

Auf einen Blick

Die Autoren	11
Einleitung	33
Teil I: SQL – Erste Schritte	37
Kapitel 1: Relationale Datenbanken	39
Kapitel 2: Modellierung eines Systems.....	57
Kapitel 3: SQL kennenlernen	79
Kapitel 4: SQL und das relationale Modell.....	91
Kapitel 5: Die wichtigsten Komponenten von SQL	101
Kapitel 6: SQL – das Wesentliche.....	121
Teil II: Entwicklung relationaler Datenbanken	153
Kapitel 7: Überblick über die Systementwicklung.....	155
Kapitel 8: Aufbau eines Datenbankmodells.....	171
Kapitel 9: Gleichgewicht zwischen Leistung und Korrektheit	189
Kapitel 10: Eine Datenbank mit SQL erstellen.....	219
Teil III: SQL-Abfragen	231
Kapitel 11: Werte, Variablen, Funktionen und Ausdrücke	233
Kapitel 12: SELECT-Anweisungen und modifizierende Klauseln.....	259
Kapitel 13: Abfrage mehrerer Tabellen mit Unterabfragen.....	301
Kapitel 14: Abfragen mehrerer Tabellen mit relationalen Operatoren	329
Kapitel 15: Cursor.....	347
Teil IV: Sichern Sie Ihre Daten	359
Kapitel 16: Schutz vor Hardwarefehlern und externen Bedrohungen.....	361
Kapitel 17: Schutz vor Benutzerfehlern und Konflikten	391
Kapitel 18: Rechte zuweisen.....	419
Kapitel 19: Fehlerbehandlung	431
Teil V: Programmieren mit SQL	445
Kapitel 20: Datenbankentwicklungsumgebungen	447
Kapitel 21: Die Schnittstelle zwischen SQL und einer prozeduralen Sprache.....	453
Kapitel 22: Verwendung von SQL in einem Anwendungsprogramm.....	459
Kapitel 23: Entwurf einer Beispielanwendung.....	473
Kapitel 24: Eine Anwendung erstellen	491
Kapitel 25: Die prozeduralen Funktionen von SQL.....	507
Kapitel 26: Verbindung von SQL mit einer entfernten Datenbank.....	523

Teil VI: Erweiterte Datentypen in SQL: XML, JSON und PGQ	535
Kapitel 27: Verwendung von XML mit SQL.....	537
Kapitel 28: XML-Daten in SQL-Tabellen speichern	561
Kapitel 29: Daten aus XML-Dokumenten abrufen.....	583
Kapitel 30: Verwendung von JSON mit SQL	599
Kapitel 31: Eigenschaftsgraphen-Abfragen	613
Teil VII: Datenbanken optimieren	625
Kapitel 32: Datenbank-Tuning	627
Kapitel 33: Tuning der Umgebung	639
Kapitel 34: Leistungsengpässe auffinden und beseitigen	661
Anhang	689
Glossar	693
Abbildungsverzeichnis	703
Stichwortverzeichnis	707

Inhaltsverzeichnis

Die Autoren	11
Einleitung	33
Über dieses Buch	33
Törichte Annahmen über die Leser	34
Wie dieses Buch aufgebaut ist	35
Teil I: SQL – Erste Schritte	35
Teil II: Entwicklung relationaler Datenbanken	35
Teil III: SQL-Abfragen	35
Teil IV: Sichern Sie Ihre Daten	35
Teil V: Programmieren mit SQL	35
Teil VI: Erweiterte Datentypen in SQL: XML, JSON und PGQ	35
Teil VII: Datenbanken optimieren	36
Symbole, die in diesem Buch verwendet werden	36
Wie es weitergeht	36
TEIL I	
SQL – ERSTE SCHRITTE	37
Kapitel 1	
Relationale Datenbanken	39
Verstehen, warum heutige Datenbanken besser sind als frühere	39
Komplexität	40
Datenverwaltung mit komplizierten Programmen	40
Datenverwaltung mit einfachen Programmen	42
Welche Art von Organisation ist besser?	43
Datenbanken, Abfragen und Datenbankanwendungen	43
Daten nützlich machen	44
Abrufen der gewünschten Daten – und nur der gewünschten Daten	44
Konkurrierende Datenbankmodelle	45
Ein Blick auf den historischen Hintergrund der konkurrierenden Modelle	45
Das hierarchische Datenbankmodell	46
Das Netzwerk-Datenbankmodell	49
Das relationale Datenbankmodell	50
Definieren, was eine Datenbank relational macht	51
Schutz der Definition von relationalen Datenbanken mit den Coddschen Regeln	52
Die inhärente Flexibilität des relationalen Datenbankmodells	53
Das objektorientierte Datenbankmodell	53
Das objektrelationale Datenbankmodell	54
Das nicht relationale NoSQL-Modell	54
Warum das relationale Modell gewonnen hat	54

