

# Auf einen Blick

<b>Einleitung .....</b>	<b>23</b>
<b>Teil I: Die Grundlagen .....</b>	<b>31</b>
Kapitel 1: Was ist SQL? .....	33
Kapitel 2: Daten und Datenbanken.....	37
Kapitel 3: Die Normalisierung von Relationen.....	51
Kapitel 4: Modellierung von Datenbanken.....	59
Kapitel 5: Die Komponenten von SQL.....	67
<b>Teil II: Datenbanken erstellen .....</b>	<b>77</b>
Kapitel 6: Datentypen .....	79
Kapitel 7: Tabellen anlegen und ändern.....	93
Kapitel 8: Vom ER-Diagramm zur Datenbank .....	105
Kapitel 9: Beispiel zur Datenbankerstellung .....	109
<b>Teil III: Einfache SQL-Abfragen.....</b>	<b>117</b>
Kapitel 10: Ausdrücke, Operatoren und Prädikate .....	119
Kapitel 11: Daten einfügen, ändern und löschen .....	123
Kapitel 12: Einfache Abfragen erstellen .....	131
Kapitel 13: Mit Funktionen arbeiten .....	141
Kapitel 14: Abfragen über mehrere Tabellen.....	159
<b>Teil IV: SQL-Abfragen für Fortgeschrittene .....</b>	<b>171</b>
Kapitel 15: Gruppieren von Daten.....	173
Kapitel 16: Mit Unterabfragen arbeiten .....	181
Kapitel 17: Der Join-Operator.....	187
Kapitel 18: Semistrukturierte Daten abfragen.....	197
Kapitel 19: SELECT bei komplexeren Fragestellungen .....	213
<b>Teil V: Datenbanken im Einsatz.....</b>	<b>229</b>
Kapitel 20: Benutzersichten .....	231
Kapitel 21: Datensicherheit und Zugriffsrechte.....	241
Kapitel 22: Optimierung von SQL-Befehlen .....	257
<b>Teil VI: Prozedurale Programmierung mit SQL .....</b>	<b>267</b>
Kapitel 23: Einbettung von SQL in andere Programmiersprachen.....	269
Kapitel 24: Prozedurale Erweiterungen von SQL.....	283

## **12 Auf einen Blick**

<b>Teil VII: Der Top-Ten-Teil .....</b>	<b>307</b>
<b>Kapitel 25 Zehn Beispiele mit SQL .....</b>	<b>309</b>
<b>Kapitel 26 Zehn Tipps für erfolgreiche SQL-Programmierung.....</b>	<b>319</b>
<b>Anhang A: Lösungen zu den Aufgaben .....</b>	<b>325</b>
<b>Anhang B: Reservierte Worte in SQL:2023 .....</b>	<b>341</b>
<b>Literatur .....</b>	<b>345</b>
<b>Abbildungsverzeichnis.....</b>	<b>347</b>
<b>Stichwortverzeichnis .....</b>	<b>349</b>

# Inhaltsverzeichnis

<b>Einleitung .....</b>	<b>23</b>
Über dieses Buch.....	23
Konventionen in diesem Buch.....	24
Was Sie nicht lesen müssen.....	26
Törichte Annahmen über die Leser .....	26
Wie dieses Buch aufgebaut ist.....	27
Teil I: Die Grundlagen .....	27
Teil II: Datenbanken erstellen.....	27
Teil III: Einfache SQL-Abfragen .....	28
Teil IV: SQL-Abfragen für Fortgeschrittene.....	28
Teil V: Datenbanken im Einsatz .....	28
Teil VI: Prozedurale Programmierung mit SQL .....	28
Teil VII: Der Top-Ten-Teil .....	29
Symbole, die in diesem Buch verwendet werden.....	29
Wie es weitergeht .....	30
 <b>TEIL I</b>	
<b>DIE GRUNDLAGEN.....</b>	<b>31</b>
 <b>Kapitel 1</b>	
<b>Was ist SQL?.....</b>	<b>33</b>
So fing alles an .....	33
Begriffe und Befehle rund um SQL.....	34
Wer braucht SQL? .....	35
 <b>Kapitel 2</b>	
<b>Daten und Datenbanken .....</b>	<b>37</b>
Daten und Informationen .....	37
Was sind Datenbanksysteme?.....	39
Definition und Architektur eines Datenbanksystems.....	39
Typen von Datenbanken – ein Überblick .....	40
Relationale Datenbanken.....	41
Was genau sind Relationen?.....	42
Der Primärschlüssel.....	43
Fremdschlüssel.....	43
Ein Beispiel mit SQL .....	44
Datenbank-Managementtools.....	46
Die MySQL Workbench .....	47
Der SQL Developer.....	48
pgAdmin .....	48
Aufgaben.....	49

