

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 Codd'schen 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
Genau 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 Schlüsselns finden	222
Die CREATE TABLE-Anweisung	222
Beschränkungen festlegen	224
Spaltenbeschränkungen	224
Tabellenbeschränkungen	225

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
Literele 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
Sperren	408
Zwei-Phasen-Sperren	408
Granularität	409
Deadlock	409
Sperren optimieren	410
Leistungsmessung im Hinblick auf Durchsatz	411
Nicht benötigte Sperren eliminieren	411
Transaktionen verkürzen	411
Das Isolationsniveau senken (sehr vorsichtig)	412
Die Granularität von Sperren 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
DELETEXML	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

Leistungsgengpässe 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
Abfrageanalysatoren 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