Kapitel 2	
Modellierung eines Systems	57
Das Datenmodell der Benutzer erfassen	57
Interessengruppen identifizieren und befragen	58
Widersprüchliche Anforderungen in Einklang bringen	58
Einbindung der Interessengruppen	59
Das Benutzerdatenmodell in ein formales Entity-Relationship-Modell übersetzen	60
Techniken zur Modellierung von Entitäten und Beziehungen	60
Entity-Relationship-Diagramme zeichnen	66
Fortgeschrittene ER-Modellkonzepte	68
Ein einfaches Beispiel für ein ER-Modell	72
Ein etwas komplexeres Beispiel	74
Vereinfachung von Beziehungen durch Normalisierung	78
Ein ER-Modell in ein relationales Modell übersetzen	78
Kapitel 3	
SQL kennenlernen	79
Woher SQL kommt	79
Was SQL kann	80
Die ISO/IEC-Norm für SQL	81
Was SQL nicht kann	81
Auswahl und Verwendung einer verfügbaren DBMS-Implementierung	82
Microsoft Access	83
Microsoft SQL-Server	87
IBM DB2	87
Oracle Database	88
Sybase SQL Anywhere	88
MySQL	88
PostgreSQL	89
Kapitel 4	
SQL und das relationale Modell	91
Mengen, Relationen, Multimengen und Tabellen	92
Funktionale Abhängigkeiten	93
Schlüssel	94
Ansichten	95
Benutzer	96
Zugriffsrechte	96
Schemas	96
Kataloge	97
Verbindungen, Sitzungen und Transaktionen	98
Routinen	98
Pfade	99

Kapitel 5	
Die wichtigsten Komponenten von SQL	101
Erstellen einer Datenbank mit der Datendefinitionssprache	101
Die umschließende Hierarchie	102
Tabellen erstellen	103
Spalten festlegen	103
Andere Objekte erstellen	104
Tabellen ändern	110
Tabellen und andere Objekte entfernen	110
Daten mit der Datenmanipulationssprache (DML) bearbeiten	111
Daten aus einer Datenbank abrufen	111
Daten zu einer Tabelle hinzufügen	112
Daten in einer Tabelle aktualisieren	114
Daten aus einer Tabelle löschen	117
Das Aktualisieren von Ansichten ist nicht sinnvoll	118
Mit der Datenkontrollsprache (DCL) die Sicherheit wahren	119
Zugriffsberechtigungen erteilen	119
Zugangsberechtigungen entziehen	120
Datenbankintegrität durch Transaktionen wahren	120
Kapitel 6	
SQL – das Wesentliche	121
SQL-Anweisungen ausführen	121
Interaktives SQL	122
Herausforderungen bei der Kombination von SQL mit einer Hostsprache	122
Eingebettetes SQL	123
Modulsprache	125
Korrekte Verwendung reservierter Wörter	126
Die Datentypen von SQL	126
Genauere numerische Werte	127
Ungefähre numerische Werte	129
Zeichenfolgen (Strings)	131
Binäre Zeichenfolgen	133
Boolesche Werte	134
Datum und Uhrzeit	134
Intervalle	136
XML-Typ	136
ROW-Typ	137
Sammlungen	138
REF-Typen	139
JSON-Typen	139
Benutzerdefinierte Typen	139
Übersicht über die Datentypen	143
Umgang mit Nullwerten	144