## 14 Inhaltsverzeichnis

<b>Kapitel 3</b>		
<b>Die Normalisierung von Relationen</b>		<b>51</b>
Probleme mit schlecht modellierten Relationen.....		51
Beispiel mit Studierenden und Klausuren .....		51
Beispiel mit Studierenden und Studiengängen.....		52
Funktionale Abhängigkeiten.....		53
Die 1. Normalform.....		54
Die 2. Normalform.....		55
Die 3. Normalform.....		56
Zusammenfassung .....		56
Aufgaben.....		57
<b>Kapitel 4</b>		
<b>Modellierung von Datenbanken</b>		<b>59</b>
Wie erstelle ich eine Datenbank? .....		59
Der Datenbankentwurf.....		60
Der semantische Entwurf.....		60
Der logische Entwurf.....		61
Der physische Entwurf .....		62
Das Entity-Relationship-Modell .....		62
Aufgaben.....		64
<b>Kapitel 5</b>		
<b>Die Komponenten von SQL</b>		<b>67</b>
Die drei Kategorien von SQL-Befehlen.....		67
Die Data Definition Language .....		70
Die Data Manipulation Language .....		71
Die Data Administration Language.....		72
Eine Datenbank und ein Schema anlegen .....		72
Die Benutzerverwaltung .....		73
Die Transaktionsverwaltung.....		73
Wie SQL-Befehle abgearbeitet werden .....		74
Aufgaben.....		76
<b>TEIL II</b>		
<b>DATENBANKEN ERSTELLEN</b>		<b>77</b>
<b>Kapitel 6</b>		
<b>Datentypen</b>		<b>79</b>
Überblick.....		79
Vordefinierte Standarddatentypen.....		80
Zahlen .....		81
Zeichenketten.....		83
Binäre Daten.....		85
Boolesche Werte .....		85
Datums- und Zeitwerte .....		86

Intervalle .....	87
Der Datentyp XML .....	88
Der Datentyp JSON.....	89
Zusammengesetzte Datentypen.....	89
Benutzerdefinierte Datentypen.....	91
Objektrelationale Datenbank-Managementsysteme.....	91
Aufgaben.....	92
<b>Kapitel 7</b>	
<b>Tabellen anlegen und ändern.....</b>	<b>93</b>
Eine Tabelle erstellen mit CREATE TABLE.....	93
Syntax .....	93
Constraints .....	94
Beispiel .....	97
Constraints auf Tabellenebene .....	100
Mit ALTER TABLE Tabellen ändern .....	101
Mit DROP TABLE Tabellen löschen .....	103
Externe Tabellen .....	103
Aufgaben.....	104
<b>Kapitel 8</b>	
<b>Vom ER-Diagramm zur Datenbank.....</b>	<b>105</b>
Entitätstypen .....	105
Beziehungen.....	106
1:1-Beziehungen.....	106
1:C-Beziehungen .....	106
1:M- und C:M-Beziehungen .....	106
1:MC- und C:MC-Beziehungen .....	107
M:M-, MC:MC- und M:MC-Beziehungen .....	107
Aufgaben.....	108
<b>Kapitel 9</b>	
<b>Beispiel zur Datenbankerstellung .....</b>	<b>109</b>
Die Aufgabenstellung .....	109
Das ER-Diagramm .....	110
Das Relationenschema .....	111
Die CREATE-TABLE-Befehle .....	112
Aufgaben.....	114
<b>TEIL III</b>	
<b>EINFACHE SQL-ABFRAGEN .....</b>	<b>117</b>
<b>Kapitel 10</b>	
<b>Ausdrücke, Operatoren und Prädikate .....</b>	<b>119</b>
Ausdrücke und Operatoren.....	119
Numerische Ausdrücke.....	119

