

Auf einen Blick

TEIL I Erste Schritte

1	Datenbanken – eine allgemeine Einleitung	25
2	Datenbankmodellierung	51
3	Schnellstart-Tutorial	93
4	Einführung in die Beispieldatenbank	125

TEIL II MySQL-Administration

5	Architektur	151
6	Manuelle Installation, Plugins und Upgrades	215
7	MySQL administrieren	261
8	Replikation und Hochverfügbarkeit	367
9	Abfrageoptimierung	385
10	Sicherheit	481

TEIL III Programmierung

11	Gespeicherte Programme und Events	547
12	Softwareentwicklung mit MySQL	659
13	NoSQL mit MySQL	697

TEIL IV Anhang

A	Referenz	717
---	----------------	-----

Inhalt

Vorwort	17
----------------------	-----------

TEIL I Erste Schritte

1 Datenbanken – eine allgemeine Einleitung	25
---	-----------

1.1 Grundlagen von Datenbanken	25
1.1.1 Die Geschichte von Datenbanken	25
1.1.2 Moderne Datenbanken und Datenmodelle	27
1.1.3 Vorteile	30
1.1.4 Nachteile von Datenbanksystemen	32
1.1.5 Einsatzgebiete	32
1.1.6 Anforderungen an ein Datenbankmanagementsystem	36
1.2 MySQL	40
1.2.1 Einleitung und Vorstellung	40
1.2.2 Die Geschichte von MySQL	43
1.2.3 Open Source und Lizenzen	46
1.3 Zusammenfassung	50

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	58
2.3.1 Tabellen, Spalten und Zeilen	58
2.3.2 Schlüssel identifizieren Datensätze	60
2.3.3 Die relationale Algebra	61
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	75
2.5	Normalformen	83
2.5.1	Die erste Normalform	85
2.5.2	Die zweite Normalform	86
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	96
3.3.1	Schnellinstallation unter Windows	96
3.3.2	Schnellinstallation unter Linux	102
3.3.3	Schnellinstallation unter Mac OS X	108
3.3.4	Weitere Softwareprodukte	110
3.3.5	Zusammenfassung der Installation	110
3.4	Endlich loslegen – MySQL ausprobieren	110
3.5	Übersicht der wichtigsten Befehle	114
3.5.1	Datenbanken anlegen und löschen	115
3.5.2	Tabellen anlegen, Daten einfügen und löschen	117
3.5.3	Datensätze anlegen, abfragen und löschen	121
3.5.4	Datensätze abfragen und anzeigen	123
3.6	Zusammenfassung	124

4 Einführung in die Beispieldatenbank 125

4.1	Die Datenbank für das Szenario anlegen	125
4.2	Die Beispieldatenbank auf der Buch-DVD	141

4.3	Hilfe bei der Arbeit mit MySQL	143
4.3.1	Fehlermeldungen und Warnungen	143
4.3.2	Online-Manual und weitere Anlaufstellen	145
4.4	Zusammenfassung	146

TEIL II MySQL-Administration

5 Architektur 151

5.1	Einführung	151
5.1.1	Teile einer Datenbank – das Fünf-Schichten-Modell	151
5.1.2	MySQL-Architektur	157
5.2	Abfrageverarbeitung	161
5.2.1	Der Query-Cache – das Kurzzeitgedächtnis von MySQL	161
5.2.2	Der Optimierer – die Intelligenz von MySQL	168
5.2.3	Execution-Engine – der Arbeiter von MySQL	173
5.3	Transaktionen und Nebenläufigkeit	173
5.3.1	Nebenläufigkeit	174
5.3.2	Transaktionen	175
5.3.3	Lock-Management	187
5.4	Storage-Engines	190
5.4.1	Grundlagen des Storage-Engine-Plugin-Systems	191
5.4.2	InnoDB	194
5.4.3	MyISAM	201
5.4.4	MEMORY	206
5.4.5	Sonstige Engines	207
5.4.6	Fremdhersteller-Engines	210
5.4.7	Percona und MariaDB	211
5.4.8	Vergleichstabelle	212
5.5	Zusammenfassung	213