18 Inhaltsverzeichnis

Beschränkungen	145
Spaltenbeschränkungen	145
Tabellenbeschränkungen	147
Fremdschlüssel-Beschränkungen	148
Zusicherungen (Assertions)	150

TEIL II ENTWICKLUNG RELATIONALER DATENBANKEN 153

Kapitel 7 Überblick über die Systementwicklung 155

Die Komponenten eines Datenbanksystems	155
Die Datenbank	156
Die Datenbank-Engine	156
Das DBMS-Frontend	156
Die Datenbankanwendung	157
Der Benutzer	157
Der Lebenszyklus der Systementwicklung	157
Definitionsphase	158
Anforderungsphase	159
Evaluierungsphase	161
Entwurfsphase	164
Die Datenbankanwendung	165
Dokumentieren der Entwurfsphase	166
Implementierungsphase	166
Abschließende Dokumentations- und Testphase	167
Fertigstellung der Dokumentation	168
Übergabe der Ergebnisse (und Feiern)	168
Wartungsphase	169

Kapitel 8 Aufbau eines Datenbankmodells 171

Stakeholder finden und anhören	172
Ihr unmittelbarer Auftraggeber	172
Die Benutzer	172
Die Normungsorganisation	173
Oberes Management	174
Konsensbildung	174
Herausfinden, was die Menschen wollen	175
Erzielung eines Konsenses	175
Aufbau eines relationalen Modells	176
Rückblick auf die drei Datenbanktraditionen	176
Wissen, was eine Relation ist	177
Funktionale Abhängigkeiten	178
Schlüssel	178

Die Gefahr von Anomalien 179
 Beseitigung von Anomalien 180
 Die höheren Normalformen 183
 Der Kompromiss zwischen Datenbankintegrität und Leistung 185

Kapitel 9
Gleichgewicht zwischen Leistung und Korrektheit 189

Entwurf einer Beispieldatenbank 190
 Das ER-Modell für Joes Autoklinik 190
 Umwandlung eines ER-Modells in ein relationales Modell 191
 Normalisierung eines relationalen Modells 192
 Umgang mit binären Beziehungen 194
 Ein Beispiel für die Umwandlung 197
 Wahrung der Integrität 200
 Entitätsintegrität 200
 Domänenintegrität 202
 Referenzielle Integrität 202
 Vermeidung von Datenkorruption 204
 Beschleunigte Datenabrufe 205
 Hierarchische Speicherung 205
 Vollständige Tabellenscans 207
 Arbeiten mit Indizes 207
 Die richtigen Indizes erstellen 208
 Indizes und die ANSI/ISO-Norm 208
 Index-Kosten 208
 Der Abfragetyp bestimmt den besten Index 209
 Für Indizes verwendete Datenstrukturen 211
 Indizes – spärlich oder dicht 212
 Index-Clustering 212
 Zusammengesetzte Indizes 213
 Auswirkung des Index auf die Verknüpfungsleistung 214
 Tabellengröße als Indizierungskriterium 214
 Indizes versus vollständige Tabellenscans 214
 SQL-Server-Ausführungspläne lesen 215
 Robuste Ausführungspläne 215
 Eine Beispieldatenbank 215

Kapitel 10
Eine Datenbank mit SQL erstellen 219

Die Planung Ihrer Datenbank 219
 Tabellen erstellen 220
 Tabellenzeilen mit Schlüsseln finden 222
 Die CREATE TABLE-Anweisung 222
 Beschränkungen festlegen 224
 Spaltenbeschränkungen 224
 Tabellenbeschränkungen 225

20 Inhaltsverzeichnis

Schlüssel und Indizes	225
Datenvalidität mit Domänen sicherstellen	225
Beziehungen zwischen Tabellen herstellen	226
Die Tabellenstruktur ändern	229
Tabellen löschen	230