## 16 Inhaltsverzeichnis

Zeichenkettenausdrücke.....	120
Datums- und Zeitausdrücke.....	120
Prädikate und relationale Vergleichsoperatoren .....	121
Logische Operatoren.....	122
<b>Kapitel 11</b>	
<b>Daten einfügen, ändern und löschen.....</b>	<b>123</b>
Überblick.....	123
Daten mit INSERT einfügen .....	124
Einfügen eines Tupels .....	124
Einfügen mehrerer Tupel .....	125
Einfügen von Tupeln aus einer anderen Tabelle.....	126
Automatische Schlüsselzuweisung mit SEQUENCE.....	126
Daten mit UPDATE ändern.....	127
Daten mit DELETE löschen.....	128
Aufgaben.....	129
<b>Kapitel 12</b>	
<b>Einfache Abfragen erstellen.....</b>	<b>131</b>
Der SELECT-Befehl.....	131
Der einfache SELECT-Befehl .....	131
Die Operatoren IN und BETWEEN .....	133
Abfrage auf NULL.....	133
Der LIKE-Operator .....	134
So gestalten Sie die Ausgabe .....	135
Sortieren mit ORDER BY .....	135
Spalten umbenennen .....	136
Anzahl der Ausgabezeilen beschränken.....	137
Eliminierung von Duplikaten .....	137
Der CASE-Operator .....	138
Aufgaben.....	139
<b>Kapitel 13</b>	
<b>Mit Funktionen arbeiten.....</b>	<b>141</b>
Numerische Funktionen.....	141
Numerische Mengenfunktionen .....	142
Numerische Wertfunktionen .....	145
Funktionen für Zeichenketten .....	148
Funktionen zur Manipulation von Zeichenketten .....	149
Längen- und Positionsfunction von Zeichenketten .....	151
Funktionen für Datum und Zeit sowie Intervalle .....	152
Datums- und Zeitfunktionen .....	152
Intervallfunktionen.....	154
Funktionen für NULL-Werte.....	155
COALESCE .....	155
NVL und Co. .....	156
Aufgaben.....	157

<b>Kapitel 14</b>		
<b>Abfragen über mehrere Tabellen .....</b>		<b>159</b>
Mengenoperationen mit SELECT-Ergebnissen .....	159	
Die Vereinigung mit UNION und UNION ALL.....	160	
UNION CORRESPONDING.....	162	
Den Durchschnitt mit INTERSECT bilden .....	162	
Die Mengendifferenz mit MINUS berechnen.....	162	
Der Join über die WHERE-Klausel .....	163	
Synonyme für Tabellen .....	166	
Beispiele .....	166	
Beispiel 1 .....	167	
Beispiel 2 .....	168	
Beispiel 3 .....	169	
Aufgaben.....	170	
<b>TEIL IV</b>		
<b>SQL-ABFRAGEN FÜR FORTGESCHRITTENE.....</b>		<b>171</b>
<b>Kapitel 15</b>		
<b>Gruppieren von Daten .....</b>		<b>173</b>
Eine Aufgabenstellung als einführendes Beispiel.....	173	
Die Option GROUP BY.....	175	
Die HAVING-Klausel.....	176	
GROUP BY CUBE .....	177	
Aufgaben.....	180	
<b>Kapitel 16</b>		
<b>Mit Unterabfragen arbeiten .....</b>		<b>181</b>
Was sind Unterabfragen?.....	181	
Korrelierte und unkorrelierte Unterabfragen .....	182	
Wo können Unterabfragen stehen.....	184	
Subselect in der FROM-Klausel .....	184	
Subselect in der Liste der Ausgabeattribute .....	185	
Subselect in der WHERE-Klausel .....	185	
Aufgaben.....	186	
<b>Kapitel 17</b>		
<b>Der Join-Operator .....</b>		<b>187</b>
Relationale Operatoren .....	187	
Join als Operator .....	188	
CROSS JOIN.....	189	
INNER JOIN .....	190	
NATURAL JOIN .....	190	
LEFT JOIN.....	190	
RIGHT JOIN .....	191	
FULL OUTER JOIN.....	192	