6 Manuelle Installation, Plugins und Upgrades 215

6.1	Von neuen Quellen – MySQL selbst kompilieren und installieren	216
6.1.1	Voraussetzungen	216
6.1.2	MySQL kompilieren und installieren	218

6.1.3	Die Installation grundlegend absichern	223
6.1.4	Anlegen der Konfigurationsdatei	229
6.1.5	Den MySQL-Dienst starten	230
6.1.6	Zusammenfassung der Installation	234
6.2	Usermanagement	235
6.3	Die zentrale Konfigurationsdatei »my.cnf«	242
6.3.1	Die Syntax der Konfigurationsdatei	244
6.3.2	Die grundlegenden Einstellungen	246
6.3.3	Kommandozeilenargumente	249
6.3.4	Servervariablen setzen und ändern	250
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 261

7.1	Der bordeigene Werkzeugkasten	261
7.2	Der Name ist Programm: »mysqladmin«	262
7.2.1	Datenbanken anlegen und löschen	262
7.2.2	Caches leeren	263
7.2.3	Das »root«-Passwort ändern	264
7.2.4	Den Server überwachen	267
7.3	Daten importieren und exportieren	270
7.3.1	Daten aus Dateien importieren	270
7.3.2	Daten exportieren	276
7.4	Richtig sichern – Backups und Strategien	278
7.4.1	Die Basics	278
7.4.2	Physisches oder logisches Backup	280
7.4.3	Online- und Offline-Backups	282
7.4.4	Volle und inkrementelle Backups	283
7.4.5	Logische Backups und Wiederherstellung mit »mysqldump«	284
7.4.6	Physisches Offline-Backup – schnell, sicher und effizient	288
7.4.7	InnoDB-Tabellen sichern mit »Percona XtraBackup«	291
7.4.8	Recovery von Bedienfehlern – zeitpunktbezogene Wiederherstellung	293

7.4.9	Backups mit Replikation	296
7.4.10	Backups automatisieren	297
7.5	Tabellenwartung mit »mysqlcheck«	297
7.5.1	MyISAM-Tabellen überprüfen und reparieren	298
7.5.2	Die Erholungsphase – Crash Recovery	300
7.6	Performance-Check mit »mysqlslap«	302
7.7	MySQL beobachten	303
7.7.1	Die »INFORMATION_SCHEMA«-Tabellen	303
7.7.2	Den Status abfragen	304
7.7.3	Statistiken zu InnoDB-Tabellen	305
7.7.4	MySQL überwachen	307
7.8	Die grafischen Werkzeuge im Überblick	308
7.8.1	MySQL Workbench	308
7.8.2	Weitere Tools	314
7.9	Optimierungstechniken	314
7.9.1	Leistungsschau	315
7.9.2	Profiling	317
7.9.3	Das Percona Toolkit	321
7.9.4	Die wichtigsten Variablen der zentralen Konfigurationsdatei im Überblick	324
7.10	Exakte Statistiken mit dem Performance Schema	341
7.10.1	Grundlagen des Performance Schemas	341
7.10.2	Instrumente einrichten und Messvorgaben anpassen	345
7.10.3	Anpassen der Einstellungen und Ausgabe von Statusvariablen	352
7.10.4	Auswertung des Performance Schemas	354
7.10.5	Den Gesamtüberblick mit Summary-Tabellen behalten	357
7.10.6	Aufspüren von Problemen	361

8 Replikation und Hochverfügbarkeit 367

8.1	Grundprinzipien	368
8.1.1	Ablauf	369
8.1.2	Arten von Replikation	369
8.2	Topologien	371
8.2.1	Master – Slave	371
8.2.2	Master – Slave mit zwischengeschaltetem Slave	372
8.2.3	Master – Master	373

8.3	Konfiguration	374
8.3.1	Vorarbeiten	375
8.3.2	Replikation über GTIDs	376
8.3.3	Replikation über das Binär-Log	379
8.4	Zusammenfassung	383