TEIL III SQL-ABFRAGEN 231

Kapitel 11 Werte, Variablen, Funktionen und Ausdrücke 233

Datenwerte eingeben	233
Zeilenwerte haben mehrere Elemente	234
Werte in einer Spalte identifizieren	234
Literale Werte ändern sich nicht	234
Variablen für änderbare Werte	235
Spezielle Variablen mit bestimmten Werten	236
Mit Funktionen arbeiten	237
Daten mit Mengenfunktionen zusammenfassen	237
Daten mit Wertfunktionen zerlegen	240
Funktionen für numerische Werte	244
Datum/Zeit-Wertfunktionen	249
Polymorphe Tabellenfunktionen	249
Ausdrücke	249
Ausdrücke für numerische Werte	250
Ausdrücke für Zeichenfolgenwerte	250
Ausdrücke für Datum/Uhrzeit-Werte	251
Ausdrücke für Intervallwerte	251
Ausdrücke mit booleschem Wert	252
Ausdrücke für Array-Werte	253
Ausdrücke mit bedingtem Wert	253
Behandlung verschiedener Fälle	253
Konvertierung von Datentypen mit einem CAST-Ausdruck	256
Ausdrücke für Zeilenwerte	258

Kapitel 12 SELECT-Anweisungen und modifizierende Klauseln 259

Mit der SELECT-Anweisung die Nadel im Heuhaufen finden	259
Modifizierende Klauseln	260
FROM-Klauseln	260
WHERE-Klauseln	261
GROUP BY-Klauseln	277
HAVING-Klauseln	280
ORDER BY-Klauseln	281
Abfragen tunen	283
SELECT DISTINCT	284
Temporäre Tabellen	286

Die ORDER BY-Klausel	292
Die HAVING-Klausel	296
Die logische OR-Verknüpfung	300

Kapitel 13
Abfrage mehrerer Tabellen mit Unterabfragen 301

Was ist eine Unterabfrage?	301
Was Unterabfragen tun	301
Unterabfragen, die mehrere Werte zurückgeben	302
Unterabfragen, die einen einzigen Wert zurückgeben	304
Quantifizierte Unterabfragen geben einen einzigen Wert zurück	306
Korrelierte Unterabfragen	309
Verwendung von Unterabfragen in INSERT-, DELETE- und UPDATE-Anweisungen	314
Tuning für Anweisungen, die verschachtelte Abfragen enthalten	316
Tuning von korrelierten Unterabfragen	323

Kapitel 14
**Abfragen mehrerer Tabellen mit relationalen
Operatoren 329**

UNION	329
UNION ALL	331
UNION CORRESPONDING	332
INTERSECT	333
EXCEPT	334
JOINS	335
Kartesisches Produkt oder Cross Join	335
Equi-Join	337
Natural Join	339
Bedingter Join	339
Spaltennamen-Join	340
Innerer Join	341
Äußerer Join	341
ON versus WHERE	345
Join-Bedingungen und Clustering-Indizes	345

Kapitel 15
Cursor 347

Einen Cursor deklarieren	348
Der Abfrageausdruck	349
Anordnung der Abfrageergebnismenge	349
Tabellenzeilen aktualisieren	351
Empfindliche und unempfindliche Cursor	351
In einem Cursor scrollen	352
Einen Cursor halten	353
Deklaration eines Ergebnismengen-Cursors	353

22 Inhaltsverzeichnis

Einen Cursor öffnen	353
In einer einzigen Zeile arbeiten	355
FETCH-Syntax	355
Absolute versus relative Abrufe	356
Eine Zeile löschen	356
Eine Zeile aktualisieren	356
Einen Cursor schließen	357

TEIL IV SICHERN SIE IHRE DATEN..... 359

Kapitel 16 Schutz vor Hardwarefehlern und externen Bedrohungen 361

Was kann schon schiefgehen?	361
Ausfall der Ausrüstung	362
Instabilität der Plattform	363
Fehler im Datenbankdesign	364
Fehler bei der Dateneingabe	364
Benutzerfehler	365
Die Vorteile von RAID nutzen	365
Striping	366
RAID-Level	367
Sichern Ihres Systems	369
Vorbereitung auf das Schlimmste	369
Vollständige oder inkrementelle Sicherung	370
Frequenz	370
Backup-Pflege	370
Bedrohungen aus dem Internet	371
Viren	371
Trojaner	373
Würmer	374
Denial-of-Service-Angriffe	375
Ransomware	375
SQL-Injection-Angriffe	375
Phishing-Betrug	387
Zombie-Spambots	388
Installation von Schutzschichten	388
Firewalls auf Netzwerkebene	388
Firewalls auf Anwendungsebene	388
Antivirensoftware	389
Schwachstellen, Sicherheitslücken und Patches	389
Ausbildung	389
Wachsamkeit	390

