

Inhalt

Vorwort	15
Für wen ist dieses Buch gedacht?	15
Konventionen	16
Der Aufbau dieses Buches	17
Die DVD zum Buch	18
Die Webseite zum Buch	19
Die Autoren	19

TEIL I Erste Schritte

1 Datenbanken – eine allgemeine Einleitung 23

1.1 Grundlagen von Datenbanken	23
1.1.1 Die Geschichte von Datenbanken	23
1.1.2 Moderne Datenbanken und Datenmodelle	25
1.1.3 Vorteile	28
1.1.4 Einsatzgebiete	31
1.1.5 Anforderungen an ein Datenbankmanagementsystem	34
1.2 MySQL	38
1.2.1 Einleitung und Vorstellung	39
1.2.2 Die Geschichte von MySQL	42
1.2.3 Open Source und Lizenzen	45
1.3 Zusammenfassung	48

2 Datenbankmodellierung 51

2.1 Einführung in den Datenbankentwurf	51
2.1.1 Anforderungsanalyse	52
2.1.2 Konzeptioneller Datenbankentwurf	53
2.1.3 Logischer Datenbankentwurf	54
2.1.4 Physischer Datenbankentwurf	54
2.1.5 Der Datenbankentwurf im Überblick	55
2.2 Ein konkretes Beispiel: Flughafenverwaltung	56
2.3 Das relationale Datenbankenmodell	57
2.3.1 Tabellen, Spalten und Zeilen	58
2.3.2 Schlüssel identifizieren Datensätze	59
2.3.3 Die relationale Algebra	60
2.3.4 Joins	66

2.4	Datenbankdesign	70
2.4.1	Das ER-Diagramm	70
2.4.2	Entitäten	71
2.4.3	Beziehungen	74
2.5	Normalformen	83
2.5.1	Erste Normalform	85
2.5.2	Die zweite Normalform	87
2.5.3	Die dritte Normalform	88
2.5.4	Weitere Normalformen	90
2.6	Zusammenfassung	91

3 Schnellstart-Tutorial 93

3.1	MySQL herunterladen	93
3.2	Minimale Systemanforderungen	94
3.3	MySQL installieren	95
3.3.1	Schnellinstallation unter Windows	96
3.3.2	Schnellinstallation unter Linux	103
3.3.3	Schnellinstallation unter Mac OS	110
3.3.4	Zusammenfassung der Installation	113
3.4	Endlich loslegen – MySQL ausprobieren	113
3.5	Übersicht der wichtigsten Befehle	116
3.5.1	Datenbanken anlegen und löschen	117
3.5.2	Tabellen anlegen, Daten einfügen und löschen	119
3.5.3	Datensätze anlegen, abfragen und löschen	124
3.5.4	Datensätze abfragen und anzeigen	126
3.5.5	Zusammenfassung	127

4 Einführung in die Beispieldatenbank 129

4.1	Die Datenbank für das Szenario anlegen	129
4.2	Die Beispieldatenbank auf der Buch-DVD	145
4.3	Hilfe bei der Arbeit mit MySQL	147
4.3.1	Fehlermeldungen und Warnungen	147
4.3.2	Online-Manual und weitere Anlaufstellen	149
4.4	Zusammenfassung	150

TEIL II MySQL-Administration

5 Architektur 155

5.1	Einführung	155
-----	------------------	-----

5.1.1	Teile einer Datenbank – das Fünf-Schichten-Modell	155
5.1.2	MySQL-Architektur	161
5.2	Abfrageverarbeitung	165
5.2.1	Der Query-Cache – das Kurzzeitgedächtnis von MySQL ...	165
5.2.2	Der Optimierer – die Intelligenz von MySQL	172
5.2.3	Execution Engine – der Arbeiter von MySQL	178
5.3	Transaktionen und Nebenläufigkeit	178
5.3.1	Nebenläufigkeit	179
5.3.2	Transaktionen	180
5.3.3	Lock-Management	192
5.4	Storage-Engines	195
5.4.1	Grundlagen des Storage-Engine-Plugin-Systems	196
5.4.2	InnoDB	199
5.4.3	MyISAM	205
5.4.4	MEMORY	212
5.4.5	Sonstige Engines	213
5.4.6	Fremdhersteller-Engines	216
5.4.7	Vergleichstabellen	217
5.5	Zusammenfassung	218

