

Thomas Connolly, Carolyn Begg, Anne Strachan

Datenbanksysteme

Eine praktische Anleitung zu
Design, Implementierung und Management

ADDISON-WESLEY

An imprint of Pearson Education

München • Boston • San Francisco
Harlow, England • Don Mills, Ontario
Sydney • Mexico City • Madrid • Amsterdam

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	27
 Kapitel 1	
Einführung in Datenbanken	43
Einführung	45
Traditionelle dateibasierte Systeme	46
Der dateibasierte Ansatz	46
Grenzen des dateibasierten Ansatzes	51
Der Datenbank-Ansatz	54
Die Datenbank	54
Das Datenbankmanagementsystem (DBMS)	56
Bestandteile der Datenbankumgebung	58
Der Paradigmenwechsel im Datenbankdesign	61
Die Menschen in der Datenbankumgebung	61
Datenbank- und Datenadministratoren	62
Datenbankdesigner	62
Anwendungsprogrammierer	63
Endbenutzer	63
Die Geschichte der Datenbankmanagementsysteme	64
Vor- und Nachteile von Datenbankmanagementsystemen	66
Fallstudie: DreamHome	70
Erforderliche Daten	71
Erforderliche Transaktionen	74
Zusammenfassung des Kapitels	75
Wiederholungsfragen	76
Übungen	76

Inhaltsverzeichnis

Kapitel 2

Die Datenbankumgebung.	.79
Die drei Ebenen der ANSI-SPARC-Architektur.	80
Die externe Ebene.	82
Konzeptuelle Ebene.	82
Interne Ebene.	83
Schemata, Zuordnungen und Instanzen.	83
Datenunabhängigkeit.	85
Datenbanksprachen.	85
Data Definition Language (DDL).	86
Data Manipulation Language (DML).	87
4GL.	88
Datenmodelle und die konzeptuelle Modellierung.	89
Objektbasierte Datenmodelle.	90
Datensatzbasierte Datenmodelle.	90
Physische Datenmodelle.	93
Konzeptuelle Modellierung.	93
Funktionen eines Datenbanksystems.	94
Bestandteile eines Datenbanksystems.	98
Die Architektur eines Datenbanksystems für mehrere Benutzer.	101
Fernverarbeitung.	101
Dateiserver.	102
Client/Server-Architektur.	102
Systemkataloge.	106
Information Resource Dictionary System (IRDS).	106
<i>Zusammenfassung des Kapitels.</i>	<i>108</i>
<i>Wiederholungsfragen.</i>	<i>109</i>
<i>Übungen.</i>	<i>109</i>

Kapitel 3

Das relationale Datenmodell.	.111
Eine kurze Geschichte des relationalen Modells.	112
Terminologie.	114
Relationale Datenstrukturen.	114
Mathematische Relationen.	117
Datenbankrelationen.	118
Eigenschaften von Relationen.	118
Relationale Schlüssel.	119
Darstellen von relationalen Datenbankschemata.	121
Relationale Integrität.	121
NULL.	123
Entitätsintegrität.	124
Referenzielle Integrität.	124
Unternehmensbedingungen.	125

Inhaltsverzeichnis

Relationale Sprachen	125
Relationale Algebra	126
Relationaler Kalkül	134
Andere Sprachen	137
Sichten	138
Terminologie	138
Der Zweck von Sichten	138
Aktualisieren von Sichten	139
Wann ist ein Datenbanksystem relational?	140
<i>Zusammenfassung des Kapitels</i>	143
<i>Wiederholungsfragen</i>	144
<i>Übungsaufgaben</i>	145

Kapitel 4

Planung, Design und Verwaltung von Datenbanken	147
Überblick über den Lebenszyklus eines Informationssystems	149
Der Lebenszyklus einer Datenbankanwendung	149
Planung der Datenbank	151
Definition des Systems	153
Sammeln und Analysieren der Anforderungen	153
Datenbankdesign	154
Auswahl des Datenbanksystems	155
Anwendungsdesign	156
Entwicklung eines Prototyps	156
Implementierung	157
Konvertieren und Laden von Daten	157
Testen der Datenbank	158
Pflege der Datenbank	159
Überblick über das Datenbankdesign	160
Datenmodellierung	160
Konzeptuelles Datenbankdesign	161
Logisches Datenbankdesign	162
Physisches Datenbankdesign	163
Anwendungsdesign	164
Transaktionsdesign	165
Richtlinien für das Design der Benutzerschnittstelle	166
Die CASE-Werkzeuge	167
Auswahl des Datenbanksystems	170
Das beste System finden	170
Datenadministration und Datenbankadministration	173
Datenadministration	173
Aufgaben der Datenadministration	174
Datenbankadministration	175
Aufgaben der Datenbankadministration	175
Datenbank- und Datenadministration im Vergleich	175
<i>Zusammenfassung des Kapitels</i>	176
<i>Wiederholungsfragen</i>	178
<i>Übungsaufgaben</i>	179