9 Abfrageoptimierung 385

9.1	Aufspüren von langsamen Abfragen	385
9.1.1	Langsame Abfrage protokollieren	385
9.1.2	Log-Dateien regelmäßig kontrollieren	388
9.2	Indexstrukturen	388
9.2.1	Die Grundidee von Indexstrukturen	389
9.2.2	Primarindex vs. Sekundarindex	390
9.2.3	Der limitierende Faktor – die Festplatte	391
9.2.4	Technische Umsetzung von Indexstrukturen – der B-Baum und MyISAM	392
9.2.5	Clustered Index	397
9.2.6	Non-clustered Index	398
9.2.7	Mehrdimensionale Indexstrukturen – der R-Baum	398
9.2.8	GIS und raumbezogene Indizes	402
9.2.9	Volltextindex	411
9.2.10	Die großen Nachteile des Indexes	420
9.3	Optimierung von Abfragen	421
9.3.1	Die EXPLAIN-Anweisung	421
9.3.2	Auswertung der EXPLAIN-Informationen und Optimierungen	424
9.4	Partitionierung	455
9.5	Zusammenfassung	478

10 Sicherheit 481

10.1	Grundlagen	481
10.1.1	Verschiedene Szenarien für das Rechte-Management	481
10.1.2	Die zwei Phasen des Berechtigungssystems	483
10.2	Privilegiert – die Benutzerrechte im Detail	484
10.2.1	Die Ebenen der Benutzerberechtigungen	486

10.2.2	Berechtigungen zum Schutz der Daten	489
10.2.3	Berechtigungen zur Programmierung mit MySQL	494
10.2.4	Das Sicherheitskonzept von Programmen oder DEFINER vs. INVOKER	496
10.2.5	Berechtigungen zur Administration von MySQL	500
10.2.6	Die Befehle GRANT, REVOKE, CREATE und ALTER USER im Detail	505
10.2.7	Benutzerverwaltung ohne GRANT – die Datenbank »mysql«	511
10.3	Tipps und Tricks	517
10.3.1	Vorgehen bei der Erstellung von Benutzern	518
10.3.2	Tausende Benutzer und Datenbanken ohne Chaos verwalten	518
10.3.3	Benutzerverwaltungs-API	520
10.3.4	Benutzerverwaltung in der Applikation, nicht in der Datenbank?	521
10.3.5	Workaround für Berechtigungen auf Zeilenebene/Kapselung	523
10.4	STOP! – MySQL absichern	526
10.4.1	Allgemeine Sicherheitshinweise – der gewissenhafte Administrator	526
10.4.2	Zugang beschränken oder verschlüsseln	532
10.4.3	MySQL im Web	537
10.5	Zusammenfassung	542

TEIL III Programmierung

11 Gespeicherte Programme und Events 547

11.1	Wozu gespeicherte Programme?	547
11.1.1	Arten von gespeicherten Programmen	549
11.1.2	MySQL Stored Program Language	550
11.1.3	Grundlegendes Arbeiten mit gespeicherten Programmen	551
11.1.4	Kommentare	553
11.1.5	Datentypen	555
11.1.6	Sicherung und Backup gespeicherter Programme und Sichten	555
11.1.7	Rechte von gespeicherten Programmen	556
11.1.8	Einschränkungen	557
11.2	Gespeicherte Prozeduren	557
11.2.1	Erzeugung gespeicherter Prozeduren	558
11.2.2	Erweiterte Einstellungen beim Erzeugen von gespeicherten Prozeduren	560
11.2.3	Verwendung gespeicherter Prozeduren	561