6 Manuelle Installation, Plugins und Upgrades 219

6.1	Von neuen Quellen – MySQL selbst kompilieren und installieren	220
6.1.1	Voraussetzungen	220
6.1.2	MySQL kompilieren und installieren	222
6.1.3	Die Installation grundlegend absichern	227
6.1.4	Anlegen der Konfigurationsdatei	232
6.1.5	Den MySQL-Dienst starten	233
6.1.6	Zusammenfassung der Installation	237
6.2	Usermanagement	237
6.3	Die zentrale Konfigurationsdatei »my.cnf«	243
6.3.1	Die Syntax der Konfigurationsdatei	245
6.3.2	Die grundlegenden Einstellungen	246
6.3.3	Kommandozeilenargumente	249
6.3.4	Server-Variablen setzen und ändern	251
6.4	MySQL aktualisieren und erweitern	254
6.4.1	Upgrades	254
6.4.2	Die Plugin-API	258
6.5	Zusammenfassung	260

7 MySQL administrieren	263
7.1 Der bordeigene Werkzeugkasten	263
7.2 Der Name ist Programm: mysqladmin	264
7.2.1 Datenbanken anlegen und löschen	264
7.2.2 Caches leeren	265
7.2.3 Das Root-Passwort ändern	266
7.2.4 Den Server überwachen	269
7.3 Daten importieren und exportieren	272
7.3.1 Daten aus Dateien importieren	272
7.3.2 Daten exportieren	278
7.4 Richtig sichern – Backups und Strategien	280
7.4.1 Die Basics	280
7.4.2 Physisches oder logisches Backup	282
7.4.3 Online- und Offline-Backups	284
7.4.4 Volle und inkrementelle Backups	285
7.4.5 Logische Backups und Wiederherstellung mit mysqldump	286
7.4.6 Physisches Offline-Backup – schnell, sicher und effizient	290
7.4.7 MySQL Hot Copy	293
7.4.8 InnoDB-Tabellen sichern mit Percona XtraBackup	294
7.4.9 Recovery von Bedienfehlern – zeitpunktbezogene Wiederherstellung	295
7.4.10 Backups mit Replikation	298
7.4.11 Backups automatisieren	299
7.5 Tabellenwartung mit mysqlcheck	299
7.5.1 MyISAM-Tabellen überprüfen und reparieren	300
7.5.2 Die Erholungsphase – Crash Recovery	302
7.6 Performance-Check mit mysqlslap	304
7.7 MySQL beobachten	305
7.7.1 Die INFORMATION_SCHEMA-Tabellen	305
7.7.2 Den Status abfragen	306
7.7.3 MySQL überwachen	307
7.8 Die grafischen Werkzeuge im Überblick	308
7.8.1 MySQL Workbench	308
7.8.2 MySQL Administrator	314
7.8.3 Weitere Tools	317
7.9 Optimierungstechniken	317
7.9.1 Leistungsschau	318
7.9.2 Profiling	320

7.9.3	Die wichtigsten Variablen der zentralen Konfigurationsdatei im Überblick	325
7.9.4	MySQL feineinstellen – Empfehlungen eines Skripts	330

8 Replikation und Hochverfügbarkeit 345

8.1	Grundprinzipien	346
8.1.1	Ablauf	347
8.1.2	Arten von Replikation	347
8.2	Topologien	348
8.2.1	Master – Slave	349
8.2.2	Master – Slave mit zwischengeschaltetem Slave	350
8.2.3	Master-Master	351
8.3	Vorarbeiten zur Replikation	352
8.4	Konfiguration einer Master-Slave-Replikation	354
8.5	Zusammenfassung	357