## 18 Inhaltsverzeichnis

Ein Beispiel .....	192
Wie Joins abgearbeitet werden .....	194
Nested Loop Join .....	194
Sort-Merge Join.....	194
Hash Join .....	195
Aufgaben.....	196

## Kapitel 18 Semistrukturierte Daten abfragen 197

Einsatzfelder von XML und JSON.....	197
XML .....	198
Eine Tabelle mit einer XML-Spalte definieren .....	198
Ausgewählte XML-Funktionen .....	200
JSON.....	204
Eine Tabelle mit einer JSON-Spalte definieren.....	205
Ausgewählte JSON-Funktionen .....	206
Aufgaben.....	212

## Kapitel 19 SELECT bei komplexeren Fragestellungen 213

Keiner, irgendeiner oder alle .....	213
Der EXIST-Operator .....	214
Der ANY-Operator .....	215
Der ALL-Operator.....	216
NOT EXISTS NOT.....	216
Reguläre Ausdrücke .....	217
Metasymbole .....	218
Funktionen für reguläre Ausdrücke.....	219
Rekursive SELECT-Befehle .....	220
Was bedeutet Rekursion?.....	220
Rekursion in SQL .....	221
Mit Fenstern arbeiten .....	223
Die WINDOW-Klausel.....	224
PARTITION BY .....	225
ORDER BY .....	225
Ranking mit SQL.....	226
Aufgaben.....	228

## TEIL V DATENBANKEN IM EINSATZ 229

## Kapitel 20 Benutzersichten231

Die Drei-Schichten-Architektur .....	231
Views .....	233
Definition einer View .....	233
Arbeiten mit Views.....	234

MATERIALIZED VIEWS .....	237
Aufgaben.....	239
<b>Kapitel 21 Datensicherheit und Zugriffsrechte .....</b>	<b>241</b>
Datenintegrität.....	241
Transaktionen.....	241
COMMIT und ROLLBACK.....	242
Datensicherheit .....	244
Mehrbenutzerbetrieb .....	245
Fehlerarten .....	245
Isolationsstufen .....	247
Benutzer und ihre Rechte.....	249
Einfügen von Daten .....	250
Lesen von Daten.....	251
Ändern von Daten .....	251
Löschen von Daten .....	251
Verweisen auf andere Tabellen .....	251
Rollen.....	252
Das Zurücknehmen von Rechten .....	253
SQL-Injection .....	253
Aufgaben.....	255
<b>Kapitel 22 Optimierung von SQL-Befehlen .....</b>	<b>257</b>
Ein Beispiel .....	257
Ausführungspläne .....	259
Möglichkeiten zur Optimierung von SELECT-Befehlen .....	261
Definition eines Index .....	261
Partitionierung von Tabellen .....	264
List-Partitionierung .....	264
Range-Partitionierung .....	265
Hash-Partitionierung .....	265
Weitere Möglichkeiten zur Abfrageoptimierung.....	266
Aufgaben.....	266
<b>TEIL VI PROZEDURALE PROGRAMMIERUNG MIT SQL .....</b>	<b>267</b>
<b>Kapitel 23 Einbettung von SQL in andere Programmiersprachen .....</b>	<b>269</b>
Überblick über die typische Architektur von Anwendungsprogrammen .....	269
Embedded SQL.....	270
ODBC und JDBC .....	271
ODBC .....	272
JDBC .....	273