Kapitel 5

Entity-Relationship-Modellierung. 183

Die Konzepte des Entity-Relationship Modells 184

 Entitätstypen 184

 Attribute 186

 Beziehungstypen 190

 Attribute von Beziehungen 194

Strukturelle Bedingungen 195

 Kardinalitätsbedingungen 195

 Teilnahmebedingungen 199

Problemfälle des ER-Modells 200

 Fan Traps 200

 Chasm Traps 201

Das erweiterte Entity-Relationship-Modell 203

 Ober- und Unterklassen von Entitätstypen 205

 Vererbung von Attributen 206

 Spezialisierung 206

 Generalisierung 208

 Bedingungen für die Spezialisierung und Generalisierung 209

 Kategorisierung 211

Die Manager-Sicht der Dreamhome-Fallstudie - Aufbau eines ER-Modells 212

 Die Anforderungen des Managers 212

 Aufbau eines EER-Modells 213

Zusammenfassung des Kapitels. 219

Wiederholungsfragen. 220

Übungsaufgabe. 220

Kapitel 6

Normalisierung. 223

Der Zweck der Normalisierung 224

Datenredundanz und Aktualisierungsanomalien 225

 '} Einfügeanomalien. 225

 Löchanomalien 227

 Änderungsanomalien 227

Funktionale Abhängigkeiten 227

 Definition der funktionalen Abhängigkeit 228

Der Vorgang der Normalisierung 230

Die erste Normalform (1NF). 231

Die zweite Normalform (2NF). 234

 Volle funktionale Abhängigkeit 234

 Definition der zweiten Normalform 235

Die dritte Normalform (3NF). 237

 Transitive Abhängigkeit 237

 Definition der dritten Normalform 237

Die Boyce-Codd-Normalform (BCNF)	239
Definition der Boyce-Codd-Normalform	240
Zusammenfassung der Normalisierung (1NF bis BCNF)	242
Die vierte Normalform (4NF)	248
Mehrwertige Abhängigkeit	248
Definition der vierten Normalform	249
Die fünfte Normalform (5NF)	250
Abhängigkeit von der verlustlosen Verknüpfung	250
Definition der fünften Normalform	250
<i>Zusammenfassung des Kapitels</i>	252
<i>Wiederholungspagen</i>	254
<i>Übungsaufgaben</i>	255

Kapitel 7

Methodik - Konzeptuelles Datenbankdesign	257
Einführung in die Methodik des Datenbankdesigns	259
Was ist Designmethodik?	259
Konzeptuelles, logisches und physisches Datenbankdesign	259
Entscheidende Faktoren für den Erfolg im Datenbankdesign	260
Überblick über die Methodik des Datenbankdesigns	260
Methodik des konzeptuellen Datenbankdesigns	262
<i>Zusammenfassung des Kapitels</i>	269
<i>Wiederholungsfragen</i>	271

Kapitel 8

Methodik - Logisches Datenbankdesign für das relationale Modell	273
Methodik des logischen Datenbankdesigns für das relationale Modell	274
<i>Zusammenfassung des Kapitels</i>	296
<i>Wiederholungsfragen</i>	297

Kapitel 9

Methodik - Physisches Datenbankdesign und Implementierung relationaler Datenbanken . . .	299
Logisches und physisches Datenbankdesign im Vergleich	300
Überblick über die Methodik des physischen Datenbankdesigns	301
Die Methodik des physischen Datenbankdesigns für das relationale Modell	302
<i>Zusammenfassung des Kapitels</i>	333
<i>Wiederholungsfragen</i>	334