9 Anfrageoptimierung 359

9.1	Aufspüren von langsamem Anfragen	359
9.1.1	Langsame Anfrage protokollieren	359
9.1.2	Log-Dateien regelmäßig kontrollieren	362
9.2	Indexstrukturen	362
9.2.1	Die Grundidee von Indexstrukturen	363
9.2.2	Primärindex vs. Sekundärindex	364
9.2.3	Der limitierende Faktor – die Festplatte	365
9.2.4	Technische Umsetzung von Indexstrukturen – der B-Baum und MyISAM	366
9.2.5	Clustered Index	372
9.2.6	Non-Clustered Index	372
9.2.7	Mehrdimensionale Indexstrukturen – der R-Baum	373
9.2.8	GIS und raumbezogene Indizes	376
9.2.9	Volltextindex	385
9.2.10	Die großen Nachteile des Indexes	393
9.3	Optimierung von Anfragen	394
9.3.1	Die EXPLAIN-Anweisung	394
9.3.2	Auswertung der EXPLAIN-Informationen und Optimierungen	396
9.4	Partitionierung	427

10 Sicherheit 451

10.1	Grundlagen	451
10.1.1	Verschiedene Szenarien für das Rechtemanagement	451
10.1.2	Die zwei Phasen des Berechtigungssystems	453
10.2	Privilegiert – die Benutzerrechte im Detail	454
10.2.1	Die Ebenen der Benutzerberechtigungen	456
10.2.2	Berechtigungen zum Schutz der Daten	459
10.2.3	Berechtigungen zur Programmierung mit MySQL	465
10.2.4	Das Sicherheitskonzept von Programmen oder DEFINER vs. INVOKER	467
10.2.5	Berechtigungen zur Administration von MySQL	470
10.2.6	Die Befehle GRANT und REVOKE im Detail	476
10.2.7	Benutzerverwaltung ohne GRANT – die Datenbank »mysql«	480
10.3	Tipps und Tricks	486
10.3.1	Vorgehen bei der Erstellung von Benutzern	486
10.3.2	Tausende Benutzer und Datenbanken ohne Chaos verwalten	487
10.3.3	Benutzerverwaltungs-API	489
10.3.4	Benutzerverwaltung in der Applikation, nicht in der Datenbank?	490
10.3.5	Workaround für Berechtigungen auf Zeilenebene/ Kapselung	492
10.4	STOP! – MySQL absichern	495
10.4.1	Allgemeine Sicherheitshinweise – der gewissenhafte Administrator	495
10.4.2	Zugang beschränken oder verschlüsseln	498
10.4.3	MySQL im Web	503
10.5	Zusammenfassung	509

TEIL III Programmierung**11 Gespeicherte Programme und Events 513**

11.1	Wozu gespeicherte Programme?	513
11.1.1	Arten von gespeicherten Programmen	515
11.1.2	MySQL Stored Program Language	516
11.1.3	Grundlegendes Arbeiten mit gespeicherten Programmen	517
11.1.4	Kommentare	520