## 20 Inhaltsverzeichnis

PHP Data Objects .....	275
Einführung .....	275
Ein Beispiel .....	276

## Kapitel 24

### Prozedurale Erweiterungen von SQL .....

Ein Beispiel zur Motivation .....	283
Grundlegende Sprachelemente prozeduraler Erweiterungen von SQL .....	285
PL/SQL-Blöcke .....	285
Deklarationsteil .....	286
Ausführungsteil .....	288
Fehlerbehandlungsteil .....	290
Stored Procedures .....	291
Syntax bei Oracle .....	292
Syntax bei MySQL .....	293
Syntax bei PostgreSQL .....	295
Trigger .....	297
Was sind Trigger? .....	297
Welche Arten von Triggern gibt es? .....	298
Beispiele für Trigger mit Oracle, MySQL und PostgreSQL .....	302
Oracle .....	302
MySQL .....	303
PostgreSQL .....	303
INSTEAD-OF Trigger .....	304
Aufgaben .....	304

## TEIL VII

### DER TOP-TEN-TEIL .....

307

## Kapitel 25

### Zehn Beispiele mit SQL .....

309

Komplexe Abfragen mit der WHERE-Klausel .....	309
Die Verknüpfung von Tabellen .....	310
Der Join-Operator .....	311
Die Gruppierung von Daten mit GROUP BY .....	312
Die Ausgabe gestalten .....	313
Abfragen mit Funktionen .....	313
Mit Unterabfragen arbeiten .....	314
Abfragen mit logischen Quantoren .....	316
Redundante Daten synchronisieren .....	317
Analytische Abfragen .....	318

## Kapitel 26

### Zehn Tipps für erfolgreiche SQL-Programmierung .....

319

Sprechen Sie mit den Anwendern .....	319
Prüfen Sie Ihr Datenmodell .....	320
Machen Sie sich mit den CREATE-TABLE-Befehlen vertraut .....	320

Entwickeln Sie Ihre SELECT-Befehle schrittweise .....	321
Testen Sie die Befehle mit genügend Testdaten.....	321
Vermeiden Sie typische Anfängerfehler.....	322
Dokumentieren und kommentieren Sie Ihre Befehle .....	323
Verzweifeln Sie nicht bei Performance-Problemen .....	323
Schützen Sie Ihre Daten .....	324
Bleiben Sie am Ball .....	324
<b>Anhang A: Lösungen zu den Aufgaben .....</b>	<b>325</b>
Lösungen von Kapitel 2.....	325
Lösungen von Kapitel 3.....	325
Lösungen von Kapitel 4.....	326
Lösungen von Kapitel 5.....	327
Lösungen von Kapitel 6.....	327
Lösungen von Kapitel 7.....	328
Lösungen von Kapitel 8.....	329
Lösungen von Kapitel 9.....	330
Lösungen von Kapitel 11 .....	331
Lösungen von Kapitel 12 .....	331
Lösungen von Kapitel 13 .....	332
Lösungen von Kapitel 14 .....	332
Lösungen von Kapitel 15 .....	333
Lösungen von Kapitel 16 .....	333
Lösungen von Kapitel 17 .....	335
Lösungen von Kapitel 18 .....	336
Lösungen von Kapitel 19 .....	336
Lösungen von Kapitel 20 .....	336
Lösungen von Kapitel 21 .....	337
Lösungen von Kapitel 22 .....	337
Lösungen von Kapitel 24 .....	337
<b>Anhang B: Reservierte Worte in SQL:2023 .....</b>	<b>341</b>
<b>Literatur .....</b>	<b>345</b>
<b>Abbildungsverzeichnis.....</b>	<b>347</b>
<b>Stichwortverzeichnis.....</b>	<b>349</b>