cycle .....	281
7.1.1	Planung .....	282
7.1.2	Analyse .....	284
7.1.3	System-Design .....	286
7.1.4	Implementierung .....	287
7.1.5	Wartung .....	289
7.2	Der Datenbank-Lebenszyklus .....	289
7.2.1	Grundlegende Analyse .....	290
7.2.2	Datenbankdesign .....	295
7.2.3	Implementierung und Datenimport .....	307
7.2.4	Test und Evaluierung .....	309
7.2.5	Betrieb .....	309
7.2.6	Wartung und Evolution .....	310
7.3	Zusammenfassung .....	310
7.4	Aufgaben .....	312
7.4.1	Wiederholung .....	312
8	<b>Transaktionen und konkurrierende Zugriffe .....</b>	313
8.1	Was ist eine Transaktion? .....	313
8.1.1	Eigenschaften einer Transaktion .....	317
8.1.2	Transaktionsverwaltung mit SQL .....	318

8.1.3	DasTransaktionsprotokoll .....	320
8.2	KonkurrierendeZugriffe .....	322
8.2.1	LostUpdates .....	322
8.2.2	DirtyRead .....	323
8.2.3	NonrepeatableRead .....	324
8.2.4	Phantome .....	325
8.3	Sperrmechanismen(Locks) .....	326
8.3.1	Granularität .....	327
8.3.2	Sperrtypen .....	332
8.3.3	Zwei-Phasen-Locking .....	333
8.3.4	Deadlocks .....	334
8.4	Zusammenfassung .....	336
8.5	Aufgaben .....	339
8.5.1	Wiederholung .....	339
8.5.2	ZumWeiterdenken .....	340
9	<b>DieClient-Server-Architektur</b> .....	341
9.1	Was ist Client-Server? .....	341
9.1.1	Geschichte von Client-Server .....	342
9.1.2	Vorteile von Client-Server .....	343
9.2	Client-Server-Architektur .....	346
9.2.1	Client-Komponenten .....	349
9.2.2	Server-Komponenten .....	350
9.2.3	Middleware .....	351
9.2.4	Netzwerk-Protokolle .....	355
9.3	Zusammenfassung .....	361
9.4	Aufgaben .....	364
9.4.1	Wiederholung .....	364
10	<b>VerteilteDatenbanksysteme</b> .....	365
10.1	Vor- und Nachteile verteilter Datenbanksysteme .....	366
10.2	Verteilte Datenverarbeitung vs. verteilte Datenbanken .....	371
10.3	Komponenten eines verteilten Datenbanksystems .....	373
10.4	Transparenz beim Datenzugriff .....	376
10.4.1	TransparenteDatenverteilung .....	377
10.4.2	TransparentesTransaktionsmanagement .....	382
10.5	Datenfragmentierung .....	385
10.6	Replikation .....	388
10.7	Zusammenfassung .....	389

10.8	Aufgaben .....	392
10.8.1	Wiederholung .....	392
II	<b>Data-Warehouses</b> .....	393
II.1	Die Notwendigkeit der Datenanalyse .....	395
II.2	Decision-Support-Systeme .....	396
II.2.1	Der Unterschied zwischen operationalen Daten und DSS-Daten .....	399
II.2.2	Anforderungen an eine DSS-Datenbank .....	407
II.3	Das Data-Warehouse .....	410
II.3.1	Data-Marts .....	414
II.3.2	Zwölf Eigenschaften, an denen man ein Data-Warehouse erkennen kann .....	415
II.4	OLAP (Online Analytical Processing) .....	416
II.4.1	OLAP-Architekturen .....	421
II.4.2	Relationales OLAP (ROLAP) .....	425
II.4.3	Multidimensionales OLAP (MOLAP) .....	430
II.5	Das Sternschema .....	433
II.5.1	Fakten .....	433
II.5.2	Dimensionen .....	434
II.5.3	Attribute .....	435
II.5.4	Attribut-Hierarchien .....	437
II.5.5	Sternschemata in der Praxis .....	438
II.5.6	Techniken zur Erhöhung der Performance .....	439
II.6	Das Snowflake-Schema .....	442
II.7	Slowly changing Dimensions .....	444
II.7.1	Typ1 .....	445
II.7.2	Typ2 .....	446
II.7.3	Typ3 .....	449
II.7.4	Typ4 .....	450
II.7.5	Typ6/Hybrid .....	451
II.8	Zusammenfassung .....	452
II.9	Aufgaben .....	453
II.9.1	Wiederholung .....	453
12	<b>Data-Mining</b> .....	455
12.1	Der Data-Mining-Prozess .....	458
12.1.1	Das Problem definieren .....	459

12.1.2	Datenvorbereiten .....	459
12.1.3	Die Daten sichten .....	460
12.1.4	Ein Data-Mining-Modell definieren .....	461
12.1.5	Data-Miningbetreiben .....	463
12.1.6	Die Ergebnisse zur Verfügung stellen .....	464
12.2	Zusammenfassung .....	464
12.3	Aufgaben .....	465
12.3.1	Wiederholung .....	465
13	<b>LINQ</b> .....	467
13.1	Unverträglichkeit zwischen Relationen und Objekten .....	467
13.1.1	Das Problem, Objekte auf Tabellen abzubilden .....	468
13.1.2	Wem gehört das Schema? .....	472
13.1.3	Das Doppel-Schema-Problem .....	473
13.1.4	Identitätsprobleme bei Entitäten .....	473
13.1.5	Rückgewinnung der Daten .....	475
13.2	Die Architektur von LINQ .....	477
13.3	Spracherweiterungen, die LINQ ermöglichen, am Beispiel von C# .....	481
13.3.1	Anonyme Typen .....	481
13.3.2	Objekt-Initialisierer .....	483
13.3.3	Collection-Initialisierer .....	483
13.3.4	Partielle Methoden .....	484
13.3.5	Implizit deklarierte lokale Variablen .....	485
13.3.6	Erweiterungsmethoden .....	487
13.3.7	Lambda-Ausdrücke .....	487
13.3.8	Abfrage-Ausdrücke .....	490
13.4	Aufgaben .....	492
13.4.1	Wiederholung .....	492
A	<b>Lösungen zu den Wiederholungsaufgaben</b> .....	495
A.1	Kapitel 1 .....	495
A.2	Kapitel 2 .....	498
A.3	Kapitel 3 .....	500
A.4	Kapitel 4 .....	503
A.5	Kapitel 5 .....	505
A.6	Kapitel 6 .....	507
A.7	Kapitel 7 .....	514



A.8	Kapitel8 .....	516
A.9	Kapitel9 .....	518
A.10	Kapitel10 .....	520
A.11	Kapitel11 .....	522
A.12	Kapitel12 .....	524
A.13	Kapitel13 .....	525
	<b>Stichwortverzeichnis</b> .....	<b>527</b>