Kapitel 10

Konzeptuelles Datenbankdesign - Praxisbeispiel.	335
Die Anforderungen des Supervisors.	336
Erforderliche Daten.	336
Erforderliche Transaktionen.	338
Anwenden der Methodik des konzeptuellen Datenbankdesigns.	338
<i>Übungsaufgaben.</i>	<i>350</i>
<i>Anhang 10.1: Die Entitätstypen für die Supervisor-Sicht der DreamHome-Fallstudie.</i>	<i>351</i>
<i>Anhang 10.2: Die Beziehungstypen für die Supervisor-Sicht der DreamHome-Fallstudie.</i>	<i>352</i>
<i>Anhang 10.3: Die Attribute für die Supervisor-Sicht der DreamHome-Fallstudie.</i>	<i>353</i>
<i>Anhang 10.4: Wertebereich der Attribute für die Supervisor-Sicht der DreamHome-Fallstudie.</i>	<i>354</i>

Kapitel 11

Logisches Datenbankdesign - Praxisbeispiel.	355
Anwenden der Methodik des logischen Datenbankdesigns für das relationale Modell.	356
<i>Übungsaufgaben.</i>	<i>375</i>
<i>Anhang 11.1: Die Supervisor-Sicht der DreamHome-Fallstudie.</i>	<i>375</i>
<i>Anhang 11.2: Unternehmensbedingungen für die Supervisor-Sicht der DreamHome-Fallstudie.</i>	<i>376</i>
<i>Anhang 11.3: Die globale Sicht der DreamHome-Fallstudie.</i>	<i>377</i>

Kapitel 12

Physisches Datenbankdesign - Praxisbeispiel.	379
Einführung in das Datenbanksystem Microsoft Access.	380
Verwenden der Methodik des physischen Datenbankdesigns für relationale Datenbanken.	380
<i>Übungsaufgaben.</i>	<i>407</i>

Kapitel 13

SQL.	411
Einführung in SQL.	412
Die Zielsetzung von SQL.	412
Die Geschichte von SQL.	413
Die Bedeutung von SQL.	415
Terminologie.	416
Die Schreibweise von SQL-Befehlen.	416

Datenbearbeitung	417
Einfache Abfragen	418
Sortieren von Ergebnissen (ORDER BY-Klausel)	424
Verwenden der Aggregatfunktionen von SQL	425
Gruppieren von Ergebnissen (GROUP BY-Klausel)	427
Unterabfragen	429
ANY und ALL	432
Abfragen über mehrere Tabellen	433
EXISTS und NOT EXISTS	438
Kombinieren von Ergebnistabellen (UNION, INTERSECT, EXCEPT)	439
Datenbank-Aktualisierung	441
Das Definieren von Daten	444
SQL-Bezeichner	445
Die ISO-Datentypen in SQL	445
Erstellen einer Datenbank	448
Erstellen einer Tabelle (CREATE TABLE)	450
Entfernen einer Tabelle (DROP TABLE)	451
Erstellen eines Index (CREATE INDEX)	451
Entfernen eines Index (DROP INDEX)	452
Ein Vergleich mit QBE	452
Zusammenfassung des Kapitels	453
Wiederholungsfragen	454
Übungsaufgaben	454

Kapitel 14

Advanced SQL	457
Sichten	458
Erstellen von Sichten (CREATE VIEW)	459
Entfernen einer Sicht (DROP VIEW)	461
Auflösen einer Sicht	461
Einschränkungen für Sichten	462
Aktualisierbarkeit von Sichten	462
WITH CHECK OPTION	464
Vor- und Nachteile von Sichten	465
Integrity Enhancement Feature (IEF)	467
Erweiterte Datendefinition	470
Integrität bei CREATE TABLE	470
Ändern einer Tabellendefinition (ALTER TABLE)	474
Transaktionen	475
Unmittelbare und verzögerte Integritätsbedingungen	476
Zugriffskontrolle	476
Anderen Benutzern Berechtigungen gewähren (GRANT)	477
Berechtigungen für Benutzer widerrufen (REVOKE)	479
Embedded SQL	480
Einfache Anweisungen von Embedded SQL	481
SQL Communications Area (SQLCA)	482