Kapitel 17	
Schutz vor Benutzerfehlern und Konflikten	391
Reduzierung von Dateneingabefehlern	392
Datentypen: Die erste Verteidigungslinie	392
Sachzwänge: Die zweite Verteidigungslinie	392
Scharfsichtige Menschen: Die dritte Linie der Verteidigung	393
Umgang mit Fehlern im Datenbankentwurf	393
Umgang mit Programmierfehlern	393
Konflikte bei gleichzeitigen Operationen lösen	394
Den ACID-Test bestehen: Atomarität, Konsistenz, Isolierung und Dauerhaftigkeit	395
Mit Transaktionen arbeiten	396
Die Anweisung SET TRANSACTION	397
Eine Transaktion starten	397
Eine Transaktion festschreiben	400
Eine Transaktion rückgängig machen	401
Aufschiebbare Beschränkungen implementieren	404
Sperrern	408
Zwei-Phasen-Sperrern	408
Granularität	409
Deadlock	409
Sperrern optimieren	410
Leistungsmessung im Hinblick auf Durchsatz	411
Nicht benötigte Sperrern eliminieren	411
Transaktionen verkürzen	411
Das Isolationsniveau senken (sehr vorsichtig)	412
Die Granularität von Sperrern steuern	412
DDL-Anweisungen richtig einplanen	413
Trennmechanismen einfügen	413
Hotspots kühlen	413
Das Deadlock-Intervall optimieren	414
Serialisierbarkeit mit Zeitstempeln erzwingen	414
Tuning des Wiederherstellungssystems	416
Kapitel 18	
Rechte zuweisen	419
Mit der SQL Data Control Language arbeiten	419
Autorisierte Benutzer identifizieren	420
Benutzerkennungen	420
Rollen	420
Benutzer klassifizieren	421
Rechte gewähren	422
Rechte entziehen	427
Rollen zuweisen	428
Rollen widerrufen	429

Kapitel 19	
Fehlerbehandlung	431
Fehlerbedingungen identifizieren	432
SQLSTATE	432
Verarbeitungsbedingungen	434
Handler-Deklarationen	434
Handler-Aktionen und Handler-Effekte	435
Bedingungen, die nicht behandelt werden	436
Umgang mit Ausführungsausnahmen: Die WHENEVER-Klausel	436
Mehr Informationen: Der Diagnosebereich	437
Der Diagnose-Kopfbereich	437
Der Diagnose-Detailbereich	439
Ein Beispiel für die Verletzung einer Beschränkung	440
Beschränkungen zu einer vorhandenen Tabelle hinzufügen	442
SQLSTATE-Informationen interpretieren	442
Ausnahmebehandlung	443
TEIL V	
PROGRAMMIEREN MIT SQL	445
Kapitel 20	
Datenbankentwicklungsumgebungen	447
Microsoft Access	447
Die Jet-Engine	448
DAO	448
ADO	448
ODBC	448
OLE DB	449
Dateien mit der Erweiterung ».mdb«	449
Das Access-Datenbankmodul	449
Microsoft SQL Server	449
IBM DB2	450
Oracle 23c	450
SQL Anywhere	451
PostgreSQL	451
MySQL	451
Kapitel 21	
Die Schnittstelle zwischen SQL und einer	
prozeduralen Sprache	453
Eine Anwendung mit SQL und einer prozeduralen Sprache erstellen	453
Access und VBA	454
Die ADOdb-Bibliothek	454
Die ADOX-Bibliothek	455
Andere Bibliotheken	455

SQL Server und die .NET-Sprachen	455
MySQL und C++.NET oder C#.	456
MySQL und C.	456
MySQL und Perl	457
MySQL und Python	457
MySQL und PHP	457
MySQL und Java	457
Oracle SQL und Java.	457
DB2 und Java.	458