11.1.5	Datentypen	521
11.1.6	Sicherung und Backup gespeicherter Programme und Sichten	521
11.1.7	Rechte von gespeicherten Programmen	523
11.1.8	Einschränkungen	523
11.2	Gespeicherte Prozeduren	524
11.2.1	Erzeugung gespeicherter Prozeduren	524
11.2.2	Erweiterte Einstellungen beim Erzeugen von gespeicherten Prozeduren	526
11.2.3	Verwendung gespeicherter Prozeduren	528
11.2.4	Löschen von gespeicherten Prozeduren	529
11.2.5	Bearbeiten gespeicherter Prozeduren	529
11.2.6	Parameter	530
11.2.7	Ergebnismengen	536
11.3	Gespeicherte Funktionen	536
11.3.1	Erzeugen von gespeicherten Funktionen	537
11.3.2	Erweiterte Optionen beim Erzeugen von gespeicherten Prozeduren	540
11.3.3	Aufrufen gespeicherter Funktionen	542
11.3.4	Bearbeiten gespeicherter Funktionen	543
11.3.5	Einschränkungen	544
11.4	Informationen zu bestehenden gespeicherten Programmen (Metadaten)	545
11.5	Programmieren in MySQL	549
11.5.1	BEGIN-/END-Blöcke	549
11.5.2	Variablen	550
11.5.3	Ablaufsteuerung und konditionale Anweisungen	557
11.5.4	Schleifen	564
11.5.5	Cursor	569
11.5.6	Handler	576
11.5.7	Selbst definierte Fehlermeldungen mit SIGNAL	585
11.5.8	Verschachtelte Cursor und deren Handler	590
11.5.9	Temporäre Tabellen	593
11.5.10	Rekursion	594
11.5.11	Transaktionen	598
11.6	Trigger	599
11.6.1	Trigger erstellen	599
11.6.2	Löschen und Bearbeiten von Triggern	604
11.6.3	Informationen über bestehende Trigger (Metadaten)	604
11.6.4	Einschränkungen	607

11.7	Events	608
11.7.1	Event-Scheduler	609
11.7.2	Erzeugung von Events	610
11.7.3	Löschen und Bearbeiten von Events	615
11.7.4	Informationen zu bestehenden Events (Metadaten)	615
11.7.5	Sicherheit, Rechte und Einschränkungen	617
11.8	Sichten (Views)	618
11.8.1	Erzeugung und Verwenden von Sichten	619
11.8.2	Updates auf Sichten	622
11.8.3	Löschen und Bearbeiten einer Sicht	623
11.8.4	Informationen zu bestehenden Sichten (Metadaten)	623
11.9	Zusammenfassung	624

12 Softwareentwicklung mit MySQL

625

12.1	Einleitung	625
12.2	Konnektoren/Programmiersprachen	627
12.2.1	Allgemeines	627
12.2.2	ODBC	632
12.2.3	Java, JDBC und Connector/J	636
12.2.4	PHP, mysqli, PDO_MYSQL	641
12.2.5	.NET	645
12.2.6	Perl, DBD:mysql	650
12.2.7	Ruby	653
12.2.8	Python	655

TEIL IV Anhang

A Referenz

661

A.1	Datentypen	662
A.2	Datendefinition, Datenmanipulation und Abfragen	664
A.3	Index	669
A.4	Boolesche Operatoren	670
A.5	Mathematische Funktionen	671
A.6	Zeit- und Datumsfunktionen	673
A.7	String-Funktionen	678
A.8	Transaktionen	686
A.9	Sperren	687
A.10	Sichten (Views)	688
A.11	MySQL-Client	689

A.12	Gespeicherte Prozeduren	691
A.13	Gespeicherte Funktionen	692
A.14	Triggers	694
A.15	Events	695
A.16	Kontrollfluss-Elemente	696
A.17	Variablen in Programmen	699
A.18	Cursors	699
A.19	Handlers	700
A.20	Volltextsuche	702
A.21	Replikation	703
A.22	GIS-Funktionen	705
A.23	Partitionierung	706
A.24	Administrationsaufgaben	710
A.25	Benutzerverwaltung und Sicherheit	714
A.26	Wartungsarbeiten	717
A.27	Backups, Wiederherstellung und Logfiles	719
A.28	Import und Export	721
A.29	Benchmarking, Monitoring und Profiling	722
A.30	Query-Cache	724
A.31	Plugins	724
A.32	Storage-Engines	725
A.33	Hilfe, Warnungen und Fehler	728
A.34	Fehlernummern und SQL-States	728
A.35	Escape-Sequenzen	730
A.36	Zeichensätze und Sortierfolgen (Character Sets und Collations)	731
	Index	735