Hostsprachenvariablen 484

Abruf von Daten mit Hilfe von Embedded SQL und Cursors 485

Verwenden von Cursors zum Ändern von Daten 489

ISO-Standards für Embedded SQL 490

Application Programming Interface (API) 492

Dynamic SQL 492

 Grundlegende Konzepte von Dynamic SQL 494

 SQL Descriptor Area (SQLDA) 496

 Abruf von Daten mit Hilfe von Dynamic SQL und dynamischen Cursors 497

 Verwenden von dynamischen Cursors zum Ändern von Daten 500

 Der ISO-Standard für Dynamic SQL 500

SQL-99 503

 Funktionen von SQL-99 503

Open Database Connectivity (ODBC) 504

 Die ODBC-Architektur 505

 ODBC- Konformitätsstufen 506

Zusammenfassung des Kapitels 509

Wiederholungsfragen 510

Übungsaufgaben 511

Kapitel 15

Query-By-Example (QBE) 513

 Einführung in die Abfragen unter Microsoft Access 514

 Aufbau von Auswahlabfragen mit Hilfe von QBE 516

 Verwenden von erweiterten Abfragen 523

 Verändern des Tabelleninhalts mit Aktionsabfragen 530

Übungsaufgaben 536

Kapitel 16

Sicherheit 541

 Datenbanksicherheit 542

 Bedrohungen 543

 Computergestützte Gegenmaßnahmen 547

 Autorisierung 547

 Sichten (Subschemata) 551

 Sicherung und Wiederherstellung 551

 Integrität 552

 Verschlüsselung 552

 Verwandte Verfahren 553

 Nicht-computergestützte Gegenmaßnahmen 556

 Sicherheitsrichtlinien und Notfallplan 556

 Personalkontrollen 557

Sichere Aufstellung und Lagerung	557
Treuhändervereinbarungen	557
Wartungsverträge	558
Kontrolle des physischen Zugriffs	558
PC-Sicherheit	558
Datenbanksysteme und die Sicherheit im World Wide Web	559
Sicherheit von statistischen Datenbanken	559
Risikoanalyse	560
Datenschutz und Persönlichkeitsrechte	562
<i>Zusammenfassung des Kapitels</i>	<i>563</i>
<i>Wiederholungsfragen</i>	<i>564</i>
<i>Übungsaufgaben</i>	<i>564</i>

Kapitel 17

Transaktionsmanagement	567
Unterstützung von Transaktionen	568
Eigenschaften von Transaktionen	570
Datenbank-Architektur	570
Parallelitätssteuerung	571
Die Notwendigkeit einer Parallelitätssteuerung	571
Serialisierbarkeit und Wiederherstellbarkeit	574
Techniken der Parallelitätssteuerung	578
Deadlocks	584
Zeitstempel	586
Optimistische Techniken	588
Die Granularität von Datenelementen	590
Wiederherstellung einer Datenbank	592
Die Notwendigkeit einer Wiederherstellung	592
Transaktionen und die Wiederherstellung	594
Möglichkeiten der Wiederherstellung	596
Techniken der Wiederherstellung	598
Erweiterte Transaktionsmodelle	601
Verschachtelte Transaktionsmodelle	602
Sagas	604
Das mehrschichtige Transaktionsmodell	605
Dynamische Restrukturierung	606
Workflow-Modelle	607
<i>Zusammenfassung des Kapitels</i>	<i>608</i>
<i>Wiederholungsfragen</i>	<i>609</i>
<i>Übungsaufgaben</i>	<i>610</i>

Kapitel 18

Abfrageverarbeitung	613
Überblick über die Abfrageverarbeitung	615
Zerlegung von Abfragen	618
Der heuristische Ansatz zur Optimierung von Abfragen	622
Transformationsregeln für Operationen der relationalen Algebra	622
Heuristische Verarbeitungsstrategien	625
Kostenabschätzung für Operationen der relationalen Algebra	627
Datenbankstatistiken	627
Die Auswahl-Operation ($S = \sigma(R)$)	628
Die Verknüpfungs-Operation	634
Die Projektions-Operation	640
Mengenoperationen der relationalen Algebra	641
Aggregatoperationen	643
Pipelines	643
Zusammenfassung des Kapitels	645
Wiederholungsfragen	646
Übungsaufgaben	647