11.2.4	Loschen von gespeicherten Prozeduren	562
11.2.5	Bearbeiten gespeicherter Prozeduren	562
11.2.6	Parameter	564
11.2.7	Ergebnismengen	569
11.3	Gespeicherte Funktionen	569
11.3.1	Erzeugen von gespeicherten Funktionen	570
11.3.2	Erweiterte Optionen beim Erzeugen von gespeicherten Prozeduren	572
11.3.3	Aufrufen gespeicherter Funktionen	574
11.3.4	Bearbeiten gespeicherter Funktionen	576
11.3.5	Einschränkungen	576
11.4	Informationen zu bestehenden gespeicherten Programmen (Metadaten)	577
11.5	Programmieren in MySQL	581
11.5.1	BEGIN-/END-Blöcke	582
11.5.2	Variablen	583
11.5.3	Ablaufsteuerung und konditionale Anweisungen	590
11.5.4	Schleifen	597
11.5.5	Cursors	602
11.5.6	Handler	609
11.5.7	Selbstdefinierte Fehlermeldungen mit SIGNAL	618
11.5.8	Verschachtelte Cursors und ihre Handler	623
11.5.9	Temporäre Tabellen	626
11.5.10	Rekursion	627
11.5.11	Transaktionen	630
11.6	Trigger	632
11.6.1	Trigger erstellen	632
11.6.2	Löschen und Bearbeiten von Triggern	637
11.6.3	Informationen über bestehende Trigger (Metadaten)	637
11.6.4	Einschränkungen	640
11.7	Events	641
11.7.1	Event-Scheduler	642
11.7.2	Erzeugung von Events	643
11.7.3	Löschen und Bearbeiten von Events	647
11.7.4	Informationen zu bestehenden Events (Metadaten)	648
11.7.5	Sicherheit, Rechte und Einschränkungen	650
11.8	Sichten (Views)	651
11.8.1	Erzeugung und Verwenden von Sichten	652
11.8.2	Updates auf Sichten	654

11.8.3	Löschen und Bearbeiten einer Sicht	655
11.8.4	Informationen zu bestehenden Sichten (Metadaten)	656
11.9	Zusammenfassung	657
12	Softwareentwicklung mit MySQL	659
12.1	Konnektoren/Programmiersprachen	661
12.1.1	Allgemeines	661
12.1.2	ODBC	665
12.1.3	Java, JDBC und Connector/J	669
12.1.4	PHP, mysqli, PDO_MYSQL	674
12.1.5	.NET	678
12.1.6	Perl, DBD:mysql	684
12.1.7	Ruby	687
12.1.8	Python	689
12.1.9	node-mysql, Node.js – serverseitiges JavaScript	692
12.2	Zusammenfassung	695
13	NoSQL mit MySQL	697
13.1	Not Only SQL – NoSQL	697
13.2	Skalierung und Verteilung: ACID vs. BASE	699
13.3	Mit Hochgeschwindigkeit ins Herz: MySQL öffnet sich »Memcached«-Benutzern	700
13.3.1	Die Integration von Memcached in die MySQL-Architektur	701
13.3.2	Grundlagen des Memcache-Protokolls	702
13.3.3	Memcached zur Verwendung mit InnoDB installieren	703
13.3.4	Die Verbindung testen	705
13.3.5	Memcached und InnoDB verbinden	706
13.3.6	Lesen und Schreiben von Daten mittels Memcached	709
13.3.7	Replikation und Memcached	711
13.3.8	Sicherheit gegen Geschwindigkeit	712
13.3.9	Weitere Einstellungen	712
13.4	Zusammenfassung	714

A	Referenz	717
A.1	Datentypen	718
A.2	Datendefinition, Datenmanipulation und Abfragen	720
A.3	Index	726
A.4	Boolesche Operatoren	727
A.5	Mathematische Funktionen	728
A.6	Zeit- und Datumsfunktionen	730
A.7	String-Funktionen	737
A.8	Transaktionen	744
A.9	Sperren	746
A.10	Sichten (Views)	746
A.11	MySQL-Client	747
A.12	Gespeicherte Prozeduren	749
A.13	Gespeicherte Funktionen	751
A.14	Triggers	752
A.15	Events	753
A.16	Kontrollfluss-Elemente	755
A.17	Variablen in Programmen	757
A.18	Cursors	758
A.19	Handlers	759
A.20	Volltextsuche	761
A.21	Replikation	762
A.22	GIS-Funktionen	764
A.23	Partitionierung	766
A.24	Administrationsaufgaben	769
A.25	Benutzerverwaltung und Sicherheit	773
A.26	Wartungsarbeiten	777
A.27	Backups, Wiederherstellung und Logfiles	779

A.28 Import und Export 781

A.29 Benchmarking, Monitoring und Profiling 782

A.30 Query-Cache 784

A.31 Plugins 784

A.32 Storage-Engines 785

A.33 Hilfe, Warnungen und Fehler 788

A.34 Fehlernummern und SQL-States 789

A.35 Escape-Sequenzen 791

A.36 Zeichensätze und Sortierfolgen (Character Sets und Collations) 792

Index 793