Kapitel 22

Verwendung von SQL in einem Anwendungsprogramm 459

Vergleich von SQL mit prozeduralen Sprachen.	459
Klassische prozedurale Sprachen	460
Objektorientierte prozedurale Sprachen	461
Nicht prozedurale Sprachen.	461
Schwierigkeiten bei der Kombination von SQL mit einer prozeduralen Sprache	462
Herausforderungen bei der Verwendung von SQL mit einer klassischen prozeduralen Sprache	462
Herausforderungen bei der Verwendung von SQL mit einer objektorientierten prozeduralen Sprache	463
SQL in eine Anwendung einbetten	463
Einbetten von SQL in eine Oracle-Pro*C-Anwendung	464
SQL in eine Java-Anwendung einbetten	467
SQL in einer Perl-Anwendung verwenden	467
SQL in eine PHP-Anwendung einbetten	468
SQL in einer Visual-Basic.NET-Anwendung verwenden	468
Verwendung von SQL mit anderen .NET-Sprachen.	469
Verwendung von SQL-Modulen mit einer Anwendung	469
Modul-Deklarationen.	470
Modul-Prozeduren.	470
Module in Oracle	471

Kapitel 23

Entwurf einer Beispielanwendung 473

Das Problem des Kunden verstehen	473
Annäherung an das Problem.	474
Befragung der Beteiligten.	474
Ausarbeitung eines detaillierten Lastenheftes	475
Ein Angebot ausarbeiten.	475
Festlegung der zu erbringenden Leistungen.	476
Herausfinden, was jetzt und später gebraucht wird.	476
Planung für das Wachstum der Organisation	477
Festlegen des Projektumfangs.	478
Aufbau eines Entity-Relationship-Modells	479
Bestimmung der Entitäten	479
Beziehungen zwischen den Entitäten	479

26 Inhaltsverzeichnis

Umwandlung des Modells	482
Eliminierung von Viele-zu-viele-Beziehungen	483
Normalisierung des ER-Modells	485
Tabellen erstellen	486
Die Tabellenstruktur ändern	489
Tabellen löschen	490
Die Benutzeroberfläche gestalten	490

Kapitel 24

Eine Anwendung erstellen..... 491

Top-down-Design	491
Festlegen, was die Anwendung enthalten soll	492
Die Benutzeroberfläche gestalten	492
Die Benutzeroberfläche mit der Datenbank verbinden	493
Bottom-up-Coding	495
Vorbereitung auf die Erstellung der Anwendung	495
Die Bausteine der Anwendung erstellen	502
Alles verbinden	503
Testen, testen, testen	503
Fehler beheben	504
Naive Benutzer simulieren	504
Die Hacker kommen ins Spiel	505
Behebung der neu gefundenen Fehler	505
Ein letztes Mal alles überprüfen	505

Kapitel 25

Die prozeduralen Funktionen von SQL..... 507

SQL-Anweisungen in Ihren Code einbetten	507
Zusammengesetzte Anweisungen – eine Einführung	508
Atomarität	509
Variablen	510
Cursor	510
Zuweisung	510
Dem Fluss der Kontrollanweisungen folgen	511
IF ... THEN ... ELSE ... END IF	511
CASE ... END CASE	511
LOOP ... END LOOP	513
LEAVE	513
WHILE ... DO ... END WHILE	514
REPEAT ... UNTIL ... END REPEAT	514
FOR ... DO ... END FOR	515
ITERATE	515
Gespeicherte Prozeduren verwenden	516
Mit Triggern arbeiten	516
Trigger-Ereignisse	518
Trigger-Aktionszeit	518
Ausgelöste Aktionen	519
Ausgelöste SQL-Anweisung	519

Gespeicherte Funktionen verwenden	519
Rechte gewähren	520
Gespeicherte Module verwenden	521

Kapitel 26
Verbindung von SQL mit einer entfernten Datenbank..... 523

Native Treiber	523
ODBC und seine wichtigsten Komponenten	524
Anwendung	526
Treibermanager	527
Treiber	527
Datenquellen	529
Was geschieht, wenn die Anwendung eine Abfrage stellt?	529
Handles zur Identifizierung von Objekten verwenden	529
Die sechs Phasen einer ODBC-Operation	530