Kapitel 19

Verteilte Datenbanksysteme - Konzepte und Design	651
Einleitung	652
Konzepte	653
Vor- und Nachteile von verteilten Datenbanksystemen	657
Homogene und heterogene verteilte Datenbanksysteme	660
Ein Überblick über Netzwerke	662
Funktionen und Architektur von verteilten Datenbanksystemen	664
Funktionen eines verteilten Datenbanksystems	664
Referenzarchitektur für ein verteiltes Datenbanksystem	665
Referenzarchitektur für föderierte Mehrfachdatenbanken	665
Komponentenarchitektur für ein verteiltes Datenbanksystem	667
Das Design von verteilten relationalen Datenbanken	669
Datenzuweisung	670
Fragmentierung	671
Transparenzen in einem verteilten Datenbanksystem	678
Transparenz der Verteilung	678
Transaktionstransparenz	680
Leistungstransparenz	682
Transparenz des Datenbanksystems	684
Zusammenfassung der Transparenzen in einem verteilten Datenbanksystem	684
Dates zwölf Regeln für verteilte Datenbanksysteme	685
Zusammenfassung	686
Wiederholungsfragen	687
Übungsaufgaben	688

Kapitel 20

Verteilte Datenbanksysteme - Fortgeschrittene Konzepte.	691
Verteiltes Transaktionsmanagement	692
Verteilte Parallelitätssteuerung	693
Zielsetzung	693
Verteilte Serialisierbarkeit	694
Sperrprotokolle	695
Zeitstempel-Protokolle	697
Verteilte Deadlock-Verwaltung	697
Verteilte Datenbank-Wiederherstellung	701
Fehler in einer verteilten Umgebung	702
Wie Fehler die Wiederherstellung beeinflussen	702
Zwei-Phasen-Commit (2PC)	703
Drei-Phasen-Commit (3PC)	709
Netzwerk-Partitionierung	711
Das Distributed Transaction Protocol-Modell (DTP) von X/Open	713
Replikationsserver	715
Konzepte der Datenreplikation	715
Verteilte Abfrageoptimierung	723
Verteilte Abfragetransformierung	723
Verteilte Verknüpfungen	727
<i>Zusammenfassung des Kapitels.</i>	727
<i>Wiederholungsfragen.</i>	729
<i>Übungsaufgaben.</i>	729

Kapitel 21

Einführung in Objektdatenbanken.	731
Erweiterte Datenbankanwendungen	733
Schwächen von relationalen Datenbanksystemen	735
Objektorientierte Konzepte	740
Abstraktion, Kapselung und Verstecken von Informationen	740
Objekte und Attribute	741
Objektbezeichnung	742
Methoden und Nachrichten	744
Klassen	745
Unterklassen, Oberklassen und Vererbung	747
Überladung	749
Polymorphismus und dynamisches Binden	750
Komplexe Objekte	751
Datenbanksysteme der nächsten Generation	752
<i>Zusammenfassung des Kapitels.</i>	754
<i>Wiederholungsfragen.</i>	755
<i>Übungsaufgaben.</i>	755

Kapitel 22

Objektorientierte Datenbanksysteme.757

 Einführung in objektorientierte Datenmodelle und Datenbanksysteme. 759

 Persistente Programmiersprachen. 760

 Alternative Strategien zur Entwicklung von objektorientierten Datenbanksystemen. 762

