

# SQL

## Alles-in-einem-Band

für Dummies

# DAS INHALTS- VERZEICHNIS

» Hier geht's  
direkt  
zum Buch

# Auf einen Blick

---

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

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

# Inhaltsverzeichnis

---

<b>Die Autoren</b> .....	<b>11</b>
<b>Einleitung</b> .....	<b>33</b>
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
<b>TEIL I</b>	
<b>SQL – ERSTE SCHRITTE</b> .....	<b>37</b>
<b>Kapitel 1</b>	
<b>Relationale Datenbanken</b> .....	<b>39</b>
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 Coddsch'en 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

<b>Kapitel 2</b>	
<b>Modellierung eines Systems</b>	<b>57</b>
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
<b>Kapitel 3</b>	
<b>SQL kennenlernen</b>	<b>79</b>
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
<b>Kapitel 4</b>	
<b>SQL und das relationale Modell</b>	<b>91</b>
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

<b>Kapitel 5</b>	
<b>Die wichtigsten Komponenten von SQL</b>	<b>101</b>
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
<b>Kapitel 6</b>	
<b>SQL – das Wesentliche</b>	<b>121</b>
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

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

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

<b>Kapitel 17</b>	
<b>Schutz vor Benutzerfehlern und Konflikten</b>	<b>391</b>
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
<b>Kapitel 18</b>	
<b>Rechte zuweisen</b>	<b>419</b>
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

<b>Kapitel 19</b>	
<b>Fehlerbehandlung</b>	<b>431</b>
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**

<b>Kapitel 20</b>	
<b>Datenbankentwicklungsumgebungen</b>	<b>447</b>
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

<b>Kapitel 21</b>	
<b>Die Schnittstelle zwischen SQL und einer prozeduralen Sprache</b>	<b>453</b>
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

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

<b>Eine Anwendung erstellen.....</b>	<b>491</b>
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

<b>Die prozeduralen Funktionen von SQL.....</b>	<b>507</b>
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-Namespace 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

### Leistungsengpässe 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
<b>Anhang .....</b>	<b>689</b>
SQL:2023 – reservierte Wörter .....	689
<b>Glossar .....</b>	<b>693</b>
<b>Abbildungsverzeichnis .....</b>	<b>703</b>
<b>Stichwortverzeichnis .....</b>	<b>707</b>