TEIL VI
ERWEITERTE DATENTYPEN IN SQL: XML, JSON UND PGQ..... 535

Kapitel 27
Verwendung von XML mit SQL **537**

Einführung in XML	538
Die Teile eines XML-Dokuments	538
XML-Deklaration	539
Elemente	539
Attribute	541
Entitätsreferenzen	541
Numerische Zeichenreferenzen	542
XML-Schema	542
Verknüpfung von SQL und XML	543
Verwendung des XML-Datentyps	544
Wann ist der XML-Typ zu verwenden?	544
Wann der XML-Typ nicht verwendet werden sollte	545
SQL auf XML abbilden	546
Abbildung von Zeichensätzen auf XML	546
Abbildung von Bezeichnern auf XML	546
Abbildung von Datentypen auf XML	547
Abbildung nicht vordefinierter Datentypen auf XML	547
Tabellen auf XML abbilden	552
Behandlung von Nullwerten	553
Ein XML-Schema für eine SQL-Tabelle erstellen	553
XML-Daten mit SQL-Funktionen bearbeiten	554
XMLELEMENT	555
XMLFOREST	555
XMLCONCAT	556
XMLAGG	556
XMLCOMMENT	557

XMLPARSE	557
XMLPI	557
XMLQUERY	558
XMLCAST	558
XML-Prädikate	559
DOCUMENT	559
CONTENT	559
XMLEXISTS	559
VALID	560

Kapitel 28

XML-Daten in SQL-Tabellen speichern 561

XML-Daten in eine SQL-Pseudotabelle einfügen	561
Eine Tabelle zur Aufnahme von XML-Daten erstellen	563
XML-Dokumente aktualisieren	563
Oracle-Tools zum Aktualisieren von XML-Daten in einer Tabelle	564
APPENDCHILDXML	565
INSERTCHILDXML	566
INSERTXMLBEFORE	567
DELETXML	567
UPDATEXML	568
Microsoft-Tools zum Aktualisieren von XML-Daten in einer Tabelle	569
Daten mit OPENXML in eine Tabelle einfügen	570
Verwendung von Updategrammen zur Abbildung von Daten in Datenbanktabellen	571
Verwendung eines Updategram-Namespaces und von Schlüsselwörtern	571
Ein Mapping-Schema festlegen	572
Implizites Mapping	572
Explizites Mapping	574
Elementzentriertes Mapping	579
Attributzentriertes Mapping	579
Gemischtes elementzentriertes und attributzentriertes Mapping	580
Schemas, die Nullwerte zulassen	581

Kapitel 29

Daten aus XML-Dokumenten abrufen 583

XQuery	584
Der Ursprung von XQuery	584
Was XQuery fordert	584
XQuery-Funktionalität	585
Verwendungsszenarien	586
FLWOR-Ausdrücke	590
Die for-Klausel	591
Die Let-Klausel	592
Die Where-Klausel	593
Die Order by-Klausel	593
Die Return-Klausel	594

XQuery versus SQL	595
FLWOR-Ausdruck von XQuery versus SELECT-Ausdruck von SQL	595
Beziehung zwischen XQuery-Datentypen und SQL-Datentypen.	596

Kapitel 30
Verwendung von JSON mit SQL..... 599

Verwendung von JSON mit SQL	599
Das SQL/JSON-Datenmodell.	600
SQL/JSON-Elemente	600
SQL/JSON-Sequenzen	601
JSON parsen	601
JSON serialisieren.....	602
SQL/JSON-Funktionen	602
Abfragefunktionen.	602
Konstruktorfunktionen	607
IS JSON-Prädikat	609
JSON-Nullwerte und SQL-Nullwerte	610
SQL/JSON-Pfadsprache	610
SQL:2023 JSON-Verbesserungen	610
Der JSON-Datentyp	610
Zusätzliche Funktionen für den JSON -Datentyp	612