 Verschiedene Sichtweisen objektorientierter Datenbanken. 763

 Zugriff auf ein Objekt. 765

 Persistenz. 767

 Persistenzschemata. 768

 Orthogonale Persistenz. 769

 Techniken des Pointer-Swizzling. 770

 Ausgewählte Aspekte von objektorientierten Datenbanksystemen. 772

 Transaktionen. 772

 Versionen. 773

 Entwicklung von Schemata. 775

 Architektur. 777

 Das Manifest der objektorientierten Datenbanksysteme. 778

 Vor- und Nachteile von objektorientierten Datenbanksystemen. 781

 Design von objektorientierten Datenbanken. 785

 Objektorientierte und logische Datenmodellierung im Vergleich. 785

 Beziehungen und die referenzielle Integrität. 786

 Design des Verhaltens. 789

 Der Standard für Objektdatenbanken (ODMG 2.0, 1977). 791

 Die Object Management Group. 791

 Das Objektmodell der ODMG. 795

 Das Objektmodell (OM). 796

 Object Definition Language (ODL). 801

 Object Query Language (OQL). 803

 Zusammenfassung des Kapitels. 807

 Wiederholungsfragen. 808

 Übungsaufgaben. 808

Kapitel 23

Objektrelationale Datenbanksysteme.811

 Einführung in objektrelationale Datenbanksysteme. 812

 Manifeste zu Datenbanken der dritten Generation. 816

 Das Manifest der Datenbanksysteme dritter Generation. 816

 Das dritte Manifest. 817

 Frühe objektrelationale Datenbanksysteme. 819

 Postgres. 820

 Die Objektmanagement-Erweiterung von INGRES. 822

 SQL3. 823

 Zeilentypen. 824

 Benutzerdefinierte Typen. 824

Benutzerdefinierte Routinen	826
Polymorphismus	828
Untertypen und Obertypen	828
Erstellen von Tabellen	830
Abfragen von Daten	832
Referenztypen und Objektbezeichnung	833
Sammeltypen	835
Persistente gespeicherte Module	836
Trigger	837
Große Objekte (Large Objects)	840
SQL3 und OQL	842
Abfrageverarbeitung und Optimierung	842
Neue Indextypen	846
Objektrelationale und objektorientierte Datenbanksysteme im Vergleich	848
<i>Zusammenfassung des Kapitels</i>	848
<i>Wiederholungsfragen</i>	849
<i>Übungsaufgaben</i>	849

Kapitel 24

Datenbanksysteme im World Wide Web	853
Einführung in das Internet und das World Wide Web	855
Das World Wide Web	857
HyperText Transfer Protocol (HTTP)	858
Hypertext Markup Language (HTML)	859
Uniform Resource Locators (URLs)	859
Statische und dynamische Web-Seiten	861
Das World Wide Web als Anwendungsplattform für Datenbanken	861
Anforderungen für die Integration von Datenbanksystemen ins World Wide Web	862
Architektur von Datenbanksystemen im World Wide Web	862
Vor- und Nachteile der Integration von Datenbanksystemen in das World Wide Web	864
Techniken zur Integration von Datenbanksystemen in das World Wide Web	868
Common Gateway Interface (CGI)	869
Parameterübergabe an der Eingabeaufforderung	871
Parameterübergabe mit Hilfe von Umgebungsvariablen	871
Vor- und Nachteile von CGI	872
Server-Side Includes	873
HTTP-Cookies	874
Den Web-Server erweitern	875
Ein Vergleich zwischen CGI und APIs	876
Java	876
JDBC	878
JSQL	881
Java Relational Binding (JRB)	881
JDBC, JSQL und JRB im Vergleich	882

Skript-Sprachen	884
JavaScript und JScript	884
VBScript	886
Microsoft Active Platform	887
Active Server Pages (ASP) und Active Data Objects (ADO).	890
Die Erstellung von Web-Seiten unter Access 97.	891
Die Network Computing Architecture (NCA) von Oracle	892
Sicherheit	894
Proxyserver.	895
Firewalls.	896
Message Digest-Algorithmen und digitale Unterschriften	896
Digitale Zertifikate	897
Kerberos.	897
Secure Sockets Layer (SSL) und Secure HTTP (S-HTTP).	898
Secure Electronic Transactions (SET) und Secure Transaction Technology (STT).	899
Die Sicherheitsfunktionen von Java	900
Das ActiveX-Sicherheitsmodell	901
HTTP/1.1 und XML.	902
HTTP/1.1.	902
Extensible Markup Language (XML).	902
<i>Zusammenfassung des Kapitels.</i>	<i>903</i>
<i>Wiederholungsfragen.</i>	<i>905</i>
<i>Übungsaufgaben.</i>	<i>905</i>

Kapitel 25

Data Warehousing.	907
Aufbau dieses Kapitels.	908
Einführung in Data Warehousing	908
Die Entwicklung des Data Warehousing	908
Konzepte des Data Warehousing	909
Der Nutzen des Data Warehousing	910
OLTP-Systeme und Data Warehousing im Vergleich	911
Probleme des Data Warehousing	912
Architektur des Data Warehouse.	914
Operative Daten	914
Der Lade-Manager.	914
Der Warehouse-Manager.	915
Der Abfrage-Manager.	915
Detaillierte Daten.	915
Wenig und stark zusammengefasste Daten.	915
Archiv- und Sicherungsdaten.	916
Metadaten.	916
Zugriffswerkzeuge für den Endbenutzer.	916
Informationsflüsse im Data Warehouse	918
Inflow.	919
Upflow.	919

Downflow.	920
Outflow.	920
Metaflow.	921
Werkzeuge und Technologien des Data Warehousing	921
Extraktions-, Reinigungs- und Transformationswerkzeuge	921
Data Warehouse-Datenbanksysteme.	923
Metadaten des Data Warehouse.	925
Administrations- und Verwaltungswerkzeuge.	927
Data Marts.	927
Gründe für das Anlegen eines Data Marts.	929
Data Mart-Fragen.	929
Entwerfen von Data Warehouses.	931
Datencharakteristika.	931
Entwerfen von Star-Schemata.	932
Entwerfen von Snowflake-Schemata.	935
Entwerfen von Starflake-Schemata.	935
<i>Zusammenfassung.</i>	936
<i>Wiederholungsfragen.</i>	939
<i>Übungsaufgaben.</i>	939

Kapitel 26

OLAP und Data Mining.	941
Online Analytical Processing (OLAP).	942
Mehrdimensionales OLAP.	943
Regeln für OLAP-Systeme.	945
Kategorien von OLAP-Werkzeugen.	947
SQL-Erweiterungen.	949
Data Mining.	951
Einführung in das Data Mining.	951
Techniken des Data Mining.	952
Vorhersagende Modellierung.	953
Segmentierung der Datenbank.	955
Analyse von Verknüpfungen.	956
Erkennen von Abweichungen.	957
Werkzeuge für das Data Mining.	958
Data Mining und Data Warehousing.	958
<i>Zusammenfassung.</i>	958
<i>Wiederholungsfragen.</i>	959
<i>Übungsaufgabe.</i>	960

Anhang A

Fallstudie: Wellmeadows Hospital.	963
Erforderliche Daten.	964
Erforderliche Transaktionen.	969

Anhang B

Dateiorganisation und Speicherstrukturen.	971
Einleitung.	972
Grundlegende Konzepte.	972
Haufendateien.	973
Geordnete Dateien.	974
Hash-Dateien.	975
Dynamisches Hashing.	977
Einschränkungen des Hashing.	979
Indizes.	980
Indexsequenzielle Dateien.	980
Sekundäre Indizes.	981
Mehrschichtige Indizes.	982
B+-Bäume.	983

Anhang C

Das Netzwerkdatenmodell.	987
Das Netzwerkdatenmodell.	988
• Terminologie.	988
Architektur.	988
Grundstrukturen.	990
Datensatztyp.	991
Set-Typ.	992
Entwickeln einer Datenbankstruktur.	993
Auflösen von M:N-Beziehungen.	994
Handhabung von rekursiven Beziehungen.	995
Systemsets.	996
Implementierung von Sets.	996
Zeigerketten.	997
Zeigerfelder.	998
Instanzendiagramme.	998
Schema Data Description Language (DDL).	998
Schema-DDL.	1000
Data Manipulation Language (DML).	1001
Beispiele für eine DML.	1001

Anhang D

Das hierarchische Datenmodell.	1003
Das hierarchische Datenmodell.	1004
Hierarchische Strukturen.	1004
Vor- und Nachteile von hierarchischen Strukturen.	1007
Die IMS-Terminologie.	1008

Datenbankstrukturen	1009
Hierarchische Strukturen	1009
Handhabung von M:N-Beziehungen.	1010
Implementierung	1010
Speicherstrukturen	1011
Die Datenbankbeschreibung	1012
Physische Datenbankbeschreibung	1012
Data Manipulation Language (DML).	1013

Anhang E

Netzwerkbasierte, hierarchische und relationale Datenbanksysteme im Vergleich.	1017
Das Netzwerkdatenmodell	1018
Das hierarchische Datenmodell	1018
Das relationale Datenmodell	1018
Zusammenfassung:	
Die Datenbanksysteme im Vergleich	1019

Anhang F

Zusammenfassung der Methodik des Datenbankdesigns bei relationalen Datenbanken	1023
--	-------------

Anhang G

Beispiele für Web-Skripte.	1029
Java und JDBC.	1030
Java und JSQL.	1032
Java und JRB.	1033
JavaScript	1033
Active Server Pages (ASP) und Active Data Objects (ADO).	1033
Die ORACLE PL/SQL Cartridge.	1038

Referenz.	1043
--------------------------	-------------

Literatur.	1055
---------------------------	-------------

Stichwortverzeichnis.	1063
--------------------------------------	-------------