Kapitel 31
Eigenschaftsgraphen-Abfragen..... 613

Was sind Eigenschaftsgraphen-Abfragen?	613
Die Eigenschaften von Knoten und Kanten	614
Knoten durch mehrere Kanten verbinden	614
Mit Kanten einen Knoten mit sich selbst verbinden	614
Pfade mit SQL-Abfragen verfolgen	615
SQL/PGQ	615
Mit SQL/PGQ arbeiten	617
Aufbau von Eigenschaftsgraphen-Tabellen	617
Hinzufügen von Daten zu Knoten- und Kantentabellen	620
Abfrage von Daten in Graphentabellen	622

TEIL VII
DATENBANKEN OPTIMIEREN..... 625

Kapitel 32
Datenbank-Tuning **627**

Die Arbeitslast analysieren	628
Berücksichtigung des physischen Designs	629
Die Auswahl der richtigen Indizes	630
Vermeidung unnötiger Indizes	630
Eine Spalte für den Index auswählen	631
Mehrspaltige Indizes verwenden	631
Geclusterte Indizes	632

Einen Indextyp auswählen	633
Abwägung der Kosten für die Indexpflege	634
Zusammengesetzte Indizes verwenden	634
Indizes tunen	635
Abfragen tunen	636
Transaktionen tunen	636
Benutzerinteraktionen und Transaktionen trennen	637
Den Datenverkehr zwischen Anwendung und Server möglichst gering halten ..	637
Vorkompilierung häufig verwendeter Abfragen	638

Kapitel 33

Tuning der Umgebung 639

Ausfälle überleben – mit minimalem Datenverlust	640
Was geschieht mit Transaktionen, wenn kein Fehler auftritt?	640
Was passiert, wenn ein Fehler auftritt und eine Transaktion noch aktiv ist?	641
Tuning des Wiederherstellungssystems	641
Flüchtiger und nicht flüchtiger Speicher	641
Hierarchie des Speichersystems	643
Speicherung von Protokollen und Transaktionen auf verschiedenen Festplatten	644
Schreibvorgänge optimieren	646
Datenbank-Dumps	647
Kontrollpunkte setzen	648
Batch-Transaktionen optimieren	649
Das Betriebssystem tunen	650
Threads planen	650
Die Größe des Datenbankpuffers bestimmen	653
Den Seitennutzungsfaktor planen	654
Vorhandene Hardware optimal nutzen	654
Optimierung der Platzierung von Code und Daten auf Festplatten	655
Tuning des Seitenersetzungsalgorithmus	655
Den Festplattencontroller-Cache tunen	656
Hardware hinzufügen	656
Schnellerer Prozessor	657
Mehr RAM	657
Schnellere Festplatten	657
Mehr Festplatten	658
Solid State Disk (SSD)	658
RAID-Anordnungen	658
Multiprozessor-Umgebungen	658

Kapitel 34

Leistungengpässe auffinden und beseitigen 661

Lokalisierung des Problems	661
Langsame Abfrage	662
Langsame Aktualisierung	662

Mögliche Ursachen von Störungen ermitteln	662
Probleme mit Indizes	663
Fallstricke in der Kommunikation	664
Feststellen, ob die Hardware robust genug und richtig konfiguriert ist	666
Umsetzung der allgemeinen Grundsätze: Ein erster Schritt zur Leistungsverbesserung	667
Direkte Benutzerinteraktionen vermeiden	667
Die Interaktion zwischen Anwendung und Datenbank optimieren	667
Fragen Sie keine Spalten ab, die Sie nicht brauchen	668
Verwenden Sie keine Cursor, wenn Sie nicht müssen	668
Vorkompilierte Abfragen	668
Engpässe aufspüren	669
Isolierung von Leistungsproblemen	669
Top-down-Analyse	669
Partitionierung	671
Lokalisierung von Hotspots	672
Analyse der Abfrageeffizienz	672
Abfrageanalytoren verwenden	673
Problematische Abfragen finden	681
Ressourcen klug verwalten	684
Das Festplattensubsystem	684
Der Datenbank-Puffermanager	686
Das Protokollierungssystem	687
Das Sperrensystem	687
Anhang	689
SQL:2023 – reservierte Wörter	689
Glossar	693
Abbildungsverzeichnis	703
Stichwortverzeichnis	707

